



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Brasília

Instituto Federal de Brasília  
*Campus Gama*  
Tecnologia em Alimentos

TIAGO GOMES CUSTÓDIO

**METODOLOGIAS ENVOLVIDAS NA DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA  
DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

Brasília  
2023

TIAGO GOMES CUSTÓDIO

**METODOLOGIAS ENVOLVIDAS NA DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA  
DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Federal de  
Brasília para obtenção de título de  
Tecnólogo em Alimentos.

Orientador(a): Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Sther Maria  
Lenza Greco

Brasília  
2023

## CIP — Catalogação na Publicação

C987m Custódio, Tiago Gomes  
Metodologias envolvidas na determinação da vida de prateleira de produtos alimentícios / Tiago Gomes Custódio ; orientação Profa. Dra. Sther Maria Lenza Greco. — Brasília, 2023.

59 f.

Orientadora: Profa. Dra. Sther Maria Lenza Greco.  
Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação — Tecnologia em Alimentos) — Instituto Federal de Brasília, Campus Gama, 2023.

1. Vida de prateleira. 2. Alimentos. 3. Fatores intrínsecos e extrínsecos. 4. Revisão sistemática I. Greco, Sther Maria Lenza, orient. II. Título.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília**

**PARECER 4/2023 - GA-GRAD-TA/CGEN/DREP/DGGA/RIFB/IFBRASILIA de 20 de janeiro de 2023**

TIAGO GOMES CUSTÓDIO

**METODOLOGIAS ENVOLVIDAS NA DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS.**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do *Campus* Gama do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Tecnólogo em Alimentos.

Aprovado em 20 de janeiro de 2023

**BANCA EXAMINADORA**

*(Assinado eletronicamente)*

Profa. Dra. Sther Maria Lenza Greco – Orientadora  
IFB – Campus Gama

*(Assinado eletronicamente)*

Profa. Dra. Abiah Narumy Ido de Abreu e Nery – Membro Interno  
IFB – Campus Gama

*(Assinado eletronicamente)*

Profa. Dra. Keyla de Oliveira Ribeiro Miguel – Membro Externo  
Instituto Federal de Goiás – IFG

Documento assinado eletronicamente por:

- **Abiah Narumy Ido de Abreu e Nery**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 20/01/2023 16:43:32.
- **Sther Maria Lenza Greco**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 20/01/2023 16:39:31.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 20/01/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 436399

Código de Autenticação: ce249dc35b



Campus Gama  
Lote 01, DF 480, None, Setor de Múltiplas  
Atividades, GAMA / DF, CEP 72.429-005



Documento assinado digitalmente

KEYLA DE OLIVEIRA RIBEIRO MIGUEL

Data: 23/01/2023 13:08:29-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dedico a toda a minha família, de sangue e do coração. A todos que torceram por mim, que acreditaram mesmo quando eu não acreditava. A conquista é nossa!

## AGRADECIMENTOS

Quero manifestar a minha eterna gratidão a Deus, a todos os anjos e santos, por ter chegado até aqui. Somente eles sabem dos meus reais sentimentos, das quais eu tive e das que tenho. O meu muito obrigado!

A minha família. A quem dedico tudo em vida. A quem me deu o apoio total para estar aqui, para concluir o sonho de muitos, inclusive o meu. Do início ao fim estiveram do meu lado. Aos de longe, dando apoio moral, e muito, muito amor. O meu muito obrigado!

Ao meu avô. Que foi o primeiro a saber da minha classificação, virou para mim, pegou na minha mão e me parabenizou, e que infelizmente não poderá ver em vida o meu diploma. O meu muito obrigado!

A minha doce e amada vó. Que sabia que ia ver o seu neto longe, que dias de saudade apertada iriam chegar. Mulher guerreira, batalhadora, abençoada, de fé e amor. Tenho certeza que não teve um dia que não pensou em mim e pode ter certeza que eu fiz o mesmo. O meu muito obrigado!

A minha mamãe. Que viu seu único filho sair de casa, ainda muito cedo para ela, lidou com saudade, preocupação, noites sem dormir, que dobrou os joelhos várias vezes pedindo proteção. Eu sempre serei seu filho e nunca vou te abandonar! O meu muito obrigado!

A Lucivânia. A primeira pessoa que me convidou a ficar com ela para realizar o curso. Me recebeu de braços abertos, antes de ser classificado e depois da classificação. O meu muito obrigado.

A Betânia. Que foi a segunda pessoa a me ceder estadia. Você é uma pessoa incrível, me recebeu com muito amor, fizemos tantos planos, mas Deus sempre faz outros e melhores para cada um. O meu muito obrigado!

A minha madrinha Luciana. A terceira pessoa que me recebeu, já no que seria o último ano do curso. O meu muito obrigado.

A Sther, minha orientadora, professora essencial durante a graduação. O meu muito obrigado!

A Abiah. Participa da minha banca de defesa e sinto gratidão pelo nosso processo durante esse período. O meu muito obrigado!

A toda rede IFB, em particular, Nelminha (que ajudou desde a matrícula até os últimos instantes), Marina (minha psicóloga), Mariana (um anjo nesse IFB), Estephany (professora que chegou no finalzinho, mas foi um ser de luz na minha vida) e Débora (que nos momentos difíceis fez acreditar no meu potencial). O meu muito obrigado!

A meus amigos. Que ficaram na força e na torcida. Que beberam comigo pra esquecer um pouco tudo isso. O meu muito obrigado!

“Temos o nosso próprio tempo”.

— **Legião Urbana.**

## RESUMO

O presente trabalho constitui-se como uma revisão sistemática de literatura, baseada nos principais autores de relevância para a área e desenvolvimento da pesquisa. Utilizou-se as bases de pesquisas em dados nas plataformas Scielo, Google Acadêmico, Science Direct, Periódicos CAPES e a Biblioteca do Campus Gama – IFB, compreendendo o período superior a 2000. Pelo levantamento bibliográfico foram pesquisados documentos do tipo artigo científico, capítulos de livros, documentos de âmbito nacional e internacional e documentos em formato eletrônico, totalizando 19 documentos, sendo 17 em formato eletrônico. Realizou-se a revisão, seguindo o protocolo sugerido por MENDES; SILVEIRA; GALVÃO (2008). Os critérios de inclusão utilizados foram; estudos originais, nacionais e internacionais; publicações a partir de 2000; termos diretos relacionados com a determinação da vida de prateleira em alimentos; metodologias empregadas para determinação da vida de prateleira em alimentos; determinação de prazos de validade. Os seguintes descritores utilizados foram: “vida de prateleira”, “*shelf life*”, “vida de prateleira e alimentos”, “determinação de vida útil”, “testes acelerados de vida de prateleira”, “equação de Arrhenius e alimentos”, “fatores intrínsecos e extrínsecos alimentos”, “vida de prateleira de produtos alimentícios”. A predição precisa de vida-de-prateleira é essencial tanto para os consumidores como para os fabricantes. A preocupação crescente dos consumidores em relação a manter uma alimentação saudável exige, entre outros, alimentos de qualidade superior, frescos e seguros. A vida-de-prateleira é considerada pela maioria dos consumidores como uma forma de medir o quão fresco é o alimento, considerando esta informação fornecida pelo fabricante na hora de decidir pela compra (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012). A análise de revisão sistemática sobre o tema demonstrou que, alguns autores tomaram como base para determinação de vida de prateleira em produtos alimentícios fatores microbiológicos, outros químicos e físicos, aspectos sensoriais, processos enzimáticos e relativos ao modelo de Arrhenius com a cinética de reações.

**Palavras-chave:** vida de prateleira; alimentos; fatores intrínsecos e extrínsecos; revisão sistemática.

## ABSTRACT

This work constitutes a systematic literature review, based on the main authors of relevance to the area and research development. Research databases were used in data on the platforms Scielo, Google Scholar, Science Direct, Periodicals CAPES and the Library of Campus Gama - IFB, comprising the period greater than 2000. Through the bibliographical survey, documents such as scientific articles, chapters of books, national and international documents and documents in electronic format, totaling 19 documents, 17 of which in electronic format. The review was carried out, following the protocol suggested by MENDES; SILVEIRA; GALVÃO (2008). The inclusion criteria used were; original, national and international studies; publications from 2000; direct terms related to the determination of shelf life in foods; methodologies used to determine the shelf life of foods; determination of expiration dates. The following descriptors used were: "shelf life", "shelf life", "shelf life and food", "shelf life determination", "accelerated shelf life tests", "Arrhenius equation and food", "intrinsic and extrinsic factors food", "shelf life of food products". Accurate shelf-life prediction is essential for both consumers and manufacturers. The growing concern of consumers in relation to maintaining a healthy diet requires, among other things, food of superior quality, fresh and safe. Shelf-life is considered by most consumers as a way of measuring how fresh the food is, considering this information provided by the manufacturer when deciding on the purchase (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012). The systematic review analysis on the subject showed that some authors used as a basis for determining shelf life in food products microbiological factors, other chemical and physical factors, sensory aspects, enzymatic processes and those related to the Arrhenius model with the kinetics of reactions.

**Keywords:** Shelf Life; foods; intrinsic and extrinsic factors; systematic review.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 - Curva de crescimento bacteriano típica mostrando as 4 fases típicas de crescimento, adaptado TORTORA et al., 2000.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 2 - Passos da Revisão de Literatura. Fonte: (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 3- Método SYSTEMATIC SEARCH FLOW. Fonte: (FERENHOF; FERNANDES, 2016).....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 4 - Etapas da elaboração da revisão sistemática. FONTE: o autor. ....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 5 - Esquema representativo das etapas de determinação de vida-de-prateleira. FONTE: PINTO, 2015. ....</b>	<b>47</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Classificação dos alimentos segundo suas faixas de pH (adaptada de Jay, 1992).....</b>	<b>17</b>
<b>Tabela 2 – Atividade de água mínima para alguns microrganismos de importância em alimentos (adaptado de Jay, 2005; ICMSF, 1996) .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabela 3 – Classificação dos microrganismos segundo suas faixas ótimas de temperatura para multiplicação (ICMSF, 1996) .....</b>	<b>22</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 - Validade de alimentos pela portaria 2619/2011 vigente no município de São Paulo. FONTE: Food Safety Brazil. ....</b>	<b>28</b>
<b>Quadro 2 - Principais mudanças deteriorantes nos produtos alimentícios. FONTE: FOOD INGREDIENTS BRASIL (2011). ....</b>	<b>34</b>
<b>Quadro 3 - Planilha de Extração de Dados. FONTE: Elaborado pelo autor. ....</b>	<b>39</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Aw	Atividade de Água
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
pH	Potencial Hidrogeniônico
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
TAPV	Testes Acelerados de Vida de Prateleira
UR	Umidade Relativa

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	13
2.	OBJETIVOS.....	15
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1	DEFINIÇÃO .....	16
3.2	PARÂMETROS RELATIVOS À MULTIPLICAÇÃO DE MICRORGANISMOS NOS ALIMENTOS .....	16
3.2.1	FATORES INTRÍNSECOS .....	17
3.2.1.1	pH	
3.2.1.2	Atividade de água ( $A_w$ ) .....	18
3.2.1.3	Potencial redox (O/R, Eh).....	19
3.2.1.5	Constituintes antimicrobianos .....	19
3.2.1.6	Estruturas biológicas .....	20
3.2.1.7	Microbiota do alimento.....	20
3.3.2	FATORES EXTRÍNSECOS .....	21
3.3.2.1	Temperatura.....	21
3.3.2.2	Umidade Relativa (UR) .....	22
3.3.2.3	Presença de gases no meio.....	22
4.	ALTERAÇÕES QUÍMICAS .....	23
5.	ALTERAÇÕES MICROBIOLÓGICAS.....	23
6.	REAÇÕES ENZIMÁTICAS .....	25
7.	PRAZO DE VALIDADE DE ALIMENTOS E ROTULAGEM.....	26
8.	MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE VIDA DE PRATELEIRA .....	28
8.1	MÉTODOS DIRETOS .....	29
8.1.1	Estudos de Estabilidade .....	29
8.1.3	Análise Sensorial .....	30
8.2	MÉTODOS INDIRETOS .....	31
8.2.1	Equação de Arrhenius .....	31
8.3	TESTES ACELERADOS .....	32
9.	PRODUTOS ALIMENTÍCIOS.....	33

<b>10.</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>35</b>
<b>11.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>38</b>
<b>11.1</b>	<b>DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA .....</b>	<b>38</b>
<b>11.2</b>	<b>VIDA DE PRATELEIRA.....</b>	<b>44</b>
<b>12.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>48</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A predição precisa de vida-de-prateleira é essencial tanto para os consumidores como para os fabricantes. A preocupação crescente dos consumidores em relação a manter uma alimentação saudável exige, entre outros, alimentos de qualidade superior, frescos e seguros. A vida-de-prateleira é considerada pela maioria dos consumidores como uma forma de medir o quão fresco é o alimento, considerando esta informação fornecida pelo fabricante na hora de decidir pela compra (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012).

O estabelecimento de metodologias validadas para a determinação do prazo de validade de alimentos é atualmente demandado tanto pelas indústrias alimentícias quanto pelas autoridades sanitárias em escala nacional e internacional. Sabe-se que a maioria dos alimentos são perecíveis, pois sofrem modificações em sua estrutura, composição e propriedades durante o armazenamento antes do consumo. Estas alterações são de origem físico-química atribuídas à composição dos alimentos juntamente com a ação de fatores ambientais intrínsecos e extrínsecos, e também microbiológicas, onde a flora deteriorante desempenha um papel importante (VALERO, CARRASCO, GARCIA-GIMENO, 2012).

O teste vida de prateleira ou *shelf life*, é utilizado para a determinação de tempo de vida de diversos produtos. A vida de prateleira pode ser definida como o tempo no qual um produto, quando armazenado em certas condições, mantém suas características ou, pelo menos, as alterações ocorridas não interferem na qualidade do mesmo. Nesse teste são analisadas características físicas, químicas, microbiológicas e organolépticas (ALBINO, 2018).

Os fatores que influenciam a vida-de-prateleira de um produto são categorizados em intrínsecos (atividade de água, pH, potencial redox, nutrientes, flora natural e utilização de conservantes) e extrínsecos (tempo; controle de temperatura e umidade relativa durante o processamento, estocagem e transporte; exposição à luz UV durante o processamento, estocagem e transporte; contaminação microbiológica do ambiente de processamento, estocagem e transporte; atmosfera da embalagem; tratamento térmico utilizado; manipulação pelo consumidor) (SILVA, 2010). Dentre estes fatores, a temperatura é geralmente o mais determinante, pois pode acelerar a oxidação de certos nutrientes e alterar as propriedades nutritivas e sensoriais dos

produtos (OLIVEIRA, 2010), além de influenciar na velocidade de multiplicação dos microrganismos.

A previsão da vida-de-prateleira não é uma tarefa fácil e de resultado preciso. Contudo, é sempre útil ter o máximo de informações sobre o alimento a ser conservado, conhecendo-se de preferência o mecanismo e a cinética das principais reações de deterioração. A vida útil de um produto é informação estratégica de uma empresa, que pode gerenciar melhor sua distribuição e informar, de forma mais adequada, as condições de sua conservação aos consumidores (MOURA, *et al.*, 2007).

Segundo Pinto (2015), para realizar o estudo de vida de prateleira de um produto alimentício é necessário conhecer as principais alterações que nele ocorrem e compreender que essas alterações se dividem em mudanças químicas, físicas e microbiológicas.

Portanto, esta revisão sistemática de literatura sobre o tema estimativa da vida de prateleira de produtos alimentícios servirá como contribuição tecnológica destinada, principalmente, para empresas, estudantes, pesquisadores e tendo como finalidade conhecer as principais causas que alteram as características dos alimentos e assim poder determiná-las.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Descrever os fatores que influenciam na determinação de vida de prateleira em produtos alimentícios e suas respectivas metodologias de estudo por meio de uma revisão sistemática de literatura.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analisar por meio de pesquisas bibliográficas o conceito e definição de vida de prateleira entre diferentes autores;
- Aplicar protocolo de revisão sistemática de literatura;
- Definir os fatores que influenciam a vida de prateleira dos variados tipos e categorias de produtos alimentícios;
- Diferenciar as técnicas e métodos de avaliação de vida de prateleira em produtos alimentícios.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 DEFINIÇÃO**

Vida de prateleira dos produtos alimentícios, também conhecido na literatura em inglês como *shelf life*, é utilizado para designar a duração de tempo correspondente a uma perda tolerável de qualidade de um alimento processado e também de outros itens perecíveis. As condições de processamento e armazenagem podem influenciar a qualidade dos atributos dos alimentos levando a que os produtos apresentem, após um certo tempo, uma condição insatisfatória para o consumo. Também pode ocorrer que um alimento esteja sensorialmente adequado para o consumo, mas suas qualidades microbiológicas estão inadequadas, o que leva também a se considerar vencido o seu shelf-life (KELLES, 2007).

Vida-de-prateleira ou vida útil também pode ser definida como o tempo, em determinada condição de estocagem, que o produto leva para atingir uma condição inaceitável ou imprópria para o consumo. A não aceitação do alimento pode estar relacionada com diversos aspectos como: presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes, alterações organolépticas, alterações físico-químicas, perda de valor nutricional e contaminantes da embalagem (MARTINS, 2009).

Para Slongo (2008) dentre determinados consumidores, o final da vida de prateleira de um produto se dá quando o alimento não possuir segurança, aparência, aroma, e sabor aceitáveis. No ponto de vista microbiológico, a vida de prateleira depende do número de microrganismos presentes que na sua maioria são bactérias inicialmente presentes. Durante o armazenamento do produto, fatores ambientais como: temperatura, atmosfera gasosa, pH e teor de sal (NaCl) irão selecionar uma determinada bactéria e afetar sua taxa de crescimento e atividade.

#### **3.2 PARÂMETROS RELATIVOS À MULTIPLICAÇÃO DE MICRORGANISMOS NOS ALIMENTOS**

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) ressalta que alguns fatores que afetam a qualidade do alimento estão relacionados ao próprio produto denominados de fatores intrínsecos, enquanto outros são externos ao mesmo, chamados fatores extrínsecos. Após compreender a influência de cada um desses fatores é possível prolongar a vida-de-prateleira deste produto. Por outro lado, a

alteração da composição, formulação, processamento ou embalagem podem levar a uma diminuição da estabilidade ou tornar os alimentos mais suscetíveis à deterioração ou mesmo ao crescimento de microrganismos patogênicos. Reiterando a importância de avaliar quais as mudanças o alimento poderá sofrer impactando no seu devido prazo de validade (ANVISA, 2018).

### 3.2.1 FATORES INTRÍNSECOS

Consideram-se como parâmetros intrínsecos às características inerentes ao alimento que podem funcionar como barreiras ou facilitadores para as contaminações microbianas e o seu desenvolvimento; esses fatores interferem na vida de prateleira dos alimentos e produtos alimentícios sendo de extrema importância compreender seu papel na conservação dos alimentos.

A seguir, destacam-se os principais indicadores e suas respectivas definições relativos aos fatores intrínsecos que afetam a vida de prateleira em produtos alimentícios: pH, Atividade de água, Potencial redox, Constituintes antimicrobianos, Estruturas biológicas e Microbiota do alimento.

#### 3.2.1.1 pH

Íons de hidrogênio carregados positivamente podem mover-se de uma molécula de água para outra, e o pH (Potencial Hidrogeniônico) é a medida da atividade de íons de H<sup>+</sup> dissolvidos. Portanto, a fórmula para cálculo do pH é:  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ . (FELLOWS, 2019).

Trata-se de um fator de importância fundamental na limitação dos tipos de microrganismos capazes de se desenvolverem nos alimentos. Tal é sua importância que foi proposta uma classificação prática dos alimentos em função do pH, dividido em três grupos: pouco ácidos (pH > 4,5), ácidos (pH 4 - 4,5) e muito ácidos (pH < 4,0). A maioria dos microrganismos desenvolvem-se em pH em torno da neutralidade (6,6 a 7,5) (GAVA, 2008).

A tabela 1 demonstra a classificação de acordo as respectivas faixas de pH em alimentos.

**Tabela 1 – Classificação dos alimentos segundo suas faixas de pH (adaptada de Jay, 1992)**

ALIMENTOS	FAIXA DE pH	CARACTERÍSTICAS DA MICROBIOTA	ALIMENTOS
-----------	-------------	-------------------------------	-----------

Pouco ácidos	>4,5	Variada: Maioria das bactérias (inclui patogênicas), bolores e leveduras.	Leite, carne, pescados e vegetais em geral.
Ácidos	4,0 – 4,5	Restrita para algumas bactérias. Condições ótimas para bolores e leveduras.	Frutas e hortaliças.
Muito ácidos	<4,0	Bastante restrita: Bactérias lácticas e acéticas, bolores e leveduras.	Frutas cítricas, maçãs, conservas de azeitonas, suco de frutas e refrigerantes.

### 3.2.1.2 Atividade de água (Aw)

Para Gava (2008), a atividade de água é definida como sendo a relação existente entre a pressão de vapor de uma solução ou alimento (P) com relação à pressão de vapor da água pura (Po), à mesma temperatura:  $A_a = P/P_o$ .

A tabela 2 mostra a quantidade mínima de atividade de água para determinados grupos de microrganismos relativos aos alimentos.

**Tabela 2 – Atividade de água mínima para alguns microrganismos de importância em alimentos (adaptado de Jay, 2005; ICMSF, 1996)**

MICROORGANISMOS GRUPOS	aA MÍNIMA	MICROORGANISMOS ESPECÍFICOS	aA MÍNIMA
Maioria das Bactérias	0,9	<i>Clostridium botulinum</i> (tipo E)	0,97
Maioria das leveduras	0,88	<i>Clostridium botulinum</i> (tipos A e B)	0,94
Maioria dos bolores	0,8	<i>Escherichia Coli.</i>	0,96
Bactérias Halofílicas	0,75	<i>Pseudomonas spp</i>	0,97
Leveduras Osmofílicas	0,61	<i>Staphylococcus aureus</i> (multiplicação)	0,83 - 0,9
Bolores Xerofílicos	0,61	<i>Salmonella spp</i>	0,95
Bolores Micotoxigênicos	0,78 - 0,9	<i>Aspergillus flavus</i> (produção de aflatoxinas)	0,83 - 0,87
Bactérias Patogênicas	0,83 - 0,97		

Ao perderem ou ganharem umidade, os alimentos perdem a característica de textura desejada. O ganho de umidade por sua vez pode ocasionar o desenvolvimento microbiano. Com o intuito de prevenir a perda ou ganho de umidade, os produtos são geralmente colocados em embalagens específicas afim de prevenir este tipo de reação (OSAWA et al., 2009).

### **3.2.1.3 Potencial redox (O/R, Eh)**

O potencial de oxidação-redução (Eh) de um alimento é a facilidade ao ganhar ou perder elétrons. O valor Eh no qual os microrganismos crescerão determinam se eles requerem oxigênio para crescimento ou não, por esta razão, de acordo Valero; Carrasco; M A García-Gimeno (2012) eles podem ser classificados em três grupos:

- Aeróbicos +500 a +300 mV
- Anaeróbicos +100 a -250 mV; e +300 mV
- Anaeróbios facultativos a -100 mV

O potencial redox é um fator controlável e utilizado na conservação dos alimentos e determina os tipos de microrganismos que irão se desenvolver em determinados produtos. Pode-se por exemplo, utilizar a exaustão e embalagens impermeáveis ao oxigênio submetidas a vácuo, atmosfera com gases inertes, desaeração e carbonatação, para controlar os microrganismos (HOFFMANN, 2001).

### **3.2.1.5 Constituintes antimicrobianos**

Os compostos químicos com atividade farmacológica e biológica e produzidos por organismos vivos são chamados de produtos naturais. Os organismos vivos produzem metabólitos primários e secundários. Os primários são os produtos que têm função essencial no organismo, enquanto os secundários podem ser simplesmente produtos residuais ou ter alguma função importante em seus produtores. Os metabólitos secundários que possuem atividade antimicrobiana são chamados de antimicrobianos naturais e podem ser extraídos de diferentes fontes, como plantas (frutas, vegetais, sementes, ervas e especiarias), animais (ovos, leite e tecidos) e microrganismos (fungos e bactérias). São considerados ingredientes saudáveis que atuam como antimicrobianos ou agentes controladores de doenças (ADITIVOS INGREDIENTES, 2022).

### 3.2.1.6 Estruturas biológicas

Geralmente os alimentos possuem uma proteção externa ou cobertura artificial, na qual essa proteção física não somente ajuda na conservação, como também determina tipo, velocidade e desenvolvimento da alteração. Como os alimentos estão sujeitos a efeitos, como vibrações e impactos, faz-se necessário a observação das Boas Práticas de Fabricação, de Transporte e de Distribuição, com o objetivo de evitar o rompimento dessas barreiras e garantir integridade e a inocuidade do alimento (GAVA, 2008).

As camadas externas das sementes, a cobertura externa dos frutos e a casca do ovo são exemplos de estruturas de proteção biológica. Este último, se faz eficaz quando intacta pois, ela impedirá a contaminação externa da gema perecível, ainda, a contaminação por *Salmonella* é possível através da infecção trans ovariana antes que esta estrutura de concha se estabeleça. Fatores como temperatura e armazenamento, umidade relativa, idade dos ovos e nível de contaminação da superfície influenciarão a internalização de microrganismos (VALERO; CARRASCO; M A GARCÍA-GIMENO, 2012).

### 3.2.1.7 Microbiota do alimento

Se as condições forem mais favoráveis para todos, as bactérias geralmente crescem mais rapidamente que as leveduras e estas mais que os bolores. Com isso, as leveduras irão predominar sobre as bactérias somente quando existirem originalmente em maior número ou quando as condições são tais que impedem o crescimento bacteriano. Os bolores só irão predominar quando as condições ambientais forem desfavoráveis para as bactérias e as leveduras. As diversas espécies de bactérias também competem entre si, se as condições são favoráveis uma irá se sobressair sobre a outra, o mesmo acontece com as leveduras e os bolores (GAVA, 2008).

Por esse viés, Macêdo (2015), realizou a avaliação da vida de prateleira da farinha obtida de resíduos de casca de laranja por meio de indicadores microbiológicos, ele analisou os índices de coliformes a 45°C, a contagem de bactérias mesófilas, bolores e leveduras, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella*. Com isso, através dos parâmetros analisados neste experimento, obteve o resultado de

que a farinha se encontrava estável para coliformes a 45°C, assim como as demais análises realizadas, exceto, a distinção entre os índices para bolores e leveduras.

### 3.3.2 FATORES EXTRÍNSECOS

São aqueles relativos ao meio ambiente que cerca o alimento, como temperatura, presença de gases, umidade relativa do ar e irradiação, que atua potencializando as contaminações iniciais ou então servindo de barreiras ao desenvolvimento microbiano. Tais parâmetros são relativamente importantes nas etapas de armazenamento, transporte e distribuição, para garantir qualidade, integridade e inocuidade dos produtos alimentícios (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011a).

Com isso, a seguir serão abordados conteúdos relacionados aos fatores extrínsecos aos alimentos e que estes influenciam nos parâmetros que determinam a vida de prateleira dos produtos alimentícios, como a Temperatura, Umidade relativa e a Presença de gases.

#### 3.3.2.1 Temperatura

O efeito da temperatura nos índices, por exemplo, de perda de um nutriente ou sabor característico, crescimento de um microrganismos alvo, produção de um sabor indesejado ou descoloração, pode ser medida utilizando estudo sobre cinética das reações baseadas na equação de Arrhenius:  $K = K_A \exp(-E_A/RT)$  (FELLOWS, 2019).

Onde:

K= taxa de reação;

$K_A$ = constante da equação de Arrhenius;

$E_A$  (J mol<sup>-1</sup>) = energia de ativação;

R (8,3144 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>) = constante universal dos gases;

T (K) = Temperatura.

A constante da equação ( $K_A$ ) é o valor da reação a 0 K, portanto a equação é modificada para incluir uma temperatura de referência:

$$K = K_{ref} \exp[-E_A/R(1/T - 1/T_{ref})]$$

Onde  $K_{ref}$  (K) = constante da taxa na temperatura de referência de 255 K para alimentos congelados, 273 K para alimentos refrigerados e 295 para armazenagem a temperatura ambiente.

A tabela 3 mostra as faixas de temperaturas relativas a multiplicação microbiana nos alimentos.

**Tabela 3 – Classificação dos microrganismos segundo suas faixas ótimas de temperatura para multiplicação (ICMSF, 1996)**

GRUPO	TEMPERATURA (°C)		
	MÍNIMA	ÓTIMA	MÁXIMA
Mesófilos	5 – 15	30 – 45	35 – 47
Termófilos	40 – 45	55 – 75	60 – 90
Psicrófilos	-5 – +5	12 – 15	15 – 20
Psicotróficos	-5 – +5	25 – 30	30 – 35

As temperaturas mínimas de crescimento para uma série de agentes patogênicos e organismos de deterioração demonstra a importância do controle eficaz da temperatura na prevenção da contaminação microbiana e de organismos de deterioração. Em temperaturas acima da temperatura máxima, os componentes estruturais das células tornam-se desnaturadas e as enzimas sensíveis ao calor são inativadas. O aumento da temperatura também pode alterar as características de cristalização dos alimentos que contêm xaropes de açúcar (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2015).

### 3.3.2.2 Umidade Relativa (UR)

A umidade relativa é a quantidade de umidade na atmosfera ao redor de um produto alimentício embalado ou não e é calculado como uma porcentagem da umidade necessária para saturar completamente a atmosfera. Geralmente ocorre troca de umidade entre um produto alimentício e a atmosfera circundante, que continua até que o alimento atinja um ponto de equilíbrio. É importante ainda assegurar que o produto seja armazenado em um ambiente onde a UR impeça alterações na  $A_w$  (VALERO; CARRASCO; M A GARCÍA-GIMENO, 2012).

### 3.3.2.3 Presença de gases no meio

A atividade das bactérias depende das suas necessidades em oxigênio livre. Os microrganismos apresentam diferentes modos de respiração, uns necessitam de oxigênio para se desenvolverem, outros de ambientes ricos em dióxido de carbono. Em relação ao oxigênio livre as exigências das bactérias são muito variadas. O excesso de dióxido de carbono pode diminuir o pH, inibindo o crescimento microbiano. O armazenamento de carne, por exemplo, com uma atmosfera rica em dióxido de carbono inibe o crescimento de bactérias Gram-negativas, resultando numa população dominada por *Lactobacillus* (EEEP, 2012).

#### **4. ALTERAÇÕES QUÍMICAS**

Reações químicas envolvendo gorduras, carboidratos, proteínas e micronutrientes podem produzir alterações na cor, na textura ou no sabor dos alimentos, tornando-os inaceitáveis para o consumo. Os principais fatores que afetam essas alterações são a temperatura de armazenagem, exposição a luz e oxigênio, bem como a Aa e o pH relativo ao alimento (FELLOWS, 2019).

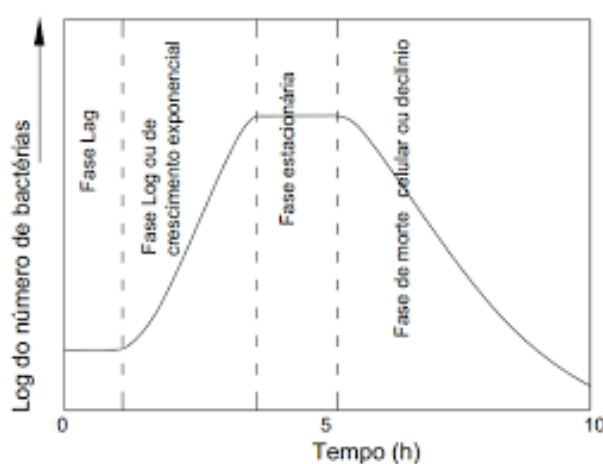
A deterioração química é caracterizada principalmente por alterações de sabor e cor causadas pela oxidação, irradiação, lipólise (ranço) e calor, por indução da luz, íons metálicos ou calor excessivo do processamento ou armazenagem. Quanto as reações bioquímicas, destacam a oxidação lipídica, que podem levar a perda de ácidos graxos essenciais e a presença de rancidez; escurecimento não enzimático e enzimático que afetam cor, sabor, aroma, o valor nutritivo e formação de compostos toxicologicamente suspeitos; hidrólise, lipólise e proteólise, causadores de alterações no sabor, textura, teor de vitaminas e formação de gosto amargo; separação e geleificação como fenômenos físicos associados à sedimentação, formação de creme, formação de gel e mudanças na textura (VALERO; CARRASCO; M A GARCÍA-GIMENO, 2012).

#### **5. ALTERAÇÕES MICROBIOLÓGICAS**

Microrganismos presentes nos alimentos podem alterar as características originais para transformá-lo em novo alimento, mantidos durante o processo de produção ou podem ser introduzidos intencionalmente. Quando ocorrem naturalmente no alimento, seu crescimento pode ser seletivamente estimulado. Um mesmo microrganismo pode ter atividades diferentes em alimentos diferentes,

causando deterioração indesejada, no entanto, estas reações biológicas podem ser desejáveis em outro alimento. Aproximadamente 20% das frutas e dos vegetais coletados são perdidos por deterioração microbiana produzida por aproximadamente 250 doenças de mercado (EEEP, 2012).

O crescimento de microrganismos segue um padrão devido à variação da taxa de crescimento microbiano ao longo do tempo e com isso, traçar uma curva de crescimento como mostra a Figura 1. A curva de crescimento pode ser dividida em quatro fases: fase lag, fase log ou exponencial, fase estacionária e fase de declínio ou morte celular.



**Figura 1 - Curva de crescimento bacteriano típica mostrando as 4 fases típicas de crescimento, adaptado TORTORA et al., 2000.**

A fase lag corresponde ao período de tempo em que o número de células sofre pequenas variações, devido ao fato que as bactérias não se reproduzem imediatamente após a inoculação no meio de cultura. A fase log ou de crescimento exponencial, corresponde ao período em que as células iniciam seu processo de divisão atingindo um tempo de geração constante, é o período de maior atividade metabólica da célula e, portanto, o estágio preferido para fins industriais. Na fase estacionária, o número de indivíduos que morrem é equivalente ao número de células novas e a população se torna estável. A fase de morte celular, ou fase de declínio, corresponde ao período em que o número de mortes excede o número de células novas, até existir uma fração ínfima do original e a população desaparece totalmente (ASSIS; VALADÃO; CISALPINO, 2011).

Para muitos alimentos, os microrganismos são as causas mais importantes e mais rápidas de deterioração. Nem sempre é o número de microrganismos em um

alimento que indica o grau de deterioração, mas a atividade microbiana é muito importante (FELLOWS, 2019).

Microrganismos são capazes de utilizar diversos substratos como fonte de energia: fontes de carbono (polissacarídeos), fontes de nitrogênio (aminoácidos, nucleotídeos, peptídeos e proteínas), fontes de vitaminas (presentes na maioria dos alimentos) e fontes de sais minerais (não são limitantes em alimentos). A quantidade de nutrientes pode ser um fator limitante para o desenvolvimento de microrganismos, por exemplo, frutas pobres em vitaminas do complexo B desfavorecem a multiplicação de algumas bactérias (HOFFMANN, 2001).

Os alimentos podem ser contaminados com microrganismos durante a manipulação e processamento, pelo manipulador, pelo ambiente e por contaminação cruzada com superfícies ou matérias primas que podem apresentar elevada carga microbiana. Na fase de armazenamento do produto, os fatores como a carga microbiana inicial, as propriedades físico-químicas, o método empregado no processamento e o ambiente externo, influenciam na velocidade de multiplicação desses microrganismos (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

## **6. REAÇÕES ENZIMÁTICAS**

Enzimas são proteínas produzidas por todos os organismos vivos. Elas aceleram as reações químicas de forma seletiva como parte do processo essencial da vida, tais como digestão, respiração, metabolismo e manutenção de tecidos. Em outras palavras, são catalisadores biológicos altamente específicos. As enzimas agem sob condições mais ou menos moderadas, o que as tornam catalisadores ideais para utilização na tecnologia de alimentos, em que o fabricante pretenda modificar seletivamente matérias-primas alimentícias, sem destruir os nutrientes essenciais. O uso histórico das enzimas na fabricação de cerveja, vinho, queijo e pão são exemplos da exploração industrial do poder e seletividade das enzimas. As enzimas foram e continuam sendo essenciais para o fornecimento de substratos de fermentação (cerveja e pão), desenvolvimento de sabor e aroma (vinho) ou criação da própria estrutura da produção o (queijo) (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011b).

## 7. PRAZO DE VALIDADE DE ALIMENTOS E ROTULAGEM

A Anvisa define prazo de validade como sendo o intervalo de tempo no qual o alimento permanece seguro e adequado para consumo, desde que armazenado de acordo com as instruções estabelecidas pelo fabricante. E por esta razão o alimento deve permanecer seguro para o consumo, manter suas características e sua qualidade e não se deteriorar (ANVISA, 2018).

A determinação do prazo de validade de alimentos deve ser realizada para todos os alimentos, salvo aqueles que estão dispensados de declarar em sua rotulagem, de acordo a Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 259, de 20 de setembro de 2022, da ANVISA. E mais recente, a Portaria MAPA nº 458, de 21 de julho de 2022, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, que altera a Instrução Normativa nº 69, de 6 de novembro de 2018, que estabelece o Regulamento Técnico definindo os requisitos mínimos de identidade e qualidade para Produtos Hortícolas, dispensa a obrigatoriedade da indicação do prazo de validade em vegetais frescos embalados.

Sobre a confiabilidade nos prazos de validades estabelecidos, a Lei nº 8.078, 11 de setembro de 1990, também conhecida como Código de Defesa do Consumidor (CDC), estabelece normas de proteção e defesa do consumidor, de ordem pública e interesse social, e determina que a oferta e apresentação de produtos devem assegurar informações corretas, claras, precisas, ostensivas e em língua portuguesa sobre os prazos de validades.

De acordo FELLOWS (2019), a data apresentada no rótulo dos alimentos de “melhor se consumido até” deve ser utilizada para alimentos cuja qualidade se deteriora em vez da segurança e indica o tempo que o alimento manterá sua qualidade ótima. Essa denominação ainda, deve ser seguida da data com dia, mês e ano, no entanto, para vida de prateleira com menos de 3 meses pode conter apenas o dia e o mês, para 3 a 18 meses apenas mês e ano podem ser empregados, seguida ainda de recomendações de armazenagem, como por exemplo, “mantenha em local seco e fresco”.

A data que precede “utilize até”, deve ser utilizada em alimentos que possam propiciar o crescimento ou produção de toxinas a um nível que possa levar a um envenenamento alimentar, e para alimentos que serão consumidos sem cozimentos ou após reaquecimento a temperaturas que não irão destruir os patógenos que

possam estar presentes. É empregado aos alimentos que provavelmente não estarão seguros para o consumo após a data estipulada em rótulo e segue ainda, recomendação de condição de armazenagem que contribui para que o alimento fique seguro até validade informada (FELLOWS, 2019).

O Guia nº 16, de 5 de outubro de 2018, da Anvisa para determinação de prazo de validade, demonstra a importância de garantir que o processamento produza consistentemente um alimento seguro com as mesmas características, como acidez e umidade, nas investigações quantitativas relativas ao prazo de validade ou crescimento de bactérias patogênicas em um alimento. E que isso possa ser objetivado através de um programa de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle, chamado de APPCC, e de estudos de validação dos controles adotados no processo produtivo (ANVISA, 2018).

O Quadro 1 a seguir, mostra exemplos de determinação de prazo de validade de alimentos preparados utilizando legislação específica que abrange um Estado brasileiro. O Estado de São Paulo possui a CVS 05/2013 e o município de São Paulo possui a Portaria 2619/2011, que são dois ótimos exemplos de normas que possuem tabelas com critérios de armazenamento e validade de alimentos preparados. Portanto, os serviços de alimentação e até mesmo indústrias que estão sob o âmbito de aplicação desses regulamentos podem utilizar essa fonte com a finalidade de determinar a validade de seus produtos.

Quadro 1 - Validade de alimentos pela portaria 2619/2011 vigente no município de São Paulo.  
 FONTE: Food Safety Brazil.

TIPO DE ALIMENTO	TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO	PRAZO DE VALIDADE
Leite e derivados	Até 7 °C	5 dias
Ovos	Até 10 °C	7 dias
Carne bovina, carne suína, aves, entre outras e seus produtos manipulados crus, <u>exceto</u> espetos mistos, bife rolê, carnes cruas empanadas e preparações com carne moída	Até 4 °C	3 dias
Espetos mistos, bife rolê, carnes empanadas cruas e preparações com carne moída	Até 4 °C	2 dias
Pescados e seus produtos manipulados crus	Até 2 °C	3 dias
Produtos de panificação e confeitaria prontos para o consumo com coberturas ou recheios que possuam ingredientes que necessitem de refrigeração	Até 5 °C	5 dias
Frios e embutidos fatiados, picados ou moídos	Até 4 °C	3 dias
Alimentos pós-cocção, <u>exceto</u> pescados	Até 4 °C	3 dias
Pescados pós-cocção	Até 2 °C	1 dia
Sobremesas e outras preparações com laticínios	Até 4 °C Acima de 4 °C até 6 °C* Acima de 6 °C até 8 °C *	3 dias 2 dias 1 dia
Maionese e misturas de maionese com outros alimentos	Até 4 °C Acima de 4 °C até 6 °C *	2 dias 1 dia
Frutas, verduras e legumes higienizados, fracionados ou descascados, sucos, polpas, caldo de cana	Até 5 °C	3 dias
Para os demais alimentos preparados	Até 4 °C	3 dias
Todos os tipos de alimentos	0 a – 5 °C	10 dias
Todos os tipos de alimentos	– 6 a – 10 °C	20 dias
Todos os tipos de alimentos	– 11 a – 18 °C	30 dias
Todos os tipos de alimentos	Abaixo de –18 °C	90 dias

## 8. MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE VIDA DE PRATELEIRA

A previsão da vida-de-prateleira não é uma tarefa fácil e de resultado preciso. Contudo, é sempre útil ter o máximo de informações sobre o alimento a ser conservado, conhecendo-se de preferência o mecanismo e a cinética das principais reações de deterioração. A vida útil de um produto é informação estratégica de uma empresa, que pode gerenciar melhor sua distribuição e informar, de forma mais adequada, as condições de sua conservação aos consumidores. Muitos produtos têm vida-de-prateleira prolongada, o que dificulta a determinação experimental em tempos compatíveis com as programações comerciais das empresas. Para tais situações, a aplicação de Testes Acelerados de Vida-de-Prateleira (TAVP) apresenta-se como

uma alternativa. O TAVP consiste no armazenamento do produto de interesse sob condições ambientais definidas e controladas, de forma a acelerar as taxas de transformação (MOURA, 2011).

As análises realizadas para o teste de vida de prateleira envolvem os parâmetros físico, químico, microbiológico e sensorial, formando um conjunto de dados correlacionados a serem avaliados a fim de determinar a vida útil do produto. As análises físico-químicas são aquelas relacionadas às transformações físicas e reações químicas, a microbiologia está ligada às ações de microrganismos e as sensoriais são referentes ao conjunto de propriedades observadas através dos sentidos perceptivos dos seres humanos (ALBINO, 2018).

## **8.1 MÉTODOS DIRETOS**

Os métodos diretos são os mais precisos, no entanto, podem demorar mais tempo, pois nesses estudos são utilizadas condições de armazenamento realistas e bem definidas.

### **8.1.1 Estudos de Estabilidade**

De acordo com a Anvisa (2018), neste estudo os alimentos são submetidos a condições esperadas de armazenamento e distribuição por um intervalo de tempo e que este método ajuda a determinar em que ponto ocorrem mudanças químicas, físicas e deterioração do alimento. Com isso, o prazo de validade é determinado em relação a essas alterações e não ao crescimento de microrganismo patogênico ou produção de toxinas.

Os estudos de estabilidade ainda se dividem em:

- Estudo de estresse, para determinar a susceptibilidade à degradação de um ingrediente ou combinação de ingredientes;
- Estudos acelerados, onde as condições de armazenamento são intensificadas para acelerar a taxa de qualquer mudança e para reduzir o tempo de estudo;
- Estudo de longa duração, onde o tempo de armazenamento é igual ou maior à validade prevista. Isso também é conhecido como estudo "em tempo real";
- Estudo de acompanhamento, realizado após o início da comercialização do alimento, com o objetivo de monitorar e confirmar o prazo de validade previamente estabelecido;

- Estudo de uso, que é usado para simular a estabilidade do produto após a abertura e durante o uso pelo consumidor;
- Estudo de transporte, que é usado para simular as condições de transporte e armazenamento durante a distribuição do produto;
- Testes de desafio microbiológico.

### **8.1.3 Análise Sensorial**

A análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim. Pode-se avaliar a seleção da matéria-prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros (TEIXEIRA, 2009).

As etapas da produção dos produtos alimentícios, os materiais utilizados e embalagens modificam a vida de prateleira desses alimentos e conseqüentemente os aspectos organolépticos do mesmo. Portanto, é necessário realizar análise sensorial com o intuito de coletar informações nas quais quantificam as respectivas alterações perceptíveis.

Dentre as análises sensoriais, tem-se: a cor, aparência e textura, identificadas pela visão; sabor, pelo paladar; e odor pelo olfato. Apesar de cada parâmetro ter seu sentido específico, elas são formadas também pelo conjunto de sensações que o alimento transmite ao consumidor, sendo eles muito bem correlacionados entre si. Tais parâmetros são determinantes para a satisfação do cliente no momento de consumir um alimento ou rejeitá-lo. Mudanças dos aspectos organolépticos dos alimentos estão fortemente ligadas às outras alterações, como microbiológica ou química, as quais modificam as características dos alimentos através de reações. Assim, é possível, através de estudos mais aprofundados, correlacionar as mudanças sensoriais com ou outros parâmetros analisados (ALBINO, 2018).

Em um estudo típico, várias unidades do produto são armazenadas sob determinadas condições ambientais e, em tempos pré-estabelecidos, uma amostra das unidades é retirada do local de armazenagem e levada a julgamento de avaliadores treinados (painelistas) (KELLES, 2007).

Vasques *et al.* (2006) utilizaram da análise sensorial para determinar a vida de prateleira de maçãs desidratadas. A avaliação sensorial constituiu-se de um teste de preferência e aceitabilidade realizada com uma equipe não treinada de 100 consumidores de diferentes idades e classes. A preferência e a aceitação foram obtidas mediante uso de uma escala de avaliação estruturada com nove pontos, com o propósito de quantificar um atributo estritamente psicológico. Para os resultados obtidos para a vida-de-prateleira, foi aplicado o teste estatístico ANOVA para verificar se houve ou não diferenças significativas quanto aos grupos analisados ou, quando necessário, aplicou-se o Teste de Tukey (5% de significância) para verificar se houve ou não diferenças significativas quanto aos pares de amostras.

## **8.2 MÉTODOS INDIRETOS**

São menos precisos, no entanto, mais rápidos, pois são empregadas temperaturas e condições de armazenagem diferentes da recomendada em rotulagem, o que significa que pode haver necessidade de um ajuste com relação a validade do alimento após ter sido comercializado.

### **8.2.1 Equação de Arrhenius**

A temperatura é o fator que mais influencia na velocidade das reações químicas, e em razão disso, quantificar o efeito deste agente sobre a velocidade de deterioração nos alimentos é peça fundamental com base em Testes Acelerados de Vida de Prateleira (OLIVEIRA, 2010).

A compreensão da cinética é particularmente importante ao interpretar os dados de estudos de estabilidade em curto prazo, tais como estudos acelerados, onde a validade deve ser baseada em uma extrapolação de tendências identificadas em períodos relativamente curtos (ou seja, 3 a 6 meses). A falta de utilização de modelos estatísticos adequados pode levar a extrapolações inválidas. A precisão de um modelo estatístico está relacionada ao número de temperaturas de armazenamento que podem ser utilizadas para o estudo acelerado e o número de amostras que podem ser retiradas de cada temperatura em cada ponto do tempo. Idealmente, pelo menos três temperaturas a incrementos de 5°C ou 10°C devem ser usadas para um estudo de 24 semanas em um produto com vários ingredientes que possua validade de 2 a 3 anos (ANVISA, 2018).

A equação de Arrhenius equivale ao tempo de armazenamento em envelhecimento acelerado. Uma alternativa para essa equação é o conceito de  $Q_{10}$ :

$$Q_{10} = K_{(\theta+10)} / K_{\theta}$$

$$= t_s(\theta) / t_s(\theta + 10)$$

Onde  $K$  = taxa de reação de temperatura  $\theta$  e  $t_s$  (dias) = vida de prateleira (FELLOWS, 2019).

Moura, et al. (2001), ao determinar a cinética de degradação de polpas de morango, através dos dados obtidos das análises objetivas e subjetivas realizadas para estimar o tempo de vida de prateleira dos produtos, os resultados mostraram que a reação cinética de degradação da cor para a polpa de morango sem açúcar se ajusta ao modelo cinético de 1ª ordem. O modelo de Arrhenius foi aplicado às velocidades de reação ( $k$ ), nas diferentes temperaturas, fornecendo uma energia de ativação ( $E_a$ ) de 8,0 kcal/mol e um valor de  $Q_{10}$  de 1,55, para a polpa de morango sem açúcar.

### 8.3 TESTES ACELERADOS

Para Pinto (2015), os testes acelerados para determinação de vida de prateleira, são usados para se obter informações utilizando altos níveis de variáveis que influenciam no processo, como por exemplo, umidade e temperatura. Estas informações são extrapoladas para se obter uma correta estimativa de vida-de-prateleira em condições normais de estocagem.

De forma geral, os cálculos que envolvem o TAVP seguem as seguintes etapas:

- 1) Seleção dos parâmetros cinéticos;
- 2) Execução do estudo cinético em uma taxa de deterioração adequada ao cronograma do Estudo;
- 3) Extrapolação dos parâmetros cinéticos para as condições normais de armazenamento;

4) Obtenção da Vida-de-Prateleira nas condições reais de armazenamento através dos dados cinéticos extrapolados (BRASIL, 2019).

Em se tratando de produtos registrados na Anvisa, poderá ser concedido um prazo de validade provisório de até 24 meses se aprovado, o relatório de estudo de estabilidade de longa duração de 12 meses ou relatório de estudo de estabilidade acelerado de 6 meses, acompanhado dos resultados preliminares do estudo de longa

duração. Nesses casos, os estudos acelerados devem contar com análises em amostras do produto submetidas a  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $75\% \text{ UR} \pm 5\%$  em pelo menos 3 tempos (ex.: 0, 3 e 6 meses). O relatório deve conter os resultados obtidos e deve ser feita avaliação das tendências de degradação por meio de gráficos e de discussões dos resultados. Caso os resultados finais do estudo de estabilidade não confirmem o prazo de validade provisório, é necessário que a empresa tome as medidas cabíveis e solicite à Anvisa a alteração do prazo de validade (ANVISA, 2018).

MOURA, et al., (2007) ao determinar a vida de prateleira de maçã-passa por testes acelerados realizou a avaliação da cinética das reações de deterioração além da orientação quanto às condições mais adequadas de conservação do produto. Para isso, as amostras foram acondicionadas em filme PE de  $140 \mu$ , armazenadas as temperaturas de 5, 25 e  $35^{\circ}\text{C}$  e avaliado em leituras objetivas de cor L, a e b Hunter, no período de 6 meses. Através dos dados pôde definir a cinética das reações como de ordem zero, aplicando o modelo de Arrhenius e pela avaliação sensorial, pelo Teste de Diferença do Controle, a estimativa para vida útil do produto foi de 100 dias a temperatura de  $35^{\circ}\text{C}$ , como o valor de  $Q_{10}$  neste experimento foi de 2,0, logo, em temperatura ambiente a vida de prateleira do produto se mantém por 200 dias.

## **9. PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

As propriedades físico-químicas, microbiológicas e organolépticas determinam a característica geral do produto e são específicas a cada um. Quando ocorrem alterações significativas em algum desses parâmetros pode ser que ocorra a perda de qualidade do produto ou afete a segurança do alimento, comprometendo o consumo do mesmo, e conseqüentemente, seu tempo de vida (ALBINO, 2018).

Os fatores inerentes aos alimentos podem resultar em diversas alterações deteriorantes, a depender do tipo de alimento em questão. Portanto, o Quadro 2 mostra exemplos das principais mudanças que ocorrem nos alimentos, em diferentes classes e os fatores que limitam a sua vida útil.

**Quadro 2 - Principais mudanças deteriorantes nos produtos alimentícios. FONTE: FOOD INGREDIENTS BRASIL (2011).**

<b>PRINCIPAIS MUDANÇAS DETERIORANTES NOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS</b>		
<b>PRODUTO</b>	<b>MECANISMOS DE DETERIORAÇÃO</b>	<b>LIMITES DAS ALTERAÇÕES</b>
<b>FRUTAS E VEGETAIS</b>		
Frutas macias	Quebra enzimática Crescimento de fungos Perda de umidade	Amolecimento textural Bolor visível Aparência seca
Frutas duras	Ação enzimática Perda de umidade	Amolecimento textural, nódoas negras Textura seca
Batatas	Ação enzimática Germinação	Amolecimento, cozimento pobre Germinação, produção de toxina
Pepino	Ação enzimática	Perda de crocância, colapso na estrutura
Salada de repolho	Perda de umidade dos vegetais Oxidação da gordura	Perda de viscosidade molho, alterações na aparência, crescimento microbiano Rancidez
Saladas preparadas	Perda de umidade Oxidação	Perda de crocância, secagem Escurecimento
Conservas de frutas	Sinéresis Oxidação	Separação do soro, crescimento de fungos Perda de sabor
Frutas secas	Ação enzimática Reações químicas	Escurecimento Alterações no sabor
<b>CARNES</b>		
Carne vermelha fresca	Oxidação Crescimento microbiano	Perda da cor vermelha, rancidez Sem odor e sabor
Carne congelada	Oxidação Sublimação do gelo	Rancidez Queima do congelamento
Peixe fresco	Crescimento microbiano Reações químicas	Microbiana Sem odor Alterações na aparência
Aves frescas	Crescimento microbiano	Microbiana Sem odor
Salsichas frescas	Crescimento microbiano Oxidação	Microbiana Rancidez
Toucinho defumado fresco	Crescimento microbiano Oxidação	Microbiana Rancidez, alterações na cor
Presunto enlatado	Reações químicas Deterioração da lata	Perda de sabor Geração de gás
<b>CEREAIS E OUTROS PRODUTOS SECOS</b>		
Pão	Retrogradação do amido Migração de umidade	Textura e sabor rançoso Textura seca, crescimento de fungos
Snacks	Absorção de umidade Oxidação	Perda de crocância Rancidez
Bolos	Perda de umidade Alterações do amido Crescimento microbiano	Secagem e endurecimento Sabor e textura rançosos Formação de mofo
Massas secas	Alterações do amido Alterações da proteína	Alterações na textura, ruptura Envelhecimento

Os fatores limitantes do shelf-life de alimentos compostos podem ser diferentes daqueles individuais. Por exemplo, um fator que limita a vida útil em cereais matinais, contendo mistura de cereais e frutas secas, é o endurecimento da fruta a partir da migração da umidade para o cereal. Ainda, podem incluir alterações no sabor

decorrentes das reações químicas e da absorção da umidade e amolecimento do cereal (ADITIVOS INGREDIENTES, [s.d.]).

Em produtos de padaria, os problemas encontrados com relação aos fatores deteriorantes para esta classe são; leveduras e bolores, ranço, envelhecimento. Em bebidas, leveduras e bolores, esporos, *E. Coli*, *Salmonella*. Na culinária, levedura e bolores, formação de gás, rancidez, redução de sódio. Na confeitaria, problemas como leveduras xenófilas, rancidez e pegajosidade. Em laticínios, leveduras e bolores, *Listeria*, esporos, psicotrópicos. Em frutas e vegetais, podem ocorrer deterioração microbiana e escurecimento. Em carnes, aves e peixes, podem apresentar leveduras e bolores, esporos, pseudomonas, *Listeria*, *Salmonella*, *E. Coli*, rancidez, descoloração, perda de suculência, redução de sódio e, em óleos e gorduras, possibilidade de gerar problemas com leveduras e bolores além da rancidez (HANDARY S.A., 2020).

## 10. METODOLOGIA

O método utilizado nesta revisão sistemática seguiu o protocolo baseado no esquema da Figura 2, sugerido por MENDES; SILVEIRA; GALVÃO (2008) e no método *Systematic Search Flow* FERENHOF; FERNANDES (2016), conforme mostra a Figura 3.



Figura 2 - Passos da Revisão de Literatura. Fonte: (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

A Figura 3 apresenta o fluxo da busca sistemática para revisões. O método se divide em 4 fases: protocolo de pesquisa, análise, síntese e escrever. A primeira fase é dividida em 5 atividades relacionadas ao protocolo de pesquisa; a) definição da estratégia de busca, b) consulta (busca) nas bases de dados, c) gestão das referências mediante a transferência dos dados a um programa de gerenciamento, d) análise dos dados de maneira padronizada, baseada nos critérios de inclusão e exclusão, para seleção dos artigos a serem incluídos na revisão e, por último, e) composição de um portfólio com os artigos selecionados (FERREIRA; RETONDARIO; TANIKAWA, 2021).



**Figura 3- Método SYSTEMATIC SEARCH FLOW. Fonte: (FERENHOF; FERNANDES, 2016).**

A revisão teve início com uma hipótese e/ou pergunta de partida bem definidas, que delimitou o tema da pesquisa (Como as empresas determinam a vida de prateleira de seus produtos alimentícios?). Em seguida, foram definidos critérios de inclusão e exclusão, as bases de dados pesquisadas e realizada a busca na literatura. Num terceiro passo, os estudos selecionados foram organizados para extração de dados sistemática para formação do banco de dados da pesquisa. O quarto passo seguiu a avaliação dos estudos incluídos na revisão, o que permitiu refletir sobre a qualidade dos achados. O quinto passo foi realizado a leitura dos mesmos com a finalidade de incluí-los ao estudo da revisão para que agregue ao conhecimento científico e tecnológico. Por fim, o último passo tratou-se da organização de todas as informações da revisão, desde como foi definida e conduzida até os resultados e conclusões.

### **Estratégia de Busca**

Visando estabelecer uma abordagem sobre o estudo da vida de prateleira ou vida útil dos produtos alimentícios, os seguintes critérios de inclusão foram considerados na pesquisa: Estudos originais, nacionais e internacionais;

Publicações a partir de 2000; Relação direta com determinação da vida de prateleira em alimentos por meio de estudos ou testes; Metodologias empregadas para determinação da vida de prateleira em alimentos; Guia para determinação de prazos de validade. Os seguintes descritores utilizados foram: “vida de prateleira”, “*shelf life*,” “vida de prateleira e alimentos”, “determinação de vida útil”, “testes acelerados de vida de prateleira”, “equação de Arrhenius e alimentos”, “fatores intrínsecos e extrínsecos alimentos”, “vida de prateleira de produtos alimentícios”.

### **Crêterios de Elegibilidade**

Todo o material selecionado com base nos cr terios de inclusão mencionados anteriormente, foi possível determinar os cr terios de exclusão do presente trabalho. Portanto, os artigos inferiores ao ano de 2000, em idiomas diferentes do português ou inglês, que não estabelecessem rela o direta com métodos alinhados a determina o de vida de prateleira de algum produto alimentício, problema de pesquisa abordado no artigo ou disserta o equidistante da linha de pesquisa abordado neste trabalho, foram excluídos.

### **Sele o dos estudos**

Os mecanismos de buscas utilizadas foram por livros na biblioteca do campus Gama do IFB e em bases eletr nicas de dados (Portal de periódicos CAPES, Scielo, Science Direct, Google Scholar). Logo, para esta revisão foram incluídos artigos de revisão, monografias, disserta es, teses, capítulos e livros, além de estudos realizados em outros países.

Após a busca nas bases de dados, os artigos encontrados foram agrupados e transportados para um software gerenciador de referências (Mendeley ), e em seguida descartadas as duplicatas.

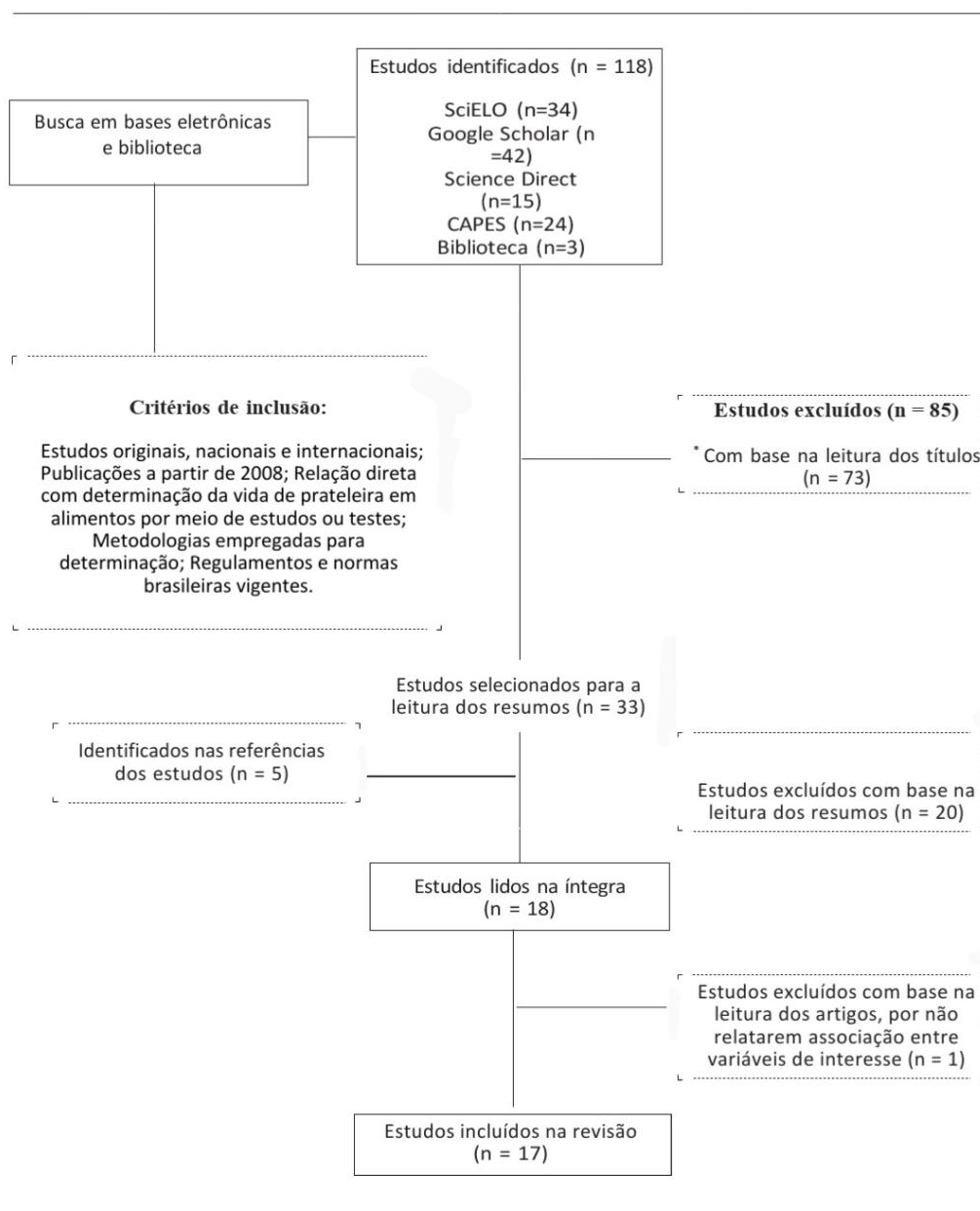
### **Análise e interpreta o dos resultados**

Foi realizada seguindo a elabora o da revisão sistemática sugerida por (FERREIRA; RETONDARIO; TANIKAWA, 2021), de acordo os cr terios de elegibilidade definidos e utilizando os descritores nas bases de dados eletr nicos.

## 11. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 11.1 DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

A figura 4 demonstra as etapas de elaboração desta revisão sistemática de literatura.



**Figura 4 - Etapas da elaboração da revisão sistemática. FONTE: o autor.**

Por meio dos protocolos empregados neste estudo, descritores e fonte de dados foi possível descrever neste esquema a quantificação dos resultados.

Como resultado da revisão sistemática, identificou-se 118 estudos publicados a partir do ano 2000. Pela revisão e seleção dos estudos, avaliando primeiramente os títulos, foram excluídos 85 documentos. Com isso, os 33 artigos originais restantes da etapa anterior foram selecionados para a leitura dos resumos. A estes, foram acrescentados 5 estudos obtidos a partir da revisão das referências bibliográficas dos artigos, com o intuito de identificar estudos de potencial relevância, ainda não incluídos na revisão sistemática, que atendiam aos critérios de inclusão.

Deste total de 38 artigos, 18 foram excluídos por apresentarem material insuficiente que atendessem aos requisitos esperados para desenvolvimento da revisão. Dos 20 artigos restantes, 3 foram excluídos, após leitura integral dos mesmos, por relatarem associação indireta as variáveis de interesse como, abordagem direta as variáveis de determinação de vida útil para alimentos. Portanto, 19 estudos foram utilizados para elaboração desta revisão sistemática, sendo 17 em formato eletrônico. Todos os dados coletados foram utilizados exclusivamente com finalidade científica.

A avaliação dos estudos incluídos nesta revisão e aplicação da análise estatística seguiram os critérios de inclusão e exclusão, seguida da análise crítica dos estudo selecionados. Durante a revisão, os dados dos artigos incluídos foram registrados em planilhas no Microsoft Office Excel®. A planilha para extração e síntese dos dados está representado no quadro 3.

**Quadro 3 - Planilha de Extração de Dados. FONTE: Elaborado pelo autor.**

Autores	Ano	Título	Revista	Metodologia por Testes Acelerados	Idioma	Objetivo Geral	Principais resultados	Conclusão do artigo
1 ALBINO, Rafaela Brognara	2018	Análise de degradação de produto alimentício: Estudo da vida de prateleira	Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL	SIM	Português	Avaliar a vida de prateleira da nata através de metodologia acelerada visando aplicabilidade para implementação do método em laboratório de análises químicas	A determinação da vida de prateleira de amostras de nata, composto do leite, utilizou métodos acelerados fundamentados em três diferentes temperaturas (5,25 e 35°C). Foi realizada análises de acidez do produto, quanto as análises microbiológicas, foram realizadas através de contagem de mesófilos aeróbios, coliformes e análise de estafilococos coagulase positiva e por fim, a análise sensorial para verificar as possíveis alterações quanto aos aspectos de cor, sabor, odor, textura e aparência, que pudessem aparecer nas amostras durante a realização dos testes de determinação	Até a data de publicação do estudo, foi comprovada a eficiência do processo desenvolvido para determinação da vida de prateleira da nata, a qual abordou todos os aspectos analíticos necessários para o estudo. Para ter conhecimento por diferentes perspectivas quanto ao processo de degradação da nata, foi necessário realizar as análises físico-químicas, microbiológicas e sensorias. Ao analisar resultados quanto aos parâmetros da análise, estes não ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação e não apresentou características para a rejeição por parte do consumidor

Autores	Ano	Título	Revista	Metodologia por Testes Acelerados	Idioma	Objetivo Geral	Principais resultados	Conclusão do artigo
2 ANVISA	2018	Guia para determinação de prazos de validade de alimentos	Portal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária	NÃO	Português	Orientar aos agentes públicos e privados sobre metodologias a respeito da determinação do prazo de validade de seus respectivos produtos alimentícios	O guia aborda temas específicos relacionados a determinação de prazos de validade para produtos alimentícios, dentre eles estão as alterações que podem ocorrer durante o processamento e armazenamento dos alimentos, caracterizados pelos fatores intrínsecos e extrínsecos, também a relação sobre a segurança alimentar e preocupação com a saúde	Estabelecido os parâmetros que determinam o prazo de validade, o guia segue com a finalidade de cumprir os requisitos técnicos ou administrativos exigidos pela legislação
3 BRASIL, Mathews de Sousa Índio do.	2019	Determinação da vida de prateleira por meio de testes acelerados em bebida alcoólica mista de leite condensado (coquetel)	Repositório Universidade Federal do Rio Grande do Norte	SIM	Português	Estudar a cinética de degradação de uma bebida alcoólica mista de Leite Condensado através de testes acelerados para estimar-se uma vida-de-prateleira nas condições normais de consumo do produto.	Para estimar a vida útil do produto foi aplicado o Modelo de Arrhenius nas diferentes temperaturas (25, 35 e 45°C) no período de 35 dias obtendo uma energia de ativação (Ea) de 219,98 kcal.mol <sup>-1</sup> e Q10 igual a 1,012. Portanto, é possível estabelecer relação direta quanto ao método utilizado e evidenciar que só foi possível avaliando a degradação das características intrínsecas as quais influenciam as reações cinéticas, determinantes para obter resultado	Foi possível concluir que a utilização de um Teste Acelerado de Vida-de-Prateleira (TAVP), é uma técnica factível para obtenção da vida útil de um produto de forma mais rápida que a tradicional.
4 FERREIRA Sila Mary Rodrigues, RETONDARIO Anabelle, TANIKAWA Lilian	2021	Protocolo de revisão de escopo e revisão sistemática na área de alimentos	Visão Acadêmica	NÃO	Português	Sugerir um roteiro para guiar o pesquisador no planejamento de Revisão de Escopo e Revisão Sistemática na área de alimentos	As bases seguiram o protocolo sugerido pela Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions e pelo Joanna Briggs Institute. Realizou-se por etapas como deve ser a construção de uma revisão sistemática protocolada, sendo constituída por identificação, resumo, palavras-chaves, introdução, pergunta norteadora ou objetivo, metodologia do estudo seguida de critérios de elegibilidade, desenho do estudo, as estratégias de busca e fontes de informação, seleção e avaliação dos estudos, etapa de extração e síntese dos dados e por análise e interpretação dos resultados	O material atendeu ao objetivo principal, um modelo que servisse de orientação a pesquisadores da área de alimentos, e com isso, espera-se que o roteiro contribua para sistematização e otimização da busca e resultar em artigo de melhor qualidade
5 FOOD INGREDIENTS BRASIL	2011	Shelf life uma pequena introdução	Revista Fi	NÃO	Português	Descrever os fatores que influenciam o shelf life dos alimentos	Demonstra a importância de entender as alterações que ocorrem nos alimentos, através de um breve detalhamento dessas deteriorações e os fatores que os interfere. Apresentadas as alterações microbiológicas, as alterações químicas deteriorantes, como o desenvolvimento de rancidez em alimentos com presença significativa de gorduras em sua composição. Alterações físicas deteriorantes, como a transferência de umidade ao alimento. Alterações deteriorantes relacionadas com a influência da temperatura, que se desenvolvem em elevadas e/ou baixas temperaturas	Foi possível compreender os fatores que participam do processo de vida de prateleira nos alimentos e como estes influenciam nos processos quanto a produção e armazenagem

Autores	Ano	Título	Revista	Metodologia por Testes Acelerados	Idioma	Objetivo Geral	Principais resultados	Conclusão do artigo
6 HANDARY S.A	2020	Food & Beverage Natural Shelf Life Solutions	Handary	NÃO	Inglês	Descrever sobre os problemas que podem ocorrer aos alimentos e apresentar suas devidas soluções	Apresentado os problemas que interferem e diminuem o shelf life dos produtos alimentícios, em cada classe específica, como, em produtos de padaria e culinária podem conter a presença de leveduras e bolores, além de tipos de leveduras específicas e presença de ranço, fatores que influenciam no prazo de validade dos produtos alimentícios. As respectivas soluções desenvolvidas no artigo, são por meio de técnicas que inibem ou minimizam os riscos destes ocorrerem, no entanto, citam procedimentos e produtos como Natap®, Natalac®, NatasanTM, Natamycin.	Este artigo serve de orientação para identificação de possíveis problemas que estão relacionados com a diminuição de vida útil dos produtos alimentícios e apresenta soluções para minimizar os prejuízos causados por estes em diversas categorias
7 HOFFMANN, Fernando Leite	2001	Fatores limitantes à proliferação de microrganismos em alimentos	BRASIL ALIMENTOS	NÃO	Português	Descrever os fatores que limitam à proliferação de microrganismos nos alimentos	O artigo descreve sobre os fatores inerentes aos alimentos que interferem na proliferação de microrganismos, como pH, atividade de água, potencial redox, conteúdo de nutrientes, constituintes microbianos e estruturas biológicas	Através deste artigo é possível verificar os fatores que causam alterações nas propriedades dos alimentos, assim como os principais microrganismos deteriorantes
8 MACÊDO, Patricia Dantas de.	2015	Avaliação da vida de prateleira da farinha obtida de resíduos de casca de laranja por meio de indicadores microbiológicos	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte	NÃO	Português	Avaliar a farinha obtida de casca de laranja produzidas no laboratório de Frutos do IFNR Campus Currais Novos, por meio de indicadores microbiológicos	O experimento deste trabalho determinou por meio de análises a vida de prateleira da farinha de casca de laranja, dentre elas a determinação do índice de coliformes a 45°C, a contagem de bactérias mesófilas, bolores e leveduras, <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Salmonella</i> . Permite conhecer por meio das propriedades intrínsecas ao produto estudado, a ciência dos processos deteriorantes a qual interferem na vida útil e só assim poder estimar a sua vida útil	Verificou-se que a farinha de resíduo de casca de laranja apresentou resultados dentro do que a legislação permite para coliformes a 45°C, contagem de mesófilos, <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Salmonella</i> . Na análise de bolores e leveduras houve um aumento gradativo do mesmo, mostrando que no tempo zero o resultado já se encontrou fora do padrão
9 MARTINS, Glenda Aparecida de Souza	2009	Determinação da vida-de-prateleira por testes acelerados de doce em massa de banana cv. Prata	Biblioteca Central da UFPA - Universidade Federal de Lavras	SIM	Português	Determinar a vida de prateleira de doce em massa de banana prata com e sem a adição de sorbato de potássio através de testes acelerados	Os resultados experimentais mostraram que os doces se mantiveram microbiologicamente estáveis durante o período de armazenamento. A autora realizou o acompanhamento do estudo da vida de prateleira por meio de análise sensorial das amostras com testes de aceitação que avaliaram os aspectos de cor, textura, sabor e contexto global por escala hedônica. Partindo desse princípio, foi possível realizar a caracterização dos estudos quanto as análises físico-químicas e microbiológicas nas amostras do doce de banana para cada formulação	O efeito da temperatura na constante de velocidade da reação, dos dados instrumentais, não se adequou ao modelo de Arrhenius indicando que outro fator, além do tempo e da temperatura, influenciou nas alterações ocorridas. Já, na análise sensorial, a degradação dos atributos sabor e aspecto global se ajustaram ao modelo de ordem zero.

Autores	Ano	Título	Revista	Metodologia por Testes Acelerados	Idioma	Objetivo Geral	Principais resultados	Conclusão do artigo
10 MENDES, Karina Dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVÃO, Cristina Maria	2008	Revisão integrativa: Método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem	Universidade de São Paulo	NÃO	Português	Apresentar os conceitos gerais e as etapas para a elaboração da revisão integrativa, bem como aspectos relevantes sobre a aplicabilidade deste método para a pesquisa na saúde e enfermagem	O texto, apesar de ser direcionado a área da saúde com viés em conhecimentos oriundos de pesquisa e da prática clínica, traz consigo resultados relevantes pelo motivo de, estabelecer uma estrutura sobre revisão integrativa de literatura, bem semelhante ao ideal proposto nesta revisão sistemática. É possível verificar que as etapas de elaboração para a revisão, que são descritas no artigo, servem de base para uma construção linear de uma revisão sistemática de literatura independente	As alterações nas coordenadas de cor e na concentração de vitamina C foram as que mais afetaram a qualidade do suco de manga durante o armazenamento. O modelo de ordem zero ajustou-se melhor aos dados experimentais de degradação da cor, por outro lado, a degradação da vitamina C foi bem mais explicada pelo modelo de primeira ordem. A influência da temperatura na degradação da vitamina C foi muito bem explicada pelo modelo de Arrhenius. O TAVP permitiu estimar em 190 dias a vida de prateleira do suco integral+A13:115
11 MOURA, Sílvia Cristina S. Rolim de. <i>Et al.</i>	2001	Cinética de degradação de polpas de morango	Brazilian Journal Of Food Technology	SIM	Português	Determinar a vida de prateleira de polpas de morango através do estudo da cinética de degradação	A avaliação da vida útil argumentada no artigo foi baseada em leituras objetivas de cor L, a e b Hunter (Minolta Chroma Meter CR-300) e leituras subjetiva de cor, através do Teste de Diferença de Controle. As análises objetivas foram realizadas em 115 dias e as subjetivas em 85 dias, os dados obtidos pela análise objetiva poderam determinar que as amostras de polpa de morango sem açúcar se encaixam no modelo cinético de primeira ordem	Os resultados sugerem que, durante seu tempo de vida de prateleira, as polpas de morango sem açúcar devem ser estocadas sob refrigeração e as polpas de morango com açúcar podem ser estocadas à temperatura ambiente
12 MOURA, Sílvia Cristina S. Rolim de. <i>Et al.</i>	2007	Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados	Ciência e Tecnologia de Alimentos	SIM	Português	Determinar a vida de prateleira de maçã-passa por meio de testes acelerados	O experimento trazido pelo artigo aborda a metodologia de testes acelerados para obtenção de estimativa de vida de prateleira em amostras de maçã-passa, através da avaliação da cinética de degradação das reações de deterioração e relevância das condições de conservação aplicado ao produto. Avaliou-se por leituras objetivas a cor L, a e b Hunter, e análise sensorial pelo Teste de Diferença de Controle, no período de 6 meses.	Por meio das análises realizadas o emprego dos testes acelerados para a determinação de vida de prateleira de maçã-passa demonstrou ser factível. O parâmetro L de cor apresentou a variação mais expressiva, definindo como sendo de ordem zero. Os parâmetros cinéticos foram: Q10 a 2,0 e Ea de 7,6 kcal.mol <sup>-1</sup> . A vida de prateleira de maçã-passa armazenada em filme de polietileno a 140 µ, na temperatura de 25°C foi de aproximadamente 200 dias
13 OLIVEIRA, Anderson do Nascimento	2010	Cinética de degradação de suco integral de manga e estimativa de vida-de-prateleira por testes acelerados	Universidade Federal de Viçosa	SIM	Português	Estudar a cinética de degradação do suco integral de manga comercial por testes acelerados e estimar sua vida-de-prateleira nas condições normais de armazenamento	Proporcionou identificar as etapas que o autor utilizou ao determinar a cinética de degradação do suco, que envolvem processos deteriorativos influenciados pelas características inerentes as propriedades do líquido e ainda o processo de armazenagem. A principal análise empregada (Análise Descritiva Quantitativa) foi a determinante para estimar a vida de prateleira, sendo avaliada por provadores treinados e não treinados, avaliando atributos de cor, sabor e aroma, além da aceitação	As alterações nas coordenadas de cor e na concentração de vitamina C foram as que mais afetaram a qualidade do suco de manga durante o armazenamento. O modelo de ordem zero ajustou-se melhor aos dados experimentais de degradação da cor, por outro lado, a degradação da vitamina C foi bem mais explicada pelo modelo de primeira ordem. A influência da temperatura na degradação da vitamina C foi muito bem explicada pelo modelo de Arrhenius. O TAVP permitiu estimar em 190 dias a vida de prateleira do suco integral

Autores	Ano	Título	Revista	Metodologia por Testes Acelerados	Idioma	Objetivo Geral	Principais resultados	Conclusão do artigo
14 PINTO, Juliana Venturini	2015	Elaboração de manual prático para determinação de vida-de-prateleira de produtos alimentícios	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	NÃO	Português	O objetivo deste trabalho foi elaborar um manual prático para orientar empresas que atuam na área de alimentos, bem como realizar uma revisão sobre os diversos fatores que influenciam a vida-de-prateleira de produtos alimentícios	Após a identificação dos fatores intrínsecos e extrínsecos relativos ao tipo de alimento a ser estudado que podem sofrer alterações em suas propriedades, é feito o planejamento e realização de testes para determinação de sua vida útil. Divide as etapas de realção do teste em quatro categorias: análises sensoriais, microbiológicas, químicas e físicas. Logo após os testes pode-se estimar o período a qual o produto manterá suas características ideais para o consumo, e sugere seu posterior monitoramento	Desenvolveu-se um manual prático com detalhamento das etapas a serem seguidas para a determinação de vida-de-prateleira, servindo como guia para produtores que buscam entender melhor o seu produto. Neste trabalho foram especificados os principais testes que devem ser realizados para o estudo de vida-de-prateleira, que são os testes sensoriais, microbiológicos, químicos e físicos
15 PRAVALLIKA, Kosana; CHAKRABORTY, Snehasis	2022	Effect of nonthermal technologies on the shelf life of fruits and their products: A review on the recent trends	ELSEVIER	NÃO	Inglês	Apresentar o efeito das tecnologias não térmicas na vida de prateleira de frutas e seus produtos	A revisão fornece informações sobre o impacto de tratamento não térmico na vida útil de frutas e seus produtos, além de citar alguns, como a tecnologia de plasma frio, processamento de alta pressão, tratamento com ozônio, etc. O mecanismo de ativação microbiana, que determina os critérios de determinação de vida útil de produtos à base de frutas, incluso critérios microbiológicos e não microbiológicos, e o impacto em outros atributos de qualidade ao uso de tecnologias de conservação por tratamento térmico ou secagem	Este estudo permite ao leitor escolher uma tecnologia não térmica apropriada para um determinado produto a base de fruta, na qual o processo pode ser projetado, intensificando a técnica necessária para alcançar a vida útil prolongada dos produtos de frutas
16 QUEIROZ, Lucas Oliveira de.	2021	Aspectos de qualidade e avaliação de vida de prateleira do doce de leite industrial armazenado em temperatura ambiente de 25°C	Universidade Federal do Ceará - Biblioteca Universitária	NÃO	Português	Avaliar a estabilidade do doce de leite armazenado em temperatura ambiente de 25°C produzido em uma indústria	Foram avaliados aspectos microbiológicos e físico-químicos em diferentes períodos, 30 e 60 dias, em que o doce de leite foi armazenado em temperatura ambiente 25°C. Foi realizada a avaliação da estabilidade microbiológica através da quantificação de microrganismos indicadores de contaminação, além das características físico-químicas (Acidez titulável em ácido láctico, determinação de sólidos solúveis e análise de pH)	Nesses períodos não houve crescimento de microrganismos e os aspectos físico-químicos, sólidos solúveis, acidez e potencial hidrogeniônico estavam dentro do padrão de consumo de acordo com a literatura. O doce pode ser armazenado em temperatura ambiente de 25°C por até 60 dias sem o prejuízo da qualidade microbiológica e físico-química
17 VALERO, Antonio; CARRASCO, Elena; GARCÍA-GIMENO, Rosa M <sup>ª</sup> .	2012	Principles and Methodologies for the Determination of Shel-Life in Foods	InTech	NÃO	Inglês	Descrever os princípios e metodologias com a finalidade de determinar o prazo de validade em alimentos	É estabelecida a compreensão sobre os parâmetros que influenciam a vida de prateleira dos produtos alimentares, dando destaque aos fatores ambientais que interferem no desenvolvimento microbiano, aos fatores internos e externos aos alimentos, as principais reações químicas e avaliação sensorial dos produtos a serem estimados o seu shelf-life. Com isso, é definida uma metodologia de testes aplicáveis aos produtos, baseada na identificação dos processos deteriorantes e seu posterior monitoramento	Através da compreensão dos fatores que influenciam a vida de prateleira dos alimentos mencionadas pelo autor, é necessário controlar os índices de influência dentre eles os externos ao alimento e por meio deles determinar o melhor método de estudo de determinação, no entanto, ganha destaque a análise sensorial do alimento a qual deseja ser determinado sua vida de prateleira

A tabela descrita anteriormente compõe-se de artigos tanto relativo aos aspectos e metodologias determinantes ao estudo da vida de prateleira de um produto alimentício, quanto aos modelos de revisão sistemática que serviram de base para a elaboração desta revisão sistemática de literatura.

Com isso, 6 artigos apresentaram metodologia associada a Testes Acelerados de Vida de Prateleira (TAVP), 6 artigos relativos aos aspectos que influenciam a vida de prateleira de alimentos e que indicam modelos de estudos para determinar a vida útil de produtos alimentícios, 2 artigos que se referem as etapas de elaboração de uma revisão sistemática de literatura e 3 artigos que estabelecem relação direta com alguma metodologia de estudo para previsão de vida de prateleira de alimentos, no entanto, sem utilização de métodos acelerados.

## 11.2 VIDA DE PRATELEIRA

Para a definição do conceito da palavra “vida de prateleira” ou “*shelf-life*” tanto Kelles (2007), quanto Martins (2009), designam como sendo a duração de tempo, em determinada condição de estocagem, correspondente a uma perda tolerável de qualidade do alimento que atinja uma condição inaceitável ou imprópria para o consumo.

Os órgãos regulamentadores de caráter nacional possuem normas estabelecidas para que mantenha um controle de produção e distribuição de alimentos adequados, o que assegura a qualidade desses produtos assim como a sua segurança alimentar. Ainda, reiteram a importância de avaliar as mudanças que ocorrem nos alimentos, dentre eles fatores internos e externos, com o intuito de determinar o impacto que este poderá sofrer e que estará relacionado ao seu prazo de validade.

No Brasil, a Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001, publicada pela ANVISA, estabelece os padrões microbiológicos e sanitários para alimentos e determina os critérios para a conclusão e interpretação dos resultados das análises microbiológicas de alimentos destinados ao consumo humano.

*“5.1. As metodologias para amostragem, colheita, acondicionamento, transporte e para análise microbiológica de amostras de produtos alimentícios devem obedecer ao disposto pelo Codex Alimentarius; "International Commission on Microbiological Specifications for Foods" (I.C.M.S.F.); "Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods" e "Standard Methods for the Examination of*

*Dairy Products*" da American Public Health Association (APHA)"; *Bacteriological Analytical Manual*" da Food and Drug Administration , editado por Association of Official Analytical Chemists (FDA/AOAC), em suas últimas edições e ou revisões, assim como outras metodologias internacionalmente reconhecidas". (BRASIL, 2001).

A RDC nº12/2001 não é suficiente para garantir a qualidade e segurança dos alimentos, pois nela são estabelecidos apenas padrões para microrganismos patogênicos ou microrganismos indicadores de qualidade higiênico sanitária. Portanto, para cada alimento em que a vida de prateleira está sendo determinada, é interessante estabelecer os microrganismos que devem ser avaliados bem como o nível máximo para evitar a sua deterioração e surtos de origem alimentar. E ainda, entende que a rejeição a determinado alimento pode estar relacionada a presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes, alterações organolépticas, alterações físico-químicas, perda de valor nutricional ou por contaminantes de embalagem.

As alterações que ocorrem em produtos alimentícios são ocasionadas pelas mudanças físicas, químicas e microbiológicas. As alterações físicas estão relacionadas as condições de estocagem a qual esse alimento é submetido com relação a troca de umidade entre o produto e o ambiente. Já as alterações químicas, prevalecem as reações lipolíticas e degradações: nutrientes, sabor, textura e aroma. Por fim, as alterações microbiológicas consistem na multiplicação e deterioração microbiana (ALBINO, 2018).

Para Pinto (2015), as alterações químicas que ocorrem nos alimentos e que influenciam no sabor, cor e textura, podem ser percebidas durante o processo de estocagem e são causadas por oxidação lipídica, degradação de pigmentos ou ainda pelo escurecimento enzimático, o quesito cor, é modificada pela degradação de pigmentos. A oxidação de lipídios, que ocorre na presença de luz e oxigênio, afeta diretamente a degradação do sabor e que a estabilização da gordura é baseada no uso de métodos físicos e adição de antioxidantes, como ácido ascórbico, vitamina E, carotenoides e flavonoides.

Os fatores intrínsecos dos alimentos, são relativos aos componentes internos dos mesmos, as quais podem funcionar como barreiras ou facilitadoras de possíveis contaminações e desenvolvimento microbiano. Gava (2008), demonstra a importância do fator de pH e ainda propõe uma classificação prática na qual estabelece diferentes faixas em relação aos alimentos.

Ao se realizar o controle de crescimento de microrganismos por meio da acidez, o pH = 4,5 é muito importante, pois abaixo desse valor não há o desenvolvimento de *Clostridium botulinum* bem como, de forma geral, das bactérias patogênicas (HOFFMANN, 2001)

Para Gava (2008) e Garcia (2004), as definições com relação a atividade de água presente nos alimentos é definida como a relação que existe entre a pressão de vapor do alimento e vapor da água pura a mesma temperatura, é medida em peso, todo o conteúdo que é capaz de realizar reações ligada aos constituintes do produto.

A temperatura deve ser controlada por meio de condições ambientais ideais favoráveis ao tipo de alimento pois, esta é um fator crucial que contribui para o seu processo de deterioração, participando ativamente das suas reações de multiplicação microbiana, fazendo com que o produto perca índices de qualidade e diminua sua vida de prateleira. Quanto mais elevada for a temperatura, maior será a velocidade da multiplicação dos microrganismos.

Para que um produto alimentício possua uma vida útil prolongada deve-se ater as condições ideais de estocagem, como por exemplo, medidas contra os danos físicos que podem ocorrer, odores no ambiente a qual o produto é armazenado, local livre de pragas e roedores. O tipo de embalagem que é utilizada se faz um fator importante, ela participa principalmente do processo de preservação da qualidade e características do produto, nela podem ser empregadas embalagens com diversas funções tecnológicas para proteção de contato com microrganismos, como as embalagens a vácuo, atmosfera modificada e embalagens ativas.

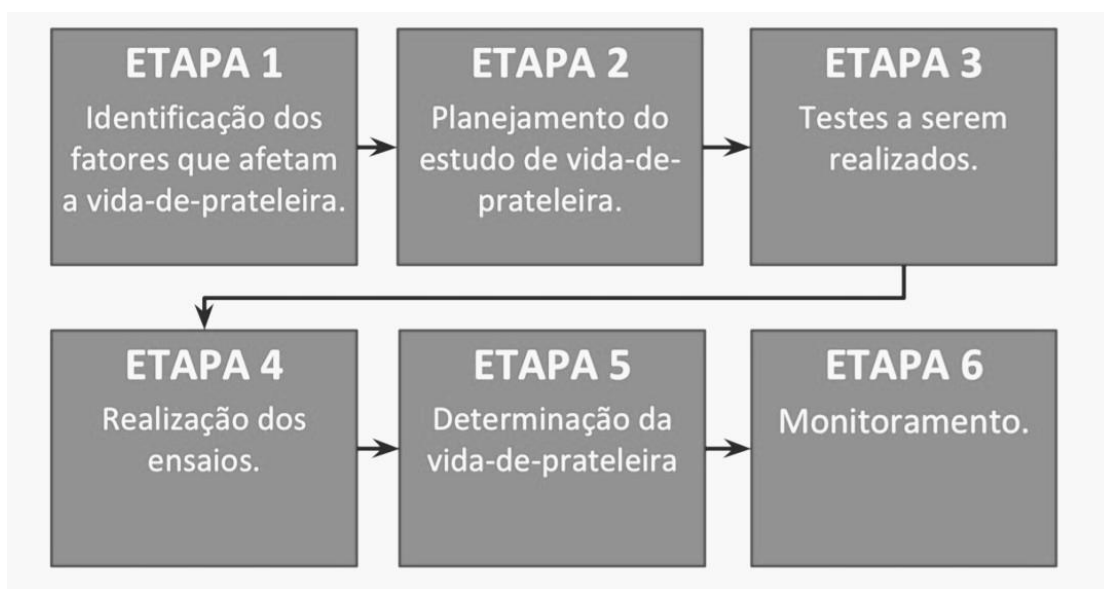
Normalmente os estudos de vida de prateleira baseiam-se na realização de testes durante o período de validade esperado para o produto, de forma a avaliar a manutenção das suas características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriais e nutricionais. No entanto, em certos casos, a vida-de-prateleira dos produtos é bastante longa, dessa forma, torna-se difícil para o produtor ou responsável técnico se basear no método usual de estudo de vida-de-prateleira (testes realizados ao longo da estocagem). Portanto, quando é necessário que se encontre respostas mais rápidas para a determinação de vida-de-prateleira, métodos rápidos precisam ser utilizados.

No modelo de manual proposto por (PINTO, 2015) sobre a determinação de estudo de vida de prateleira para produtos alimentícios, se constitui de fases ou etapas de elaboração. Portanto, a primeira etapa segue a identificação dos fatores que

afetam a vida de prateleira, fatores esses que incluem os potenciais intrínsecos e extrínsecos. A segunda etapa, consiste no planejamento do estudo, definindo quais os testes que serão necessários realizar, incluem também a duração e frequência, ainda, do número total de amostras utilizadas, além de quando prosseguirá o estudo. Na terceira etapa, são realizados os testes do estudo seguindo a ordem de análises químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais.

A quarta etapa é o processo de realização dos ensaios, na qual as amostras devem ser estocadas sob as mesmas condições as quais os produtos serão armazenados antes do consumo, caso contrário, devem ser armazenadas em temperatura e umidade conhecida, verificados e registrados regularmente. A quinta etapa é a determinação em si, a identificação de um tempo que marca o *shelf-life* do produto, por meio de um estudo experimental de sua deterioração, baseado no conhecimento das características de qualidade e os mecanismos de deterioração específicas. A sexta e última etapa do estudo, é a realização do monitoramento, processo na qual irá validar o resultado determinado anterior, portanto, deve ser feito continuamente a fim de assegurar a segurança e qualidade do produto ao longo de toda a sua vida de prateleira.

A figura 5 mostra as etapas para determinação de vida de prateleira de alimentos proposto por Pinto (2015).



**Figura 5 - Esquema representativo das etapas de determinação de vida-de-prateleira. FONTE: PINTO, 2015.**

O trabalho desenvolvido por (QUEIROZ, 2021) avaliou aspectos microbiológicos e físico-químicos do doce de leite em diferentes períodos (30 e 60 dias), armazenado a temperatura de 25°C, de modo que não houve crescimento de microrganismos e quanto aos aspectos físico-químicos, sólidos solúveis, acidez e pH se mantiveram dentro do padrão de consumo de acordo com a literatura.

Ao produzir pão com farinha do bagaço de uva e avaliar a sua vida útil através de provadores não treinados, o resultado foi de que o produto se manteve por 7 dias, antes que os consumidores comecem a rejeitar o produto, visto que este neste período apresentava alterações na aparência, maciez e sabor do pão (BALDISSERA, 2022).

(OLIVEIRA, 2010) analisou amostras de suco integral de manga armazenadas em diferentes temperaturas (25°, 35° e 45° C) e realizou estudo da vida de prateleira por meio da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) para obtenção do perfil sensorial, onde os produtos mantiveram microbiologicamente estáveis durante todo o período de armazenamento. Observou-se que em temperaturas elevadas os atributos como a cor, sabor e aroma foram alterados significativamente, e o primeiro atributo menos dependente da temperatura. Por fim, neste estudo foi estimada uma vida de prateleira de 190 dias para o suco integral de manga a 25°C.

Com a finalidade de estender a vida útil de frutas e seus produtos, os autores (PRAVALLIKA; CHAKRABORTY, 2022) propõe técnicas que utilizam tratamentos não térmicos que devem ser aplicados à matéria. Portanto, frutas inteiras e/ou frescas devem ser comumente processadas usando plasma frio, ozônio, OMF e UV para esterilização da superfície. A esterilização de frutas inteiras e frutas minimamente processadas depende da morfologia da superfície, a qual pode diminuir a eficiência do tratamento empregado. Para alimentos sólidos, o tratamento com ozônio e UV são os preferidos devido a completa inativação de microrganismos.

## **12. CONCLUSÃO**

A partir desta revisão sistemática é possível concluir que, a determinação de vida de prateleira de um produto alimentício não segue um modelo padrão, sendo assim, o estudo pode ser baseado em diferentes análises, potencializando os de cunho microbiológico e sensorial.

Pela tabela de extração de dados que compôs esta revisão sistemática de literatura, 55% dos artigos estabeleceram relação direta com o tema abordado neste trabalho, sendo apresentados de maneira associada a determinação por metodologia de Testes Acelerados de Vida de Prateleira (TAVP). Os outros 45% dos artigos selecionados, se distribuem entre funções relativas a construção dessa revisão, a qual serviram como base em algumas etapas de elaboração, e com relação aos fatores determinantes ao estudo da vida de prateleira dos alimentos em si, pelos fatores que influenciam na estabilidade dos alimentos.

Pelos resultados apresentados, permitem ainda verificar que os principais autores incluídos nesta revisão abordam temas semelhantes e que partindo dos princípios básicos, como a avaliação de aspectos intrínsecos e extrínsecos relacionados aos alimentos e produtos alimentícios em cada categoria, são determinantes para a realização e sucesso do estudo.

Tendo em vista o conhecimento de que a alimentação é essencial para manutenção da vida, o presente estudo irá contribuir para que empresas ou responsáveis técnicos no setor de alimentos, possam determinar a vida de prateleira de seus produtos, assegurando a garantia de estabilidade através dos temas abordados neste trabalho.



[\\_farinha\\_do\\_bagaaco\\_de\\_uva.pdf?sequence=-1&isallowed=y>](#) . Acesso em: 20 dez. 2022.

BRASIL. Decreto Lei nº 986 de 21 de outubro de 1969. **Institui normas básicas sobre alimentos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.

BRASIL. Resolução - RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos Para Alimentos**. ANVISA, 2001. Disponível em:<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-12-de-2-de-janeiro-de-2001.pdf/view>> Acesso em: 28 de nov. de 2022.

BRASIL. Resolução - RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. **Regulamento Técnico Para Rotulagem De Alimentos Embalados**. ANVISA, 2002. Disponível em:<[https://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259\\_20\\_09\\_2002.html#:~:text=Alimento%3A%20%C3%89%20toda%20subst%C3%A2ncia%20que,2.9.](https://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259_20_09_2002.html#:~:text=Alimento%3A%20%C3%89%20toda%20subst%C3%A2ncia%20que,2.9.)> Acesso em: 26 out. 2022.

EEEP, e. e. de e. p. **microbiologia de alimentos**. [s.l: s.n.]. disponível em: [https://www.seduc.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/37/2011/10/nutricao\\_e\\_dietetica\\_microbiologia\\_de\\_alimentos.pdf](https://www.seduc.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/37/2011/10/nutricao_e_dietetica_microbiologia_de_alimentos.pdf) . Acesso em: 20 dez. 2022.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**; tradução; Julio Alberto Nitzke... [et al.] ; revisão técnica: Julio Alberto Nitzke. -4. ed. p 1 - Porto Alegre : Artmed, 2019.

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. Demystifying the Literature Review As a Basis Forscientific Writing: Ssf Method. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**, v. 21, n. 3, p. 550–563, 2016.

FERREIRA, S. M. R.; RETONDARIO, A.; TANIKAWA, L. **Protocolo de revisão de escopo e revisão sistemática na área de alimentos**. v. 22, 2021.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Shelf Life Uma Pequena Introdução. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, v. 18, n. 8, p.67-73, 2011. Disponível em:<<http://www.revistafi.com/materias/188.pdf>> . Acesso em: 18 nov. 2022.

GARCIA, Denise Marques. **Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas de integração avícola**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4401>. Acesso em: 12 nov. 2022.

GAVA, A. J; SILVA, C.A.B; FRIAS, J.R.G. **Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. p. 93 - 104.

GIMÉNEZ, Ana; ARES, Florencia; ARES, Gastón. **Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches**. Food Research International, Montevideu, v. 1, n. 49, p.311-325, jul. 2012.

HANDARY S.A. **Food & Beverage natural shelf life solutions**. 2020. Disponível em: <[www.handary.com](http://www.handary.com)>. Acesso em: 20 dez. 2022.

HOFFMANN, F. L. Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. **Brasil Alimentos**, São José do Rio Preto v. 9, p. 23–30, ago. 2001.

ICMSF. Microorganismos de los Alimentos. Características de los patógenos microbianos. Zaragoza: Acribia, 1996. 606p.

JAY, J. M. **Microbiologia Moderna de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711p.

JAY, J. M. **Microbiologia Moderna de los Alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1992. 804p.

KELLES, F. F. **Tempo de vida de prateleira de produtos alimentícios levando em conta erros de avaliação**. UFMG, ICEX - Instituto de Ciências Exatas, Belo Horizonte Minas Gerais: 2007. disponível em: <<http://www.est.ufmg.br/portal/arquivos/mestrado/dissertacoes/dissertacaofernandokellesv37final20070808.pdf>> . Acesso em: 20 dez. 2022.

MACÊDO, P. D. **Avaliação da vida de prateleira da farinha obtida de resíduos de casca de laranja por meio de indicadores microbiológicos**. Currais Novos: [s.n.]. disponível em: <<http://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/827>> acesso em: 14 dez. 2022.

MARTINS, G. de A. S. **Determinação da vida-de-prateleira por testes acelerados de doce em massa de banana cv. prata**. Minas Gerais: UFLA, 2009.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. de C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 17, n. 4, p. 758–764, 2008.

MOURA, S. I. B. **Aplicação de conservantes alimentares para controlo da contaminação por Listeria spp. e bolores em queijos**. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioquímica, Universidade da Beira Interior, Corvilha, 2011. Disponível em: <<https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2074/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Sandrina%20Moura%202011.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2022.

- MOURA, S. C. S. R. de; *et al.* **Cinética de degradação de polpas de morango.** Braz. J. Food Technol., 4:115-121, 2001.
- MOURA, S. C. S. R. de; *et al.* **Determinação da vida de prateleira de maçã-passa por testes acelerados.** Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas, 27(1): 141-148, jan.-mar. 2007.
- MOURA, S. C. S. R.; VITALI, A. A.; ALMEIDA, M. E. M.; BERBARI, S. A. G.; SIGRIST, J. M. M. **Cinética de Degradação de Polpas de Morango.** Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 4, n. 1, p. 115-121, 2001. Disponível em: <<http://bjft.ital.sp.gov.br/arquivos/artigos/v04nu67a.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2022.
- OLIVEIRA, A. do N. **Cinética de degradação de suco integral de manga e estimativa da vida-de-prateleira por testes acelerados.** Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos; Tecnologia de Alimentos; Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2010 Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/2882>>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- OSAWA, C.C. et al. **Avaliação físico-química de bolo de chocolate com coberturas comestíveis à base de gelatina, ácido esteárico, amido modificado ou cera de carnaúba.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 29, p.92-99, mar. 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/9hKqjSWYrmQHpw5MmZRWSRm/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 28 nov. 2022.
- PINTO, J.V. **Elaboração de manual prático para determinação de vida-de-prateleira de produtos alimentícios.** 2015. 66 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Curso de Engenharia de Alimentos. Porto Alegre, 2015.
- PRAVALLIKA, K.; CHAKRABORTY, S. **effect of nonthermal technologies on the shelf life of fruits and their products: a review on the recent trends: shelf life of nonthermally treated fruit products.** applied food researchelsevier b.v., 1 dez. 2022.
- QUEIROZ, L. O. de. **Aspectos de qualidade e avaliação de vida de prateleira do doce de leite industrial armazenado em temperatura ambiente de 25°C.** Fortaleza - CE: 2021.
- RAHME, E.; JOSEPH, L.; GYORKOS, T. **Bayesian sample size determination for estimating binomial parameters from data subject to misclassification** Royal Statistical Society. Vol. 49, Part1, pp. 119-128, 2000. Disponível em:<

<http://www.medicine.mcgill.ca/epidemiology/Joseph/publications/Methodological/Rahme2000.pdf>> Acesso: 20 dez. 2022.

SILVA, D. C. D. **Shelf-life test - Aspectos Microbiológicos em Carne Bovina Resfriada e Embalada à vácuo**. 2010. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Especialização em Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal, Universidade Castelo Branco, Florianópolis, 2010.

SLONGO, P. A. **Uso de alta pressão hidrostática em presunto fatiado: avaliação físico-química e sensorial e modelagem do crescimento microbiano**. 2008, 173 f. (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <<http://www.pgeal.ufsc.br/files/2011/01/Tese-Adriana-Slongo.pdf>> Acesso em: 28 de nov. 2022.

TEIXEIRA, L. V. **Análise sensorial na indústria de alimentos**. Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”, Jan/Fev, nº 366, 64: 12-21, 2009. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/download/70/76>> Acesso em: 2 jan.2023.

TORTORA, G.J. et al. **Microbiologia**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 827p., 2000.

VALERO, Antonio; CARRASCO, Elena; GARCIA-GIMENO, Rosa Ma. Principles and Methodologies for the Determination of Shelf-Life in Foods. **Trends In Vital Food And Control Engineering**, Rijeka, p.1-41, abr. 2012. Disponível em: <[https://cdn.intechopen.com/pdfs/35124/InTech-Principles\\_and\\_methodologies\\_for\\_the\\_determination\\_of\\_shelf\\_life\\_in\\_foods.pdf](https://cdn.intechopen.com/pdfs/35124/InTech-Principles_and_methodologies_for_the_determination_of_shelf_life_in_foods.pdf)> Acesso em: 20 dez. 2022.

VASQUES, A. R. et al. **Avaliação sensorial e determinação de vida-de-prateleira de maçãs desidratadas**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26(4): 759-765, out.-dez. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/kP8FzZQWcVRD4kBjTQdpbWC/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 2 jan. 2023.