

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Juliana Venturini Pinto

**ELABORAÇÃO DE MANUAL PRÁTICO PARA DETERMINAÇÃO DE VIDA-DE-
PRATELEIRA DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

**PORTO ALEGRE
2015**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**ELABORAÇÃO DE MANUAL PRÁTICO PARA DETERMINAÇÃO DE VIDA-DE-
PRATELEIRA DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

Juliana Venturini Pinto

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Alimentos como registro parcial para obtenção do título de graduado em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Patricia da Silva Malheiros

Co-orientador: Prof.^a Dr.^a Leticia Sopeña Casarin

**PORTO ALEGRE
2015**

**ELABORAÇÃO DE MANUAL PRÁTICO PARA DETERMINAÇÃO DE VIDA-DE-
PRATELEIRA DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

Juliana Venturini Pinto

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Patrícia da Silva Malheiros (orientadora)
Doutora em Microbiologia Agrícola e do Ambiente
ICTA/UFRGS

Prof.^a Dr.^a Paula Rossini Augusti
Doutora em Ciências Biológicas (Bioquímica)

Prof.^a Dr.^a Cheila Minéia Daniel de Paula
Doutora em Microbiologia Agrícola e do Ambiente

**PORTO ALEGRE
2015**

Sumário

RESUMO	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	8
2.1. Objetivo Principal.....	8
2.2. Objetivos Específicos.....	8
3. DESENVOLVIMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	9
3.1. Vida-de-Prateleira.....	9
3.1.1 Definição	9
3.1.2 Alterações químicas, físicas e microbiológicas ao longo do tempo de vida-de-prateleira	9
3.2. Prazo de Validade e Rotulagem	19
3.3. Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ)	20
3.4. Padrões Microbiológicos para Alimentos.....	20
3.5. Métodos de Estudo de Vida-de-Prateleira.....	21
4. PROPOSTA DE UM MANUAL PARA DETERMINAÇÃO DA VIDA-DE-PRATELEIRA DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS.....	24
4.1 ETAPA 1 - IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES QUE AFETAM A VIDA-DE-PRATELEIRA DO ALIMENTO	25
4.2 ETAPA 2 - PLANEJAMENTO DO ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA.....	39
4.3 ETAPA 3 - TESTES A SEREM REALIZADOS	40
4.4 ETAPA 4 - REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS.....	53
4.5 ETAPA 5 - DETERMINAÇÃO DA VIDA-DE-PRATELEIRA.....	53
4.6 ETAPA 6 – MONITORAMENTO	54
5. CONCLUSÃO	55
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

RESUMO

Vida-de-prateleira é geralmente definida como o tempo no qual um produto alimentício se mantém seguro, cumpre a declaração nutricional contida no rótulo e retém suas características sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas quando estocado dentro de determinadas condições. Logo, a predição precisa de vida-de-prateleira é essencial tanto para os consumidores como para os fabricantes. No entanto, esta não é uma tarefa fácil e com resultados precisos. Para fazer esta determinação é necessário que se tenha o máximo de informações sobre o alimento a ser conservado, conhecendo-se de preferência o mecanismo e a cinética das principais reações de deterioração. Assim, é necessário que se conheça as principais alterações que ocorrem nos produtos alimentícios. Estas alterações podem ser divididas em mudanças químicas, físicas e microbiológicas. As alterações microbiológicas consistem em multiplicação e deterioração microbiana. Entre as alterações químicas encontram-se reações de oxidação lipolítica e degradação de nutrientes, sabor, aroma e textura. Uma das alterações físicas que ocorrem durante a estocagem é a migração de umidade entre o produto e o ambiente. Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sobre vida-de-prateleira e desenvolver um manual que sirva como guia para empresas que necessitam determinar a validade de um determinado produto alimentício. Para se fazer a determinação de vida-de-prateleira de um produto, também é essencial que se conheça os fatores que a afetam. Estes podem ser classificados em fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos são as propriedades do produto final, entre elas estão atividade de água (a_w); valor de pH; nutrientes; microflora natural e contagem de microrganismos sobreviventes; bioquímica natural da formulação do produto (enzimas, reagentes químicos); e uso de conservantes. Após a identificação destes fatores, é feito o planejamento e realização de testes. Em geral, testes de vida-de-prateleira podem ser divididos em quatro categorias: análises sensoriais, microbiológicas, químicas e físicas. Finalmente, após a realização de testes pode-se fazer a determinação da vida-de-prateleira e seu posterior monitoramento.

1. INTRODUÇÃO

Vida-de-prateleira é geralmente definida como o tempo no qual um produto alimentício se mantém seguro, cumpre a declaração nutricional contida no rótulo e retém suas características sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas quando estocado dentro de determinadas condições (GIMÉNES; ARES; ARES, 2012).

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). Considerar a perecibilidade do produto é importante já que o “frescor” é uma das principais preocupações dos consumidores no momento da compra. Os consumidores podem julgar o frescor de um produto baseando-se nas qualidades sensoriais ou na data de validade indicada no rótulo. Como atualmente a maioria dos produtos é totalmente embalada, o consumidor precisa confiar no prazo fornecido no rótulo (VAN ELZAKKER et al., 2014). Desta forma, os fabricantes devem ter meios disponíveis para prever a data final do tempo de armazenamento sob determinado conjunto de condições de ambiente de estocagem (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

No entanto, a previsão de vida-de-prateleira de um produto não é uma tarefa fácil e com resultados precisos. É necessário 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, bem como a capacidade de multiplicação de microrganismos patogênicos. 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).

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 et al., 2013), além de influenciar na velocidade de multiplicação dos microrganismos.

A justificativa deste trabalho está na dificuldade enfrentada por empresas de alimentos em realizar estudos de vida-de-prateleira a fim de determinar o prazo de validade de produtos alimentícios. Logo, com este trabalho, objetivou-se fazer uma revisão sobre vida-de-prateleira e um manual que sirva como guia para empresas que necessitam determinar a validade de um determinado produto alimentício.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Principal

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.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão sobre tipos de estudos de vida-de-prateleira;
- Especificar os fatores que influenciam a vida-de-prateleira dos diferentes produtos alimentícios;
- Desenvolver uma revisão sobre prazo de validade e legislação atual em relação ao prazo de validade de alimentos.
- Elaborar um manual prático para orientar empresas que atuam na área de alimentos.

3. DESENVOLVIMENTO BIBLIOGRÁFICO

3.1. Vida-de-Prateleira

3.1.1 Definição

A vida-de-prateleira ou vida útil 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). A vida-de-prateleira também pode ser definida como o tempo no qual um produto alimentício se mantém seguro, obedece à rotulagem em relação à informação nutricional e conserva as características sensoriais, químicas e físicas desejadas quando estocado em condições recomendadas (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012).

3.1.2 Alterações químicas, físicas e microbiológicas ao longo do tempo de vida-de-prateleira

As alterações que ocorrem nos produtos alimentícios podem ser divididas em mudanças químicas, físicas e microbiológicas. As alterações microbiológicas consistem em multiplicação e deterioração microbiana. Entre as alterações químicas encontram-se reações de oxidação lipolítica e degradação de nutrientes, sabor, aroma e textura. Uma das alterações físicas que ocorrem durante a estocagem é a migração de umidade entre o produto e o ambiente de estocagem (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2015).

Multiplicação Microbiana

Muitos gêneros alimentícios são excelentes meios para o desenvolvimento de diferentes microrganismos e, se as condições forem favoráveis, o crescimento destes poderá alterar o sabor, odor e aspecto dos alimentos. Certas propriedades dos alimentos, tais como pH e atividade de água produzem efeito sobre a multiplicação microbiana. Logo, existe a necessidade de se garantir a qualidade dos

alimentos e a segurança do consumidor, pois tanto a espécie, quanto o comportamento dos microrganismos no alimento depende destes fatores e das condições ambientais às quais o alimento está sujeito (por exemplo, a temperatura do ambiente de estocagem) (ROBAZZA; TELEKEN; GOMES, 2010).

Para o consumidor a importância de uma vida-de-prateleira bem estabelecida está na qualidade e inocuidade do produto. Por conta do progressivo aumento da população mundial, existe cada vez mais a necessidade de produzir alimentos industrializados diversificados com qualidade higiênico-sanitária, nutricional e propriedades organolépticas e sensoriais satisfatórias aos consumidores. Considerando estes fatores, os produtos industrializados precisam apresentar maior vida-de-prateleira, de forma a manter o alimento seguro por mais tempo (QUEIROZ, 2006).

Para determinar a influência dos microrganismos na vida útil de um alimento é preciso entender a multiplicação microbiana em função de vários fatores ambientais. Os microrganismos são capazes de se multiplicar até níveis elevados quando estão submetidos a condições propícias. Esta multiplicação microbiana pode resultar tanto em doenças de origem alimentar como na degradação do alimento, com o desenvolvimento de características sensoriais indesejáveis, e, dependendo do caso, tornar o alimento impróprio para o consumo (SILVA, 2010).

Durante a manipulação e processamento, os alimentos podem ser contaminados com microrganismos provenientes do manipulador, do ambiente e por contaminação cruzada com superfícies e matérias primas que apresentem elevada carga microbiana. Durante o armazenamento, dentre os fatores que irão influenciar a velocidade de multiplicação dos microrganismos, os mais importantes são: carga microbiana no começo do armazenamento; propriedades físico-químicas dos alimentos, como teor de umidade, pH e presença de conservantes; método de processamento utilizado na produção dos alimentos; e o ambiente externo do alimento, como as composições de gases circundantes, a umidade relativa e a temperatura de armazenamento (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2015).

Após a contaminação, os microrganismos utilizarão o alimento como fonte de nutrientes. Em condições favoráveis, esses microrganismos irão se multiplicar podendo alterar as características físicas e químicas dos alimentos, causando sua

deterioração. Entretanto, a multiplicação de microrganismos patogênicos responsáveis por intoxicações e infecções alimentares, como as espécies de *Salmonella*, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Listeria monocytogenes*, não é necessariamente acompanhada por alterações na aparência, odor, sabor e textura (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011; FETSCHA et al., 2014).

Em geral, alterações microbiológicas são de primordial importância para os produtos de curta vida-de-prateleira, já as alterações químicas e sensoriais são mais importantes para produtos de média e longa vida-de-prateleira; porém, os três tipos podem ser importantes para os produtos de curta e média vida-de-prateleira (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

Alterações Sensoriais

Mudanças sensoriais estão diretamente relacionadas com as alterações na qualidade que os alimentos sofrem durante a sua estocagem. Estas mudanças, devido à degradação, podem resultar em rejeição do produto pelo consumidor. O sabor e o aroma são elementos importantes para a aceitação de um produto, porém estes são difíceis de serem mantidos ao longo da estocagem. Vários fatores afetam diretamente estes atributos, como o processo de produção, o material de embalagem e as condições de estocagem. Estes fatores causam modificações e reduzem a intensidade do sabor e aroma (LEICHTWEIS, 2011). Ao se determinar a vida-de-prateleira de um produto, análises químicas, físicas, microbiológicas e nutricionais são fundamentais, contudo também são de grande importância as características sensoriais do produto. Tais características assumem grande importância, uma vez que a maioria dos consumidores se baseia nas características sensoriais no momento de comprar um produto, como por exemplo, doçura, maciez, cor, odor, aspecto, sabor residual, etc. Por este motivo, uma avaliação sensorial completa para determinação de vida-de-prateleira está se tornando cada vez mais importante para a indústria e seus consumidores (FREITAS; COSTA, 2006).

Os microrganismos deteriorantes promovem alterações químicas que comprometem a qualidade do alimento. Em geral, a deterioração está associada a alterações sensoriais (aparência, odor, sabor, textura), resultantes da atividade metabólica dos microrganismos, que utilizam compostos do alimento como fonte de

energia (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2015). A deterioração causada por microrganismos pode se manifestar tanto por crescimento visível como por mudanças de textura (por exemplo, degradação de polímeros) ou pela formação de *off-flavors* (GRAM; DALGAARD, 2002). Com o crescimento microbiano, ocorre a formação de metabólitos, como aminas, sulfetos, álcoois, aldeídos, cetonas, e ácidos orgânicos. Estes metabólitos são responsáveis pelo desenvolvimento de *off-flavors* desagradáveis, tornando o produto inaceitável pelo consumidor (GRAM; DALGAARD, 2002; ROUSSEAU et al., 2014; GÓMEZ-TORRES et al., 2015; POTHAKOS et al., 2015).

Além da deterioração por microrganismos, também ocorrem alterações químicas em alimentos durante a estocagem. Entre as alterações indesejáveis se encontram degradação de sabor, cor e textura. Estas alterações são causadas, em sua maioria, por oxidação lipídica, degradação de pigmentos e escurecimento enzimático.

A oxidação de lipídios afeta diretamente a degradação do sabor dos alimentos. Durante o armazenamento, em presença de oxigênio e luz, ocorre a oxidação lipídica. Os principais produtos finais desta reação são álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e outros hidrocarbonetos. Estes produtos, geralmente voláteis, são responsáveis pelo desenvolvimento da rancidez oxidativa, mais conhecida como “sabor de ranço” (FERRARI, 1998).

A cor dos alimentos é, em geral, modificada por degradação de pigmentos (SANT`ANNA et al., 2013). A cor natural dos alimentos é devida principalmente a carotenoides, antocianinas, betalaínas e clorofilas, tanto como constituintes naturais dos alimentos, como aditivos alimentares. A utilização de corantes naturais tem sido buscada por fabricantes por conta da preocupação dos consumidores em relação ao consumo de corantes artificiais. Porém, a substituição dos corantes artificiais por naturais é desafiadora já que corantes naturais são menos estáveis (RODRIGUEZ-AMAYA, 2016).

Antocianinas são compostos naturalmente presentes em alimentos derivados de plantas e altamente abundantes na dieta humana. Elas configuram uma das maiores famílias de pigmentos naturais no reino vegetal. Neste grupo, encontram-se uma grande variedade de cores, percorrendo praticamente todo o espectro visível,

do laranja e vermelho até roxo e azul. As antocianinas são moléculas altamente reativas, logo, sensíveis às reações de degradação. Oxigênio, temperatura, luz, enzimas e pH estão entre os fatores que podem afetar as antocianinas, e, conseqüentemente, sua estabilidade e coloração. As antocianinas podem ser degradadas por meio de vários processos que ocorrem durante a extração dos pigmentos, o processamento de alimentos e a estocagem (FERNANDES et al., 2014).

Carotenoides são pigmentos naturais metabolizados em plantas, algas e bactérias fotossintéticas, estes pigmentos são responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha em várias frutas e vegetais (SAINI; NILE; PARK, 2015). Durante várias fases do processamento de alimentos, a estrutura dos carotenoides pode ser rompida, expondo os pigmentos a fatores adversos que podem acarretar suas degradações. A estabilidade dos carotenoides varia amplamente durante os estágios do processamento e estocagem, dependendo da estrutura de cada carotenoide, temperatura ambiente, disponibilidade de oxigênio, exposição à luz, umidade, atividade de água e presença de ácidos, metais e anti-oxidantes (PINHEIRO-SANTANA et al., 1998).

Durante o processamento e/ou a estocagem, outro pigmento que pode sofrer alteração de coloração é a betalaína. Betalaínas são pigmentos heterocíclicos exclusivamente encontrados em plantas. Elas são subdivididas em betacianinas e betaxantinas. As betalaínas são relativamente mais estáveis na faixa de pH de 4,0 a 6,0 e temperaturas de estocagem de 4°C reduzem significativamente a perda deste pigmento. Betalaínas são utilizadas como corantes em alimentos congelados, derivados de leite estocados em baixa temperatura e alimentos de curta vida-de-prateleira. Devido à instabilidade das betalaínas na presença de luz, calor, pH alto, contato com oxigênio e metais, estes pigmentos não são muito largamente utilizados nos alimentos (KHAN; GIRIDHAR, 2014).

As clorofilas são os pigmentos naturais mais abundantes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais. As clorofilas são pigmentos verdes que, devido a sua cor e propriedades físico-químicas, são também usadas como aditivos para produtos alimentícios. Estes pigmentos são quimicamente instáveis e podem ser alterados ou destruídos facilmente, modificando

a percepção e a qualidade dos produtos. Em geral, as clorofilas são relativamente instáveis e sensíveis à luz, aquecimento, oxigênio e a degradação química. A decomposição das clorofilas em alimentos processados inicia-se com o rompimento de tecidos pelas forças externas do processamento. Isto resulta em alterações químicas, enzimáticas e, possivelmente de expressão gênica, que conduzem a uma redução da concentração de clorofilas (STREIT et al., 2005).

Outro pigmento que pode ser degradado ao longo da estocagem é a mioglobina. A mioglobina é uma proteína responsável pela coloração da carne. A descoloração da carne compromete a sua aparência e é devida à conversão da oximioglobina em metamioglobina. A oxidação do átomo de ferro central é responsável pela descoloração, durante esta oxidação ocorre a mudança do vermelho da oximioglobina para o marrom da metamioglobina. Muitos fatores afetam a oxidação da oximioglobina, incluindo pH, atividade redutora da metamioglobina, pressão parcial de oxigênio e oxidação lipídica. Esta oxidação também é favorecida por altas temperaturas (FAUSTMAN et al., 2010).

Redução na qualidade nutricional especificada no rótulo

Durante o processamento, armazenamento e manipulação dos alimentos, ocorre diminuição do conteúdo de vitaminas. Comparado com a perda de vitaminas durante o processamento térmico, o armazenamento posterior costuma ter efeitos pequenos, mas significativos sobre o conteúdo de vitaminas (FENNEMA et al., 2010).

A estocagem de alimentos afeta a quantidade de vitaminas presente no produto. Vários fatores influenciam na estabilidade de vitaminas, variando de vitamina para vitamina, porém, os fatores mais importantes são calor, umidade, oxigênio, pH e exposição à luz (OTTAWAY, 2010).

O ácido ascórbico (vitamina C) é amplamente usado na indústria de alimentos, tanto devido ao seu valor nutricional, quanto as suas contribuições funcionais na qualidade do produto (TORALLES et al., 2008). É considerado que, se o ácido ascórbico fica retido no alimento, outros nutrientes também ficam retidos. Logo, o ácido ascórbico pode ser considerado como um indicador de qualidade nutricional de alimentos. Ácido ascórbico é conhecido por ser uma vitamina volátil

que perde atividade devido a vários fatores, incluindo pH, conteúdo de umidade, oxigênio e temperatura (MARFIL; SANTOS; TELIS, 2008). A degradação do ácido ascórbico também é afetada pela atividade de água (TIMOUMI; MIHOUBI; ZAGROUBA, 2007) e oxidação durante a estocagem (BACIGALUPI et al., 2016).

O termo genérico, folatos, se refere a um grupo de vitaminas B. Estas vitaminas compartilham estrutura química similar e como são vitaminas essenciais, precisam ser obtidas através da ingestão. Folatos são considerados sensíveis ao calor, oxigênio, luz e pH baixo. A degradação ocorre durante a estocagem, especialmente em casos de sucos, onde a faixa de pH baixo prevalece (FROMMHERZ et al., 2014).

A vitamina E também é facilmente degradada durante a estocagem. Dentre os fatores que afetam a estabilidade desta vitamina estão luz, água e calor (DO et al., 2015).

Microrganismos também podem influenciar na qualidade nutricional dos alimentos. Da mesma forma que microrganismos podem se multiplicar durante o armazenamento do produto, outras mudanças na composição do alimento podem ocorrer. Esta deterioração pode levar o alimento a ser considerado inaceitável pelo consumidor, já que será considerado um alimento estragado e fora dos padrões de qualidade aceitáveis. Em outros casos, nutrientes essenciais podem ser reduzidos abaixo do nível esperado pelo consumidor. Esta redução de nutrientes deve ser evitada, especialmente em casos de alimentos que são consumidos com o propósito de garantir a ingestão adequada de um nutriente, como por exemplo, vitaminas. Como os microrganismos podem reduzir a quantidade de nutrientes em um alimento, eles afetam diretamente a qualidade nutricional do produto, interferindo na correta informação presente no rótulo (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

As perdas de vitaminas são variáveis de acordo com os produtos e ao longo da cadeia produtiva. As etapas que mais contribuem para a ocorrência destas perdas são o processamento térmico e a estocagem. Medidas de controle simples, como transporte em ambiente refrigerado; utilização de equipamentos adequados ao processamento; controle do tempo e temperatura de pasteurização e esterilização; envase em embalagens assépticas e protegidas da luz e, sempre que possível, com

a utilização de CO₂; entre outras, podem minimizar as perdas nutricionais, com ênfase no conteúdo de vitaminas (ABRANCHES et al., 2008).

Oxidação e hidrólise de Gorduras

O desenvolvimento de rancidez é um fator importante em alimentos que contém gordura, e pode ocorrer através de diferentes mecanismos como, por exemplo, reações lipolíticas/hidrolíticas, reações oxidativas e reações de reversão de sabor (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011). A rancidez oxidativa pode ocorrer pelos processos auto-oxidativo, fotooxidativo (oxidação fotossensibilizada) e enzimático. Estes mecanismos levam à formação de compostos que podem ser desejáveis (cor, odor, sabor) ou indesejáveis (formação de compostos tóxicos, polímeros, compostos cíclicos) (QUEIROZ, 2006). A rancidez oxidativa, ou oxidação lipídica, é o tipo de degradação mais importante em gorduras e óleos e está presente em diversos alimentos incluindo alimentos fritos, nozes, frutas secas, carnes, leite em pó, café e margarina. Durante a rancidez oxidativa, o oxigênio ataca gorduras insaturadas acarretando mudanças de cor, *off-flavors* e em certos casos substâncias tóxicas. O oxigênio pode ser dissolvido entre o óleo ou alimento, podendo ficar também no *headspace* da embalagem, ou penetrar na embalagem durante a estocagem. Para minimizar a oxidação de lipídios, deve-se evitar ao máximo o contato do oxigênio com o alimento, para isso são utilizadas embalagens que atuam como barreira de oxigênio (SINGH; ANDERSON, 2004).

A reação espontânea do oxigênio atmosférico com os lipídios, conhecida como auto-oxidação, é o processo mais comum que leva à deterioração oxidativa. Esta reação é uma das causas mais comuns de deterioração da qualidade de alimentos. Gorduras insaturadas são oxidadas via auto-oxidação de radicais livres, um processo de reação em cadeia catalizado pelos produtos da reação (VALERO; CARRASCO; GARCIA-GIMENO, 2012).

Alimentos que contém gordura animal, como por exemplo, leite, podem sofrer mudanças químicas e físicas causadas por lipólise. A lipólise pode ser definida como a hidrólise enzimática de gorduras pelas lipases. A acumulação dos produtos da reação, especificamente ácidos graxos livres, é responsável pelo *off-flavor*,

frequentemente referido como rancificação (VALERO; CARRASCO; GARCIA-GIMENO, 2012).

A estabilização da gordura é baseada no uso de métodos físicos (controle das condições de temperatura e luz durante a estocagem) e adição de antioxidantes. Exemplos de conhecidos antioxidantes naturais são ácido ascórbico, vitamina E, carotenoides e flavonoides. Os antioxidantes inibem a oxidação lipídica agindo como doadores de hidrogênio ou elétron e interferindo na reação em cadeia, não formando nenhum componente radical (VALERO; CARRASCO; GARCIA-GIMENO, 2012).

Ganho e perda de umidade

Uma das principais causas de alterações físicas deteriorantes em alimentos é a migração de umidade. Este fator pode ser observado em produtos frescos, através da perda da umidade, e em produtos secos, que podem perder a crocância por absorção de umidade (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011). Muitos produtos alimentícios são negativamente afetados por mudanças de umidade que impactam diretamente a vida-de-prateleira e a qualidade do produto. Ao perderem ou ganharem umidade, os alimentos perdem a característica de textura desejada. Por exemplo, açúcar mascavo se torna duro e forma grumos, uvas passas ficam duras, cereais matinais perdem a textura crocante desejada e carnes conservadas se tornam duras e secas. Além disso, muitas outras mudanças são afetadas por variações de umidade. Alguns alimentos a base de grãos podem se tornar rançosos mais rapidamente pela oxidação de radicais livres em baixas umidades, tornando-se inaceitável. Da mesma forma, alguns nutrientes instáveis como vitaminas e corantes naturais, como a clorofila, são oxidados mais rapidamente quando estocados em baixas umidades (ESSE; SAARI, 2004). 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 embalados em filmes plásticos que promovam uma barreira para o vapor d'água. Desta forma, a quantidade correta de água fica retida no alimento (OSAWA et al., 2009).

Como citado anteriormente, a perda de umidade dos alimentos afeta a crocância dos mesmos. A mudança de uma forma crocante para deformável é devida à transição vítrea de um produto. A absorção de moléculas de água aumenta

o volume livre na estrutura, que tem efeito de plastificação, aumentando assim a flexibilidade e mobilidade das moléculas, resultando em um produto com textura mole. Estas mudanças levam à redução da temperatura de transição vítrea do alimento abaixo da temperatura ambiente, reduzindo a rigidez do material. Com um conteúdo de umidade baixo, o material parcialmente plastificado é capaz de sustentar maior tensão, logo, a força de ruptura é alta. Em geral, com altos conteúdos de umidade, a deformação plástica prevalece e a dureza diminui, resultando em uma textura mole (VALENZUELA; AGUILERA, 2015).

Escurecimento não enzimático

A reação de Maillard é uma reação de escurecimento não enzimático que pode ocorrer em alimentos e em organismos vivos (SHIBAO; BASTOS, 2011). Essa reação é induzida pelo calor ocorrendo entre açúcares redutores e aminoácidos (HELOU et al., 2016). A reação de Maillard é uma reação entre grupos amino e componentes redutores. Em alimentos, os compostos amino são geralmente aminoácidos livres ou ligados em proteínas, enquanto que os açúcares redutores são os compostos químicos mais resistentes ao processamento e conservação de alimentos (HUANG et al., 2007).

Algumas substâncias são formadas com a reação de Maillard durante o aquecimento térmico e/ou armazenamento prolongado de alimentos que contém proteínas e açúcares redutores. Estes compostos são biologicamente ativos e podem resultar em benefícios à saúde, por apresentarem atividade antioxidante e antimutagênica. Por outro lado, o consumo destes produtos da reação de Maillard pode interferir em processos nutricionais importantes, como diminuir a biodisponibilidade de minerais e o valor biológico de proteínas (SHIBAO; BASTOS, 2011).

Embora a reação de Maillard seja induzida pelo calor, pesquisas têm mostrado que açúcares e aminoácidos mesmo quando estocados em temperatura de refrigeração podem apresentar sinais de escurecimento não enzimático, o que mostra a relevância da Reação de Maillard na vida-de-prateleira da grande maioria dos produtos alimentícios (ARNOLDI, 2004).

3.2. Prazo de Validade e Rotulagem

A rotulagem de produtos alimentícios pode facilitar a transferência de informações do fabricante para o consumidor. Particularmente para alimentos embalados que foram sujeitos a processamentos, tanto brandos como intensos, o julgamento em relação à qualidade, segurança e nutrição se torna difícil sem o fornecimento de informações corretas na rotulagem (VAN BOXSTAEL et al., 2014).

No Brasil, o órgão que regulamenta a correta rotulagem dos alimentos é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da RDC 259 de 20 de setembro de 2002. Segundo a ANVISA, a não ser que um regulamento técnico específico determine o contrário, os rótulos dos alimentos devem fornecer obrigatoriamente a informação de prazo de validade (BRASIL, 2002).

De acordo com a RDC 259, não é exigida a indicação de prazo de validade apenas para: frutas e hortaliças frescas; vinhos, vinhos licorosos, vinhos espumantes, vinhos aromatizados, vinhos de frutas e vinhos espumantes de frutas; bebidas alcoólicas que contenham 10% (v/v) ou mais de álcool; produtos de panificação e confeitaria que, pela natureza de conteúdo, sejam em geral consumidos dentro de 24 horas seguintes à sua fabricação; vinagre; açúcar sólido; produtos de confeitaria à base de açúcar, aromatizados e/ou coloridos; goma de mascar; sal de qualidade alimentar, além de alimentos isentos por Regulamentos Técnicos específicos.

O prazo de validade deve constar de pelo menos o dia e o mês para produtos que tenham prazo de validade não superior a três meses ou o mês e o ano para produtos que tenham prazo de validade superior a três meses. Pode-se declarar o prazo de validade com diferentes expressões, entre elas, “consumir antes de”, “válido até”, “vence”, “consumir preferencialmente antes de”, etc.

Também deve ser claramente indicado na rotulagem as condições especiais para sua conservação, em uma legenda com caracteres bem legíveis, indicando as precauções necessárias para manter suas características normais. Devem ser informadas as temperaturas máxima e mínima para a conservação do alimento. O mesmo é aplicado para alimentos que podem se alterar depois de abertas suas embalagens, utilizando-se a frase “após aberto consumir em:...” e informando o

tempo no qual o alimento se mantém aceitável após a abertura da embalagem (BRASIL, 2002).

3.3. Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ)

O Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) de um produto é o conjunto de características qualitativas e/ou quantitativas que define a qualidade aceitável do produto ou processo, para os fins a que se destina. Sendo assim, para ser comercializado, um produto alimentício deve atender aos parâmetros definidos no PIQ, garantindo assim sua identidade e suas características mínimas de qualidade. Dentre estes parâmetros estão matéria gorda, umidade, densidade relativa, extrato seco desengordurado, quantidade de proteínas, etc., de acordo com o tipo de produto. A carga microbiana máxima também é regulada de acordo com cada alimento (INMETRO, 2015). Segundo a Resolução 23 de 15 de Março de 2000 da ANVISA, todo alimento deve ser produzido de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade ou Regulamento Técnico (RT) e demais diretrizes estabelecidas, aprovados pela autoridade competente.

3.4. Padrões Microbiológicos para Alimentos

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.

Segundo esta Resolução, as metodologias para amostragem, colheita, acondicionamento, transporte e análise microbiológica de produtos alimentícios devem obedecer ao disposto no *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.

A RDC 12/2001 estabelece padrões para microrganismos patogênicos ou para microrganismos indicadores de qualidade higiênico sanitária, no entanto é importante destacar que os padrões microbiológicos estabelecidos pela RDC 12 não são suficientes para garantir a qualidade e segurança dos alimentos. 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.

3.5. Métodos de Estudo de Vida-de-Prateleira

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, assim, torna-se difícil para o produtor 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. Conseqüentemente, procedimentos foram desenvolvidos para prever ou estimar a vida-de-prateleira de forma mais rápida. Apesar de estes métodos serem atraentes para o produtor (alguns baseados em procedimentos acelerados e outros baseados em modelos computacionais), eles devem ser utilizados com certa restrição. Métodos acelerados só podem ser utilizados quando existe uma relação entre comportamento de estocagem em ambientes normais de armazenamento e condições aceleradas. Já as predições computacionais só podem ser utilizadas se o método já foi validado para alimentos (MAN, 2004).

MÉTODO USUAL

O método mais comum para se determinar a vida-de-prateleira de um produto alimentício é realizando diferentes testes ao longo de um determinado tempo em condições controladas que se assemelham àquelas que serão encontradas durante a estocagem, distribuição, exposição à venda e tempo de uso pelo consumidor. Como as condições reais de estocagem são difíceis de serem

reproduzidas, é ideal que no momento das análises se considere as piores condições que poderão ser encontradas. Estas podem ser definidas como as condições mais extremas nas quais o alimento será submetido. Ao se fazer a estocagem sobre estas condições, tem-se como objetivo encontrar dados de vida-de-prateleira com uma boa margem de segurança (MAN, 2004).

TESTES ACELERADOS

Os fabricantes de alimentos enfrentam uma alta pressão para desenvolver produtos novos em curtos espaços de tempo. Espera-se que a maioria destes produtos apresente uma vida-de-prateleira de várias semanas ou até mesmo meses, no entanto, o tempo para se determinar seus prazos de validade é de somente alguns dias ou semanas (HOUGH; GARITTA; GÓMEZ, 2006). Testes acelerados são aplicáveis para qualquer processo de deterioração que apresente um modelo cinético válido. Este processo pode ser bioquímico, químico, microbiológico ou físico (MAN, 2004). Testes acelerados 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. Na maioria das empresas, testes acelerados envolvem apenas uma única condição. Por exemplo, se um determinado produto apresenta vida-de-prateleira de 1 mês à temperatura de 40°C, ele deverá durar 4 meses à temperatura de 20°C (temperatura ambiente). Logo, assume-se que o fator de aceleração de 20°C para 40°C é de 4. Este valor é estimado baseando-se em dados previamente estabelecidos pela literatura para produtos similares (HOUGH; GARITTA; GÓMEZ, 2006). Apesar das limitações e do fato de que as deteriorações sofridas pelos alimentos são geralmente mais complexas, muitos métodos acelerados de determinação de vida-de-prateleira são baseados no modelo de Arrhenius (MAN, 2004).

MICROBIOLOGIA PREDITIVA

A microbiologia preditiva é considerada uma ferramenta baseada em modelos matemáticos capaz de prever o crescimento e inativação microbiana em alimentos. Estes modelos fazem a predição de crescimento dos microrganismos com o tempo considerando as variações nas condições ambientais como temperatura,

pH, concentração de sais ou de inibidores, etc. Os modelos matemáticos utilizados em microbiologia preditiva são derivados de estudos quantitativos dos microrganismos sob certas condições ambientais. Ou seja, esta ferramenta é baseada em curvas experimentais de crescimento/inativação microbiana sob dadas condições de temperatura, pH, concentração de nutrientes, concentração de sais, presença de inibidores etc. Com o conhecimento do crescimento de um dado microrganismo sob diferentes condições é possível modelar a influência de cada parâmetro ambiental sobre este crescimento (SANT'ANA; FRANCO, 2009). Com o objetivo de garantir a segurança microbiológica e a qualidade dos alimentos, a aplicação da microbiologia preditiva tem sido estimulada, já que os modelos preditivos podem ser usados para avaliar a vida-de-prateleira de um determinado produto e a segurança ou risco alimentar que este produto pode oferecer (DANNENHAUER, 2010).

4. PROPOSTA DE UM MANUAL PARA DETERMINAÇÃO DA VIDA-DE-PRATELEIRA DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Para se realizar a determinação de vida-de-prateleira de um produto, algumas etapas devem ser seguidas. Primeiramente é necessário que se faça a identificação dos fatores que afetam a vida-de-prateleira do produto a ser estudado. Depois de se identificar estes fatores é feito um planejamento do estudo antes de partir para a etapa de realização de testes, que incluem análises sensoriais, microbiológicas e testes físicos e químicos. Por fim, é feita a determinação da vida-de-prateleira e seu posterior monitoramento. A seguir são descritas cada uma destas etapas. Na figura abaixo estão apresentadas as etapas a serem seguidas para a determinação de vida-de-prateleira de produtos alimentícios.

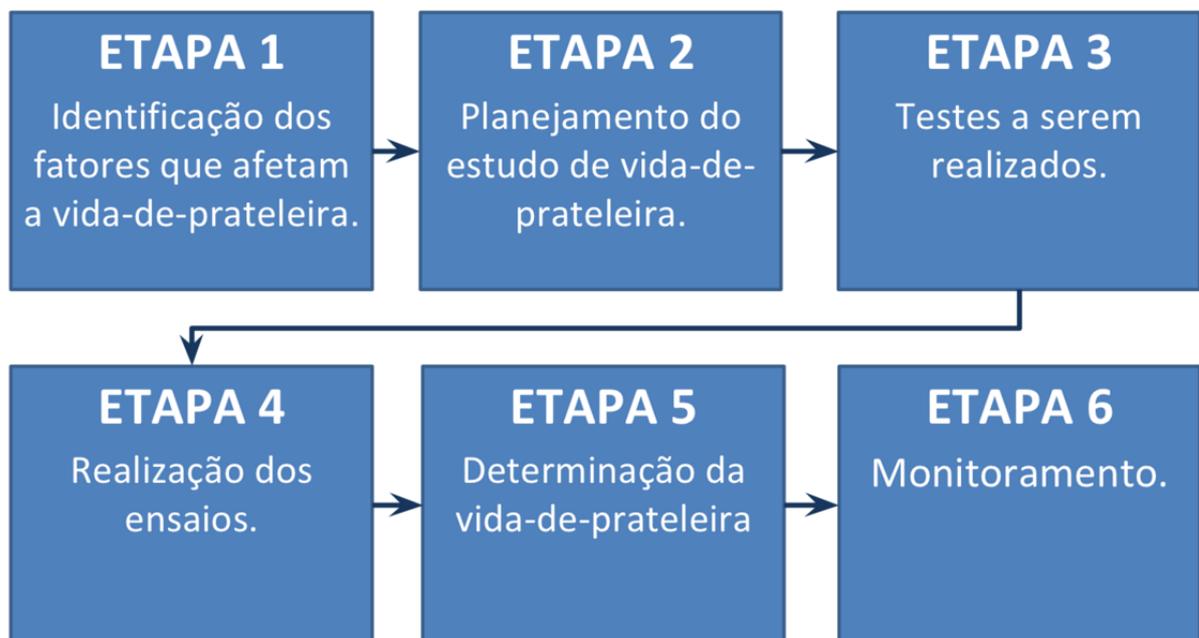


Figura 1- Esquema representativo das etapas de determinação de vida-de-prateleira. FONTE: autora, 2015.

4.1 ETAPA 1 - IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES QUE AFETAM A VIDA-DE-PRATELEIRA DO ALIMENTO

Muitos fatores afetam a vida-de-prateleira de um produto alimentício, estes podem ser classificados em fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos são as propriedades do produto final, entre elas estão atividade de água (a_w); valor de pH, nutrientes; microflora natural e contagem de microrganismos sobreviventes; bioquímica natural da formulação do produto (enzimas, reagentes químicos); e uso de conservantes. Os fatores intrínsecos são influenciados por variáveis, como tipo de matéria prima e qualidade, e pela formulação do produto e estrutura. Já os fatores extrínsecos são os que o produto final encontra à medida que ele se move através da cadeia alimentar, incluindo variabilidade espacial de pressão; controle de temperatura durante o armazenamento e distribuição; umidade relativa (UR), exposição à luz e embalagem (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2015). A figura 1 mostra um esquema sobre os fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam um produto alimentício podendo gerar diversos tipos de alterações durante sua estocagem.

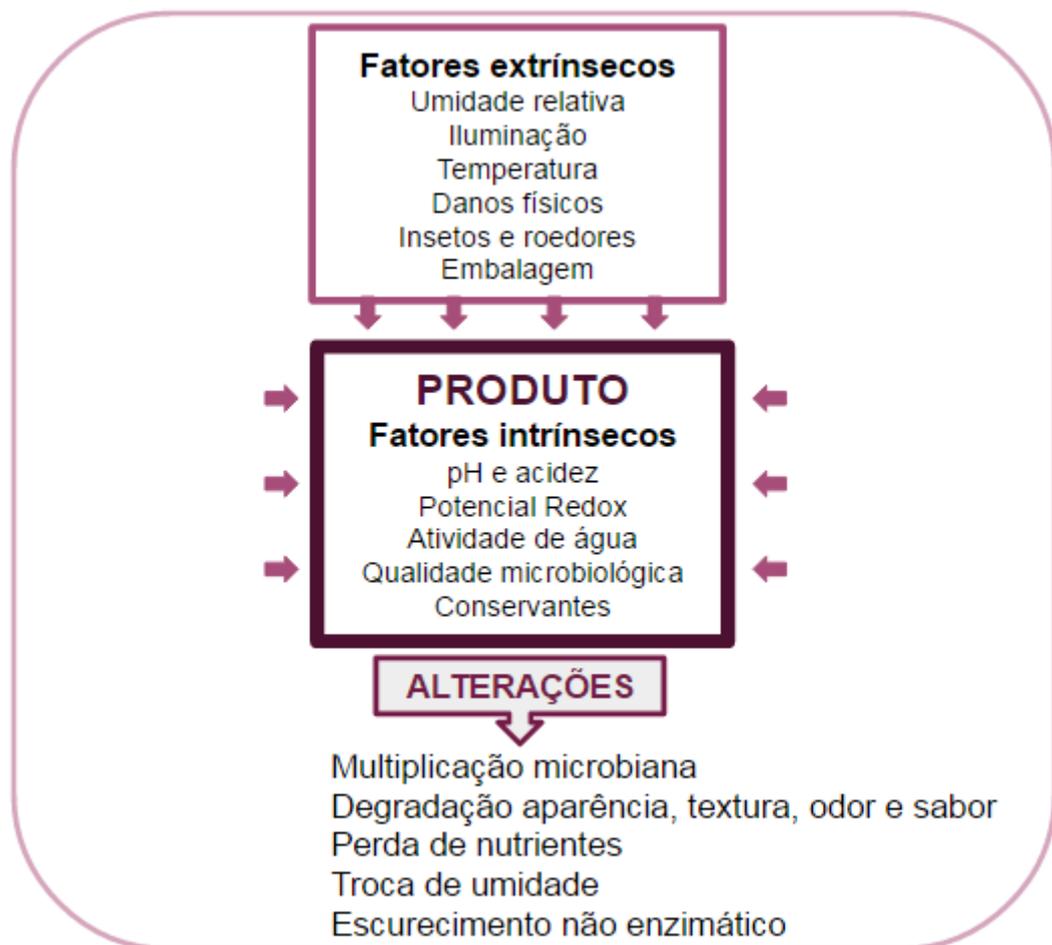


Figura 2 Esquema com fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam um produto alimentício gerando alterações durante o armazenamento. Fonte: autora, 2015.

FATORES EXTRINSECOS

Umidade relativa do ambiente

A umidade relativa é definida como a quantidade de água presente no ambiente que cerca um produto alimentício, estando embalado ou não. Ela é calculada como a porcentagem de umidade requerida para saturar completamente o ar atmosférico. Geralmente, ocorrem trocas de umidade entre produtos alimentícios e o ar atmosférico até o momento em que o equilíbrio é atingido (VALERO; CARRASCO; GARCIA-GIMENO, 2012). Quando um alimento está em contato direto com o ar atmosférico, a umidade relativa do ambiente determina a umidade relativa de equilíbrio do alimento. Desta forma, a absorção ou perda de umidade, por um

alimento, é determinada pelo gradiente entre a umidade relativa do ambiente e a umidade relativa do produto (AZEREDO et al., 2012). Muitos produtos são amplamente afetados por mudanças de conteúdo de umidade, o que impacta diretamente a vida-de-prateleira destes. Alguns produtos perdem a característica de textura desejada quando expostos em um ambiente favorável para perder ou ganhar umidade. Além da mudança de textura, podem ocorrer outras variações no produto relacionadas com a umidade relativa. Por exemplo, produtos que têm como base grãos secos podem rancificar mais rapidamente por meio de oxidação de radicais livres em ambientes de baixa umidade relativa. Nutrientes instáveis como vitaminas e corantes naturais como clorofilas são oxidadas mais rapidamente quando estocadas em baixa umidade relativa. Por outro lado, quando a umidade relativa é elevada, a taxa de hidrólise enzimática é aumentada significativamente, assim como o escurecimento por reação de Maillard também é aumentado (ESSE; SAARI, 2004).

Exposição à luz

A iluminação influencia na oxidação lipídica. Os hidroperóxidos lipídicos são encontrados em todos os alimentos que contêm lipídeos, sendo também encontrados em alimentos quando estes são adicionados como auxiliar em processamento e quando são produzidos por enzimas. Ao serem decompostos, os hidroperóxidos produzem radicais adicionais, um fator que pode ser responsável pelo aumento da oxidação ocorrente em muitos alimentos. A luz ultra violeta (UV) e a luz visível podem promover a decomposição de hidroperóxidos para produzir radicais livres. Logo, embalagens que diminuem a exposição à luz podem atenuar a velocidade da oxidação lipídica (FENNEMA et al., 2010).

A quantidade de luz também influencia na coloração da carne. Elementos iniciadores da oxidação nos pigmentos cárneos são as várias formas de energia (luz e calor) e os íons metálicos. Ambos produzem os radicais livres que interagem com os compostos do grupo heme (MARCHESI et al., 2006). A oxidação é uma das maiores causas de deterioração da qualidade da carne. A carne se torna suscetível à oxidação devido a altas concentrações de lipídios insaturados, pigmentos heme, metais e outros agentes oxidantes presentes no músculo. A oxidação na carne se

manifesta na forma de descoloração, desenvolvimento de sabor desagradável, formação de compostos tóxicos e perda de nutrientes. Como consequência, registra-se a redução da vida-de-prateleira de produtos cárneos expostos à luz (FALOWO; FAYEMI; MUCHENJE, 2014). Uma alternativa para prevenir a descoloração nos produtos cárneos consiste em minimizar a quantidade de oxigênio e a intensidade de luz que entra em contato com a superfície do produto (MARCHESI et al., 2006).

Outros pigmentos também são degradados pela luz. As clorofilas são suscetíveis à fotodegradação, assim, estando presentes luz e oxigênio, as clorofilas branqueiam irreversivelmente. Também é reconhecido que a luz acelera a degradação das antocianinas. Este efeito tem sido demonstrado em diversos sucos de frutas e em vinho tinto. A degradação das betalaínas também é influenciada pela luz, pois esta acelera a oxidação destes pigmentos (FENNEMA et al., 2010; KHAN; GIRIDHAR, 2014).

A iluminação durante a estocagem também afeta a degradação de algumas vitaminas. A riboflavina, também conhecida como vitamina B2, tem como mecanismo típico de degradação o fotoquímico, o qual gera dois produtos biologicamente inativos, a lumiflavina e o lumicromo, bem como uma série de radicais livres. A exposição de soluções de riboflavina à luz visível tem sido utilizada há muitos anos como técnica experimental de geração de radicais livres. A luz induz sabor indesejado no leite, o que é mediado pela exposição à luz solar ou à luz fluorescente, sendo um processo fotoquímico mediado pela riboflavina (FENNEMA et al., 2010).

Temperatura de armazenamento

A temperatura é geralmente considerada um fator determinante em relação à vida-de-prateleira, pois afeta consideravelmente a velocidade das reações que ocorrem após o processamento, durante o manuseio subsequente, distribuição e estocagem (TAOUKIS; GIANNAKOUREOU, 2004). Por exemplo, a oxidação de alimentos ricos em lipídios, reações enzimáticas e degradação de carotenoides é fortemente influenciada por esse fator (AZEREDO et al., 2012). De forma similar, a temperatura também é o fator externo que mais afeta a multiplicação de microrganismos. Em geral, quanto mais elevada maior será a velocidade da

multiplicação microbiana. Os microrganismos contribuem para a deterioração dos alimentos resfriados e congelados, mesmo sob temperatura em que não podem se desenvolver, afetando diretamente a vida-de-prateleira do produto (MANO, 2008). Desta forma, a temperatura deve ser controlada por meio de condições ambientais impostas.

Danos físicos

Danos físicos são comuns durante a estocagem, principalmente, em frutas e hortaliças. Alguns produtos são facilmente danificados, tais como morangos, cerejas, amoras, etc. Nestes casos, os cuidados devem ser redobrados para que não ocorram danos mecânicos que possam afetar a integridade e aparência do produto. Além da aparência, a integridade de frutas e hortaliças é fundamental para a segurança do alimento, uma vez que muitos nutrientes necessários para o desenvolvimento de patógenos estão nas porções internas dos produtos e que estes se tornam acessíveis após os danos físicos (CENCI, 2006).

Insetos e Roedores

A presença de insetos e roedores pode por em risco a segurança dos alimentos, uma vez que estes podem ser vetores de microrganismos causadores de doenças (EMBRAPA, 2005). Considerando isto, as legislações para alimentos, tais como, a Resolução nº216, de 15 de setembro de 2004, que dispõe sobre os procedimentos de Boas Práticas para serviços de alimentação; a Portaria nº326, de 30 de Julho de 1997, que estabelece as condições higiênico-sanitárias e de Boas práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Portaria nº 368, de 04 de Setembro de 1997, que aprova o Regulamento Técnico sobre as condições Higiênico-sanitárias e de Boas Práticas de fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos discorrem sobre a necessidade de controle de pragas nestes estabelecimentos.

Estas legislações estabelecem a necessidade de se implementar controles integrados de vetores e pragas urbanas. Este controle é realizado por meio de um sistema de ações preventivas e corretivas que são destinadas a impedir a atração, o

abrigo, o acesso e ou a proliferação de vetores e pragas urbanas que comprometam a qualidade higiênico-sanitária do alimento. Para isto, a edificação, as instalações, os equipamentos, os móveis e os utensílios devem ser livres de vetores e pragas urbanas. Esta Resolução também estabelece que, caso as medidas de prevenção adotadas não sejam eficazes, deve ser empregado o controle químico, executado por empresa especializada, conforme legislação específica, com produtos desinfetantes regularizados pelo Ministério da Saúde. Da mesma forma, os estabelecimentos devem dispor de meios para armazenamento de lixos e materiais não comestíveis de modo a impedir o ingresso de pragas e evitar a contaminação das matérias-primas, do alimento, da água potável, etc. A presença de insetos e roedores interfere negativamente na vida-de-prateleira dos alimentos por se tratarem de vetores de microrganismos deteriorantes e patogênicos nos alimentos (BRASIL, 2004; BRASIL, 1997; BRASIL 2007).

Odores no ambiente de estocagem

Certos alimentos facilmente se impregnam e absorvem odores do ambiente, geralmente produtos gordurosos, influenciando na qualidade do alimento (RODRIGUES et al, 2010). Por exemplo, em presença de odores desagradáveis durante a estocagem, as frutas podem absorver estes odores levando o consumidor a rejeitá-la, mesmo que a sua segurança não esteja comprometida (AMORIM, 2004). Outro exemplo são os aldeídos resultantes da degradação de peróxidos formados durante a auto-oxidação de óleos e gorduras, a presença destes aldeídos leva o alimento a apresentar odores desagradáveis, sendo rejeitado pelo consumidor (SILVA, 2011).

Como sabores e odores estranhos podem se desenvolver no alimento durante a estocagem, uma alternativa para evitar este defeito é a utilização de embalagens ativas. Uma embalagem ativa pode incorporar compostos que interagem com um grupo funcional presente em componentes de sabores estranhos. Um exemplo seria a incorporação de certos ácidos orgânicos, como ácido cítrico, ao material de embalagem, para interagir com aminas resultantes de degradação proteica em pescados, neutralizando seu efeito de sabor (SILVA, 2011).

Embalagem

A embalagem é fundamental para a preservação da qualidade dos alimentos, tanto frescos quanto processados. Das várias funções da embalagem incluem-se: prevenção de deterioração e contaminação, preservação da qualidade do alimento, proteção física, informação do produto, trazer conveniência e facilitar o transporte e distribuição (WANI; SINGH; LANGOWSKI, 2014).

Em certos produtos é recomendável a utilização de tecnologias especiais na embalagem, sendo uma delas o vácuo. Ela se baseia no princípio de excluir o oxigênio para prevenir a oxidação dos alimentos, como por exemplo nozes, cerveja, chocolates, gorduras, óleos, produtos fritos, etc (WANI; SINGH; LANGOWSKI, 2014). Esta embalagem também é usada para inibir microrganismos deteriorantes que necessitam de oxigênio para sua multiplicação. A embalagem a vácuo é definida como um produto colocado em uma embalagem plástica que apresenta baixa permeabilidade ao oxigênio e aplicado sistema de vácuo, onde a totalidade do oxigênio é retirada da embalagem. Imediatamente a embalagem é selada. Em atmosferas com pouca presença de oxigênio, a multiplicação de bactérias aeróbicas deteriorantes é prevenido e a microflora é modificada para bactérias tolerantes ao CO₂, que apresentam multiplicação bastante lenta. Assim, o tempo de vida-de-prateleira dos produtos embalados a vácuo pode ser amplamente aumentado (MILLS; DONNISON; BRIGHTWELL, 2014).

Embalagens com atmosfera modificada também são bastante utilizadas. Esta tecnologia utiliza determinada composição de gases no interior da embalagem que se difere da composição da atmosfera ambiente, com o objetivo de preservar o produto por um tempo mais longo (WANI; SINGH; LANGOWSKI, 2014). Esta tecnologia utiliza a combinação de efeitos inibitórios como baixos níveis de oxigênio e elevados níveis de dióxido de carbono para inibir a deterioração microbiana. Os três gases mais utilizados são oxigênio (O₂), nitrogênio (N₂) e dióxido de carbono (CO₂). O nitrogênio é um gás inerte e sem gosto e apresenta pouca ou nenhuma atividade antimicrobiana. Por causa da sua baixa solubilidade em água, a presença de N₂ em embalagens modificadas pode prevenir as mesmas de colapsarem em produtos que absorvem CO₂. O gás mais importante da mistura é o CO₂, por conta

de suas características bacteriostáticas e fungistáticas. O efeito de preservação varia com a concentração, temperatura de armazenamento, microrganismo e atividade de água do meio. As embalagens com atmosfera modificada têm sido utilizadas para estender a vida-de-prateleira de diversos produtos como carne, peixe, amendoins, arroz e produtos de confeitaria (GUYNOT et al., 2003).

Embalagens ativas também têm sido utilizadas, mais atualmente pela indústria alimentícia. Esta tecnologia se baseia no conceito de incorporação de determinados componentes no sistema da embalagem que liberam ou absorvem substâncias para o/do alimento embalado ou para o/do ambiente a sua volta com o objetivo de manter a qualidade e prolongar a vida-de-prateleira do produto (REALINI; MARCOS, 2014). Estas embalagens ativas, que não cumprem apenas o papel de recipiente do alimento, podem também oferecer soluções para aumentar a vida-de-prateleira por executarem o papel funcional de aditivos no alimento. Muitos estudos já mostraram, por exemplo, que embalagens ativas antioxidantes se utilizam da migração de um componente ativo da embalagem para o produto. Um exemplo são antioxidantes comuns, incluindo o butil-hidroxi-anisol (BHA) e o butil-hidroxi-tolueno (BHT), adicionados em polietileno de baixa densidade para preservar a cor de carnes por migração destes compostos da embalagem para a superfície da carne fresca (OGIWARA et al, 2015), aumentando, assim, a vida-de-prateleira da mesma.

FATORES INTRINSECOS

Qualidade microbiológica

A qualidade microbiológica dos alimentos está condicionada, primeiro, à quantidade e ao tipo de microrganismos inicialmente presentes (contaminação inicial) e depois à multiplicação destes no alimento. A qualidade das matérias-primas e a higiene (de ambientes, manipuladores e superfícies) representam a contaminação inicial. O tipo de alimento e as condições ambientais regulam a multiplicação (HOFFMAN, 2001). A qualidade microbiológica de alimentos crus que entram na indústria representa uma fonte em potencial de contaminação microbiana. A multiplicação de patógenos e deteriorantes será afetada pelo nível inicial de

contaminação e pela eficácia do processamento utilizado em eliminar estes microrganismos do alimento. Quando o alimento apresenta alto nível de contaminação inicial, menos tempo será necessário para que bactérias patogênicas alcancem um certo nível de deterioração mínima, o que afeta diretamente a vida-de-prateleira, reduzindo o seu tempo (VALERO; CARRASCO; GARCIA-GIMENO, 2012).

Um alimento de melhor qualidade em termos de contaminação microbiológica pode ser alcançado realizando-se um controle de fornecedores mais rígido. Com matérias-primas de boa qualidade, operações de processamento adequadas para o produto, e corretas condições de estocagem a vida-de-prateleira dos alimentos pode ser estendida consideravelmente (VALERO; CARRASCO; GARCIA-GIMENO, 2012).

Atividade de água

A água presente nos alimentos pode apresentar-se na forma de molécula livre ou ligada ao substrato. A atividade de água (a_w) é uma medida que possibilita avaliar a disponibilidade de água livre que é suscetível a diversas reações, sendo que o teor de umidade é uma medida meramente quantitativa, medindo o percentual em peso, de toda a água presente no alimento, tanto livre quanto ligada (GARCIA, 2004).

Assim, a atividade de água é a quantidade de água livre que não se encontra comprometida com as moléculas constituintes do produto, que está disponível para as reações físicas, químicas e biológicas, tornando-se o principal responsável pela deterioração dos alimentos. A água ligada interage diretamente com as moléculas constituintes do alimento, não podendo ser removida ou utilizada para qualquer tipo de reação (GARCIA, 2004).

O valor de a_w tem grande importância na área de tecnologia de alimentos, permitindo avaliar a suscetibilidade de deterioração dos alimentos e, conseqüentemente, a vida-de-prateleira do produto. A análise de atividade de água fornece valores que permitem maior controle de microrganismos na matéria-prima e produtos industrializados (GARCIA, 2004). A tabela 1 mostra os valores mínimos de

a_w necessários para a multiplicação de diversos microrganismos importantes em alimentos.

Tabela 1 - Valor mínimo aproximado de a_w para a multiplicação de microrganismos importantes em alimentos.

Organismos	a_w
Grupos	
Maioria das bactérias	0,9
Maioria das leveduras	0,88
Maioria dos mofos	0,80
Organismos específicos	
<i>Clostridium botulinum</i> , tipo E	0,97
<i>Pseudomonas</i> spp.	0,97
<i>Acinetobacter</i> spp.	0,96
<i>Escherichia coli</i>	0,96
<i>Enterobacter aerogenes</i>	0,95
<i>Bacillus subtilis</i>	0,95
<i>Clostridium botulinum</i> , tipos A e B	0,94
<i>Candida utilis</i>	0,94
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0,94
<i>Clostridium perfringens</i>	0,93
<i>Salmonella</i> sp.	0,92
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,86

Fonte: GARCIA (2004) e JAY (2005).

pH e acidez

O pH mede a concentração de H^+ de um alimento ou solução. Quanto mais elevada a concentração de H^+ (caráter ácido), menor é o pH. Assim, o pH tem menor valor em alimentos ácidos. O pH varia de 0 a 14, sendo 7 o valor que expressa a neutralidade (HOFFMANN, 2001). A maioria dos microrganismos cresce melhor com valores de pH em torno de 7,0, apesar de alguns poucos crescerem em pH abaixo

de 4,0. As bactérias tendem a ser mais exigentes em termos de pH do que os bolores e as leveduras, sendo as bactérias patogênicas ainda mais exigentes (JAY, 2005). Um método de preservação amplamente usado consiste no aumento da acidez dos alimentos, tanto por processos de fermentação quanto por adição de ácidos fracos. Os microrganismos apresentam pH ótimo, mínimo e máximo para a multiplicação em alimentos, por exemplo, bactérias normalmente se multiplicam mais rapidamente entre as faixas de pH de 6,0 - 8,0; leveduras entre 4,5 – 6,0 e bolores entre 3,5 – 4,0 (VALERO; CARRASCO; GARCIA-GIMENO, 2012).

Uma característica importante em um alimento é a sua capacidade tamponante, ou seja, sua habilidade de resistir às mudanças de pH. Alimentos que apresentam baixa capacidade tamponante irão sofrer mudanças de pH rapidamente em resposta a compostos ácidos ou alcalinos produzidos por microrganismos, enquanto que alimentos com alta capacidade tamponante são mais resistentes a estas mudanças (VALERO; CARRASCO; GARCIA-GIMENO, 2012).

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). Assim sendo, o pH do alimento cumpre um importante papel na duração da vida-de-prateleira dos alimentos, já que um produto com faixa de pH favorável para crescimento de microrganismos deteriorantes ou patogênicos terá a sua vida-de-prateleira bastante reduzida.

A tabela 2 mostra a faixa de pH em que alguns microrganismos importantes em alimentos são capazes de crescer.

Tabela 2 - Faixa aproximada de pH de crescimento de alguns microrganismos encontrados em alimentos.

Microrganismos	Faixa de pH
Mofos	0,7 – 11,0
Leveduras	1,6 – 8,3
<i>Salmonella</i> spp.	3,8 – 9,4
<i>Acetobacter</i> spp.	4,0 – 9,0
<i>Listeria monocytogenes</i>	4,3 – 9,7
<i>Yersinia enterocolitica</i>	4,5 – 9,0
<i>Escherichia coli</i>	4,4 – 9,0
<i>Clostridium botulinum</i>	4,5 – 8,2
<i>Bacillus cereus</i>	5,0 – 9,2
<i>Campylobacter</i> spp.	5,0 – 9,0
<i>Shigella</i> spp.	5,0 – 9,0
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	5,0 – 11,0
<i>Vibrio cholerae</i>	5,0 – 9,4
<i>Clostridium perfringens</i>	5,0 – 8,2
<i>Staphylococcus aureus</i>	4,0 – 9,8

Fonte: JAY (2005) e HOFFMANN (2001)

Potencial redox

O potencial de redução de oxigênio (E_h) significa a facilidade com que um determinado alimento ganha ou perde elétrons sendo medido em milivolts (JAY, 2005). O potencial de oxi-redução pode ser afetado por uma série de compostos sendo o oxigênio o fator que mais contribui para o aumento do potencial redox de um alimento (HOFFMANN, 2001). O valor de E_h no qual microrganismos se multiplicam determina o quanto eles necessitam de oxigênio. De acordo com o valor de E_h , microrganismos são classificados entre os seguintes grupos: aeróbios (+500 a +300mV), anaeróbios (+100 a -250mV), anaeróbios facultativos (+300 a -100mV). Os valores de potencial redox são altamente variáveis dependendo do pH do alimento, multiplicação microbiana, condições de embalagem, pressão parcial de oxigênio no ambiente de estocagem e ingredientes (VALERO; CARRASCO; GARCIA-GIMENO, 2012). Desta forma, o potencial redox é um fator muito importante a ser utilizado na preservação dos alimentos. Ele determina quais tipos de microrganismos irão se desenvolver em determinados tipos de alimentos, dependendo da quantidade de oxigênio disponível (HORVATH, 2011). Com o

conhecimento dos prováveis microrganismos possíveis de se multiplicarem em um produto, pode se avaliar de forma mais precisa a vida-de-prateleira do produto, assim como as condições de estocagem mais adequadas.

Presença de Conservantes

Conservantes químicos (ou agentes antimicrobianos) são aditivos que impedem ou retardam as alterações provocadas por microrganismos. A ação antimicrobiana dos conservantes é baseada na ação sobre um ou mais dos seguintes componentes ou atividades: DNA, membrana plasmática, parede celular, síntese proteica, atividade enzimática e transporte de nutrientes. A classe de antimicrobianos mais utilizada é a dos ácidos orgânicos e seus sais, porém outras classes também são amplamente utilizadas como sulfitos e nitritos e nitratos (AZEREDO et al., 2012).

Ácidos Orgânicos

Os ácidos orgânicos são típicos do metabolismo microbiano. Todos os ácidos orgânicos ocorrem naturalmente numa variedade de substratos de origem vegetal e animal e podem, portanto, estar presentes como componentes de alimentos devido a processos metabólicos bioquímicos, hidrólise, multiplicação bacteriana, ou pela adição direta ou indireta aos produtos. Sendo comum no controle de patógenos de origem alimentar numa diversidade de produtos alimentícios (MOURA, 2011).

Os ácidos orgânicos são eficazes como conservantes de alimentos, pois além de apresentarem atividades antimicrobianas inibitórias, eles agem como acidulantes e assim reduzem a multiplicação bacteriana através da redução do pH dos alimentos (MOURA, 2011).

Sulfitos

Sulfitos são amplamente utilizados como conservantes de amplo espectro para a prevenção de degradação microbiana e reações de escurecimento de vários produtos alimentícios. A ação do sulfito está basicamente ligada a suas propriedades redutoras, agindo como uma defesa antioxidante minimizando a degradação de alimentos e bebidas armazenados em exposição ao ar (ISAAC et al., 2006).

Sulfitos são utilizados em carnes processadas, vinhos, cervejas, refrigerantes, sucos de frutas, geleias, frutas secas e produtos processados nos quais a rancidez de gorduras precisa ser prevenida. A concentração de sulfito pode variar consideravelmente de um produto para o outro e irá depender da natureza do produto e do processamento subsequente (ISAAC et al., 2006).

Nitritos e Nitratos

Nitrito e nitrato são sais de cura adicionados nos alimentos como conservantes. O nitrito apresenta atividade antimicrobiana, principalmente relacionada com a inibição da multiplicação de *Clostridium botulinum* e produção de suas toxinas. O nitrito também influencia na formação de cor e sabor de carnes curadas e contribui na estabilidade oxidativa de lipídios (HOSPITAL et al., 2015). A cura é uma técnica de conservação amplamente usada para prolongar a vida-de-prateleira de produtos alimentícios. O nitrato é utilizado em longos processos de cura para agir como fonte de nitrito pela ação de enzimas nitrato redutase. O uso de nitrato também é interessante por melhorar a formação de sabor quando comparado com nitrito (MARCO; NAVARRO; FLORES, 2006). Um exemplo onde o conservante nitrito é amplamente utilizado, e muitas vezes considerado indispensável, é em produtos cárneos. Ele pode promover a formação de cor, retardar a oxidação lipídica, inibir o crescimento de bactérias patogênicas e fornecer ao produto o sabor típico de carne curada (WANG et al., 2015). Estas características do nitrito afetam diretamente a vida-de-prateleira de produtos alimentícios, já que o desenvolvimento de bactérias patogênicas e a oxidação lipídica são evitados.

Quantidade de nutrientes

A quantidade de nutrientes presente em um alimento irá influenciar na multiplicação de microrganismos no mesmo. Para um bom crescimento, os microrganismos presentes nos alimentos necessitam de: água, fonte de energia, fonte de nitrogênio, vitaminas e minerais. Os bolores são os que possuem as menores necessidades, seguidos pelas leveduras, pelas bactérias Gram-negativas e pelas Gram-positivas (JAY, 2005). 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). Desta forma, a vida-de-prateleira dos alimentos é afetada diretamente pela quantidade de nutrientes presente no produto, fazendo com que determinados microrganismos patogênicos tenham sua multiplicação facilitada ou não.

4.2 ETAPA 2 - PLANEJAMENTO DO ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA

Alguns pontos devem ser considerados ao se planejar o estudo de vida-de-prateleira, tais como:

- 1- Quais testes devem ser realizados;
- 2- Qual será a duração do estudo e com que frequência as amostras serão analisadas. É sugerido que sejam retiradas amostras no início da vida-de-prateleira, no momento em que foi determinado previamente como o “momento final” e em três pontos entre eles. Outra amostra deve ser realizada além do ponto final alvo para confirmar o prazo final definido;
- 3- Quantas amostras serão necessárias para cada teste. Ao menos triplicatas devem ser realizadas para cada teste;
- 4- Quantas amostras serão necessárias ao total do estudo de vida-de-prateleira;
- 5- Em que momento o estudo será realizado. Idealmente ele deve ocorrer em uma estação do ano com maior probabilidade de surgimento de problemas, geralmente, no verão. O estudo deve ser feito mais de uma vez para que se leve em conta a variabilidade do produto e suas matérias-primas. É necessário que se escolha o pior cenário possível para a realização dos testes, assim o prazo de vida-de-prateleira estipulado poderá ser considerado seguro em quaisquer outras circunstâncias.

De forma geral, pode-se considerar os seguintes protocolos para se fazer o planejamento do estudo de vida-de-prateleira:

Produtos com curta vida-de-prateleira: No caso de alimentos refrigerados com vida-de-prateleira de até uma semana (como por exemplo, refeições prontas para consumo), amostras podem ser analisadas diariamente (MAN, 2002).

Produtos com média vida-de-prateleira: Para produtos com vida-de-prateleira de até três semanas (por exemplo, bolos e massas), amostras podem ser coletadas e analisadas nos dias 0, 7, 14, 19, 21 e 25 (MAN, 2002).

Produtos com longa vida-de-prateleira: No caso de produtos com vida-de-prateleira de até um ano (como por exemplo, cereais matinais e alimentos processados termicamente), amostras podem ser coletadas e analisadas em intervalos mensais, ou nos meses 0, 1, 2, 3, 6, 12 e 18. A frequência correta irá depender de cada produto (MAN, 2002).

É importante que o produto, seu processamento e sua embalagem sejam sempre os mesmos. Devem ser mantidos registros escritos dos testes ao longo de toda a vida-de-prateleira (NZFSA, 2005).

4.3 ETAPA 3 - TESTES A SEREM REALIZADOS

Testes adequados devem ser selecionados para determinar a segurança e a qualidade do produto. Em geral, testes de vida-de-prateleira podem ser divididos em quatro categorias e serem realizadas na seguinte ordem: análises químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais.

ANÁLISE SENSORIAL

Através da análise sensorial é possível avaliar a aceitação de um produto, mudanças na matéria-prima, nos processos de fabricação ou avaliar sua preferência em relação a outros. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas o conceito de análise sensorial é: Disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (TEODORO, 2013).

A avaliação sensorial avalia características do produto como cheiro, aparência, sabor e textura. Esta avaliação pode ser utilizada para monitorar e

registrar mudanças que ocorrem ao longo do tempo, logo, testes sensoriais são essenciais para a determinação da vida-de-prateleira de alimentos. O alimento deve ser avaliado sob as condições nas quais ele é estocado e consumido (NZFSA, 2005).

Idealmente, avaliações sensoriais devem ser realizadas por pessoas treinadas usando métodos de avaliação reconhecidos. O produto também deve ser testado em relação a sua segurança microbiológica antes das avaliações sensoriais (NZFSA, 2005).

As técnicas que determinam as características sensoriais de um produto podem ser consideradas descritivas ou discriminativas. Testes discriminativos respondem a uma pergunta do tipo “Os dois ou mais produtos são similares ou diferentes?” (CIVILLE, OFTEDAL, 2012). Os testes discriminativos são também chamados de testes de diferença. São métodos que estabelecem diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre amostras. São utilizados no controle de qualidade, desenvolvimento de produtos e para testar a sensibilidade dos provadores (TEODORO, 2013). Por exemplo, se o objetivo do teste for reduzir a quantidade de sódio sem afetar as propriedades sensoriais, o método a ser utilizado é o discriminativo. Estes testes podem, da mesma forma, ser utilizados para avaliar se determinada característica, como por exemplo crocância de um produto no início da sua vida-de-prateleira difere do produto no decorrer ou no final da vida-de-prateleira. Os testes discriminativos mais utilizados são teste triangular, duo-trio e comparação pareada. Na indústria, estes testes são usados para se realizar a substituição de um ingrediente de forma a não se modificar as características sensoriais do produto (CIVILLE; OFTEDAL, 2012).

Já as análises descritivas requerem avaliadores mais treinados. Estas análises avaliam os aspectos sensoriais qualitativos e quantitativos do produto. Entre os aspectos qualitativos estão aparência, aroma, sabor e textura, que são considerados atributos. Os aspectos quantitativos medem a intensidade de cada um dos atributos citados anteriormente (CIVILLE; OFTEDAL, 2012). As amostras devem ser nomeadas por um número de três dígitos aleatórios. Os testes mais utilizados são o perfil de sabor, perfil de textura, análise descritiva quantitativa e o de tempo-intensidade (TEODORO, 2013).

Também são utilizados métodos afetivos. Entre eles estão testes de aceitação e teste de preferência. O teste de aceitação é utilizado quando o objetivo é analisar a preferência do provador entre dois ou mais produtos (CIVILLE; OFTEDAL, 2012).

Para se planejar a análise sensorial de um produto mais especificamente, pode-se seguir como guia as normas da Organização Internacional de Padronização, especificamente a ISO 6658 de 2014. Esta ISO introduz um guia geral sobre análise sensorial, descrevendo os tipos de ensaios a serem feitos em análises de alimentos e inclui informações a respeito das técnicas a serem usadas para a análise estatística dos resultados.

Todas as normas podem ser encontradas em português no site da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) no endereço www.abntcatalogo.com.br

De forma geral, cinco aspectos devem ser considerados ao se planejar um teste de análise sensorial: avaliadores, local de teste, amostras, análises estatísticas e método de análise sensorial.

Avaliadores

Primeiramente deve-se considerar se os avaliadores do teste são treinados ou se são consumidores não treinados (CIVILLE, OFTEDAL, 2012). Os avaliadores treinados são aqueles que possuem boa habilidade para perceber algumas propriedades sensoriais, e que receberam uma base teórica e prática. Estes devem realizar provas sensoriais com certa periodicidade. Já os consumidores são pessoas selecionadas aleatoriamente, mas devem consumir regularmente o produto testado. Este tipo de avaliador é empregado somente em provas afetivas e é necessário em grande número (TEIXEIRA, 2009). Ao se fazer testes com consumidores, é importante decidir a população na qual o estudo será focado. Os avaliadores testados devem ser representativos da população a qual o produto é intencionado. Produtos que são consumidos universalmente devem ser testados em uma população geral, sem restrições de idade, sexo e marca. Entretanto, no caso de produtos de “nicho”, é necessário que se recrute indivíduos em particular, que sejam compatíveis com o público alvo do produto em questão (CIVILLE, OFTEDAL, 2012).

A seleção, treinamento e monitoramento dos avaliadores selecionados para a análise sensorial pode ser feita seguindo a ISO 8586 de 2012. Esta norma especifica os critérios para seleção de avaliadores e os procedimentos de treinamento dos avaliadores.

Local de teste

Outro aspecto a ser considerado é o local onde ocorrerão as análises sensoriais. O local das análises deve possuir cabines preferencialmente individuais, com espaço para acomodar as amostras e o avaliador. A iluminação da cabine deve ser feita com luz natural ou com luz fluorescente. Em certos casos pode-se utilizar lâmpadas coloridas para mascarar a cor de certas amostras ou homogeneizá-las. As cabines devem ser isoladas de barulhos e de locais movimentados, ficando separadas de odores que possam influenciar o avaliador. A temperatura ideal para o local dos testes é de 22°C e com umidade relativa do ar entre 50 e 55%. As paredes devem ser brancas ou de cores neutras, as amostras devem ser preparadas em local que não seja visível para os avaliadores (TEIXEIRA, 2009). Os principais requisitos necessários para se montar uma sala de ensaio de análises sensoriais estão descritos na ISO 8589 de 2007.

Produtos alimentícios podem ser testados de forma efetiva em ambientes controlados, no entanto, em certo ponto da avaliação sensorial, seria preferível que o produtor testasse as opções de produto final com consumidores tanto em ambiente controlado como no ambiente doméstico para que um contexto real de uso também seja contemplado (CIVILLE, OFTEDAL, 2012).

Amostras

A preparação das amostras deve seguir sempre as mesmas etapas para garantir a homogeneidade. Assim, um protocolo de preparação bem detalhado deve ser utilizado. No caso do produto apresentar instruções de preparação na embalagem, estas instruções devem ser seguidas rigorosamente (CIVILLE, OFTEDAL, 2012). As amostras devem ser apresentadas em recipientes adequados, uniformes, limpos, sem odores ou sabores residuais e em tamanho adequado. Para líquidos usa-se aço inox, vidro e plásticos, sendo que para bebidas quentes se pode

utilizar cerâmicas. Para alimentos sólidos se pode utilizar pratos ou pires de papel, plástico ou vidro, além de folha de alumínio. Para que os avaliadores não sejam influenciados, as amostras devem ser devidamente preparadas antes de serem apresentadas para a análise. Para a adequada percepção do tato pelo analista, o tamanho da amostra deve ser suficiente para ser mordido e movimentado na boca. Alguns alimentos como requeijão, manteiga e margarina necessitam da utilização de veículos como biscoitos neutros ou pães (TEIXEIRA, 2009).

Análises Estatísticas

A avaliação sensorial reúne informações que são tratadas, analisadas e convertidas em resultados. As técnicas de análises de dados dependem fortemente de estatísticas. Em geral, as técnicas básicas como Análise de Variância e qui-quadrado são muitas vezes suficientes para determinar diferenças simples e fazer recomendações para testes de consumo quantitativos. Conforme mais amostras e atributos são testados, técnicas mais complexas de análises de dados multivariada tornam-se necessárias para resumir as informações de forma que os resultados façam sentido no estudo. É importante lembrar que técnicas de análises estatísticas são ferramentas para analisar os dados, porém é de responsabilidade do analisador interpretá-los e gerar respostas significativas ao estudo (CIVILLE, OFTEDAL, 2012).

Métodos Sensoriais

Geralmente, os objetivos do projeto determinam qual método sensorial utilizar. Cada estudo deve ter sua metodologia baseada no objetivo, na técnica e nas amostras. Em certos casos pode-se utilizar análises descritivas e combinações de técnicas qualitativas e descritivas (CIVILLE, OFTEDAL, 2012). No quadro abaixo encontram-se algumas normas para realização de testes de análises sensoriais.

ISO	Método
5495	Teste de Comparação Pareada
4120	Teste Triangular
10399	Teste Duo – Trio
6564	Método do perfil de sabores

Figura 3 Métodos para realização de análise sensorial e suas respectivas normas ISO. Fonte: autora, 2015.

É importante ressaltar que muitas empresas não possuem local adequado para análise sensorial, avaliadores treinados e pessoal técnico para realizar as análises estatísticas necessárias. Desta forma, recomenda-se que a empresa contrate laboratórios terceirizados para a realização dos testes.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A análise microbiológica realizada para verificar quais e quantos microrganismos estão presentes é fundamental para se conhecer as condições de higiene em que o alimento foi preparado, os riscos que o alimento pode oferecer à saúde do consumidor e qual será a sua vida-de-prateleira (SILVA, 2002).

Estes testes podem ser feitos para estimar mudanças no número e tipo de organismos deteriorantes (leveduras, bolores e bactérias) e patogênicos que se desenvolvem ao longo do tempo (NZFSA, 2005). O alimento é quem determina qual o microrganismo é capaz ou incapaz de se desenvolver. Conhecendo-se as características do alimento, podemos prever a flora microbiana que nele poderá se multiplicar (CUNHA, 2006).

Os testes necessários irão depender de cada produto em particular. Padrões microbiológicos determinam os tipos de organismos e quantidades que podem ser consideradas aceitáveis ou não em um produto alimentício. No Brasil, os padrões microbiológicos e sanitários estão determinados pela Resolução RDC nº12, de 02 de Janeiro de 2001, como descrito anteriormente no item 3.4. A qualidade microbiológica do alimento está diretamente ligada à sua vida-de-prateleira, já que a

partir do momento em que a quantidade aceitável de um determinado microrganismo é ultrapassada, a vida-de-prateleira do alimento chega ao fim.

Abaixo estão descritas as etapas a serem seguidas para a realização de análises microbiológicas.

Preparação da amostra

Cuidados especiais devem ser tomados no momento de se coletar a amostra para análise microbiológica de alimentos. Deve-se proceder a coleta de amostras dos alimentos em suas embalagens originais não violadas, observando a quantidade mínima de 200g ou 200mL por unidade amostral. Quando se tratar de produtos a granel, ou de porções não embaladas na origem, deve-se cumprir as Boas Práticas de Colheita respeitando-se a quantidade mínima necessária. Aceitam-se exceções para os casos relacionados à elucidação de DTA e de rastreamento de microrganismos patogênicos (BRASIL, 2001).

A amostra deve ser enviada ao laboratório devidamente identificada e em condições adequadas para análise, especificando as seguintes informações: data, hora da colheita, temperatura (quando pertinente) da coleta e transporte, o motivo da coleta, a finalidade e o tipo de análise, as condições da mesma no ponto da coleta e outros dados que possam auxiliar as atividades analíticas (BRASIL, 2001).

Na análise microbiológica de alimentos, a obtenção correta das amostras, seu transporte para laboratório e sua preparação para análise são etapas fundamentais para o sucesso da mesma. A execução correta destas etapas influencia diretamente na exatidão dos resultados obtidos. A primeira etapa é a da amostragem, onde no momento da obtenção de uma amostra para análise, todas as precauções devem ser tomadas para que a amostra obtida seja representativa do todo. É recomendável que se analise a amostra dentro de 36 horas após sua obtenção. A segunda etapa é a preparação da amostragem, onde técnicas corretas de preparação de uma amostra para análise são indispensáveis. Devem ser utilizadas técnicas assépticas durante todas as etapas. Também deve ser considerado que a distribuição dos microrganismos no alimento não é uniforme, sendo necessário que se faça uma homogeneização prévia de toda a amostra. A escolha do diluente para fazer a homogeneização depende do tipo de produto e dos

microrganismos a serem pesquisados (CUNHA, 2006). O diluente correto para a realização das análises pode ser encontrado nas normas de determinação de microrganismos apresentadas na Figura 3.

Métodos de análises microbiológicas

Muitos métodos e variações de diferentes métodos que podem ser utilizados para detecção quantitativa e qualitativa de microrganismos em alimentos estão relatados na literatura, porém é desejável que se utilize métodos aprovados por órgãos reguladores. O procedimento a ser empregado é determinado pelo tipo de alimento que está sendo analisado e pelo propósito na análise. A escolha também depende dos tipos de microrganismos a serem pesquisados (SILVA, 2002).

Contagem em placas: O método de contagem de microrganismos em placas é um método geral, que pode ser utilizado para contagem de grandes grupos microbianos, como aeróbios, mesófilos, aeróbios psicrófilos, termófilos, bolores e leveduras, variando o tipo de meio, a temperatura e o tempo de incubação. Neste método, as amostras são homogeneizadas, diluídas em séries, em diluente apropriado, semeadas em um meio de cultura apropriado e incubadas. Após passar o tempo de incubação, todas as colônias visíveis são contadas. O procedimento se baseia na premissa de que cada célula presente em uma amostra irá formar uma colônia separada e visível quando fixada em um meio que lhe permita se multiplicar (CUNHA, 2006). As células microbianas podem ocorrer em agrupamentos (pares, tétrades, cachos, cadeias entre outros), assim, não pode ser feita uma relação entre número de colônias e número de células. A única relação que pode ser feita é entre o número de unidades formadoras de colônias (UFC), que podem ser tanto células individuais como agrupamentos, por mililitro ou grama de alimento (SILVA, 2002).

Técnica do número mais provável: A técnica do número mais provável, também chamada de técnica dos tubos múltiplos, é outra maneira bastante utilizada para estimar a contagem de alguns microrganismos, como coliformes fecais, coliformes totais e *E. coli*, além de outros que estejam em baixas concentrações no alimento. Nesta técnica, o alimento é submetido a pelo menos três diluições decimais seriadas. De cada uma destas diluições, alíquotas iguais são transferidas para três ou para cinco tubos contendo o meio de cultura escolhido e um tubo coletor de gás

(tubo de Durhan). Todos os tubos são incubados, decorrido o tempo de incubação, os tubos positivos são identificados. Pelo número de tubos positivos em cada uma das diluições empregadas determina-se o Número Mais Provável por grama de alimento (CUNHA, 2006).

Os principais microrganismos exigidos nos Padrões Sanitários para Alimentos na Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 são *Salmonella* sp, Coliformes, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Bacillus cereus*, *Clostridium* sulfito redutor e *Listeria monocytogenes*. É importante lembrar que segundo esta norma não existem quantidades máximas seguras de *Salmonella* sp. e *Listeria monocytogenes*, de forma que as análises se restringem à apenas sua detecção, tendo os resultados expressos como “Presença” ou “Ausência” na alíquota analisada. As normas específicas de detecção de cada um destes microrganismos estão informadas no quadro abaixo.

Microrganismo	Método	Norma
<i>Salmonella</i> spp.	Método de detecção de <i>Salmonella</i> spp.	ISO 6579:2002
Coliformes	Método de detecção e enumeração de coliformes – Técnica de Número Mais Provável	ISO 4831:2006
	Método de enumeração de coliformes – Técnica de Contagem em Placa	ISO 4832:2006
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	Método de enumeração de <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva – Técnica de Contagem em Placa	ISO 6888 – 1:1999
	Método de enumeração de <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva – Técnica de Número Mais Provável	ISO 6888 – 3:2003
<i>Listeria monocytogenes</i>	Método de detecção de <i>Listeria monocytogenes</i>	ISO 11290-1:1996
<i>Clostridium</i> sulfito redutor	Método de enumeração de <i>Clostridium</i> perfringens – Técnica de Contagem em Placas	ISO 7937:2004
<i>Bacillus cereus</i>	Método de enumeração de <i>Bacillus cereus</i> – Técnica de Contagem em Placa	ISO 7932:2004
	Técnica de determinação de <i>Bacillus cereus</i> – Técnica do Número Mais Provável	ISO 21871:2006

Figura 4 Relação entre microrganismos importantes em alimentos e suas respectivas normas e métodos de determinação. Fonte: autora, 2015.

TESTES QUÍMICOS

Os testes químicos podem detectar alterações na qualidade do produto ao longo de sua vida-de-prateleira. Alguns exemplos de testes químicos são: pH, análise de gás na embalagem, ácidos graxos livres e nitrogênio volátil total (NZFSA, 2005).

pH e Acidez

Em análise de alimentos, é de suma importância a determinação do pH e acidez. Ela pode ter diferentes finalidades, como: avaliação nutricional de um produto; controle de qualidade; desenvolvimento de novos produtos e a monitorização de parâmetros da legislação. A medida do potencial hidrogeniônico (pH) é importante para as determinações de deterioração do alimento como o crescimento de microrganismos, atividade das enzimas, retenção de sabor e odor de produtos, e escolha de embalagem (AMORIM, 2012).

Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade. A determinação da acidez total em alimentos é bastante importante tendo em vista que através dela podem-se obter dados em relação ao processamento e ao estado de conservação dos alimentos (AMORIM, 2012), já que o aumento da acidez pode estar relacionado com a multiplicação microbiana, causando deterioração no alimento.

Quanto ao pH, os alimentos são classificados em muito ácidos ($\text{pH} < 4,0$), ácidos ($4,0 < \text{pH} < 4,5$) e pouco ácidos ($\text{pH} > 4,5$). Entre os alimentos muito ácidos estão sucos de algumas frutas (abacaxi, maracujá, limão, etc.), refrigerantes e pickles. Alguns alimentos ácidos são tomate e derivados e sucos de frutas como caju. Entre os alimentos pouco ácidos podemos destacar carne, leite e ovos (AZEREDO et al., 2012). A medida de pH é realizada utilizando-se um potenciômetro denominado pHmetro. Os potenciômetros são equipamentos simples e de baixo custo, compostos de um eletrodo de referência, um eletrodo indicador e um dispositivo para medir o potencial. O eletrodo de referência possui um potencial constante, conhecido com exatidão e independente da concentração do analito ou de outros íons presentes na solução. O eletrodo indicador desenvolve um potencial proporcional à atividade do analito. Outro componente da célula potenciométrica é a

ponte salina, cuja principal função é prevenir que os constituintes da amostra possam misturar-se com a solução do eletrodo de referência (COSTA, 2013).

A célula consiste de um eletrodo indicador de vidro e de um eletrodo de referência de prata-cloreto de prata ou calomelano imersos em uma solução cujo pH se deseja determinar.

Ácidos graxos livres

Os triglicerídeos são os lipídeos de maior importância. Eles são formados por três ácidos graxos unidos por ligação covalente e ligados a uma molécula de glicerol por pontes éster. Devido a ação de fatores como agitação mecânica, tratamentos térmicos, congelamento seguido de descongelamento, pH, tempo de armazenamento, homogeneização e contagem de células somáticas, há lipólise e consequente liberação de ácidos graxos livres (AGL) (MEDURI, 2012). Assim, os AGL são uma classe de lipídios, presentes tanto em organismos vivos como em alimentos, óleos e produtos industriais. Como os AGL são menos estáveis, eles podem causar rancidez nos alimentos (QU; DU; ZHANG, 2015). Alguns defeitos relacionados ao sabor dos alimentos (como no caso do leite) têm como causa a rancidez atribuída à hidrólise enzimática de triglicerídeos com liberação de AGL (MEDURI, 2012).

A quantidade e composição de AGL em alimentos é importante por diversos fatores. Em alguns alimentos como queijo, AGL influenciam no sabor característico e estão relacionados com processo de produção e qualidade do produto. Por outro lado, AGL em manteigas, leites ou cremes não são desejáveis, pois eles causam deterioração no sabor (FIORINI et al., 2015).

Muitas técnicas de extração têm sido utilizadas para analisar AGL, como destilação, extração em fase sólida, extração por fluido supercrítico e extração líquido-líquido. No entanto, microextração em fase sólida têm sido o método mais popular e eficiente (BENET et al., 2015). De forma geral, a análise de lipídios pode ser realizada pelo isolamento e concentração por microextração em fase sólida e análise por cromatografia gasosa (HANTAO, 2011).

A microextração em fase sólida é uma técnica de preparação da amostra, isenta de solvente, que integra extração e concentração de compostos voláteis em

uma fibra de sílica fundida recoberta por polímero, um sólido adsorvente ou uma combinação dos dois, numa única etapa de extração. A técnica é constituída basicamente de duas etapas: extração dos voláteis pela fibra e transferência do material da fibra para o injetor do cromatógrafo, para a análise cromatográfica (GARRUTI et al., 2011).

A seleção do tipo de extração irá depender do tipo de amostra. As opções são extração direta e extração no *headspace* (espaço vazio acima da amostra em um recipiente fechado). A microextração em fase sólida direta não se aplica a matrizes aquosas contendo particulados e matrizes sólidas, enquanto que a extração no *headspace* é indicada para analitos de média e alta volatilidade (GARRUTI et al., 2011). Para compostos de média a alta pressão de vapor é recomendada a extração através do *headspace*, por outro lado, para compostos de baixa volatilidade é recomendado o uso da imersão, seja direta ou protegida por membranas (HANTAO, 2011).

Nitrogênio volátil total

De forma geral, a mensuração da quantidade de NVT consiste na quantificação de aminas como trimetilamina, dimetilamina e amônia, que são formadas durante a deterioração do alimento (CICERO et al., 2014).

O método de determinação de NVT consiste em utilizar uma solução de ácido tricloroacético para a extração do nitrogênio proteico da amostra, que após filtração resulta em um extrato límpido contendo nitrogênio volátil. Antes da destilação por arraste de vapor podem ser utilizados diferentes agentes alcalinizantes, hidróxido de sódio (NaOH) ou óxido de magnésio (MgO) (CICERO et al., 2014).

Alguns alimentos podem ter a sua estabilidade avaliada durante o armazenamento, por medidas de nitrogênio volátil total (NVT), entre outros como quantidade de microrganismos e pH. O NVT é considerado um dos atributos de deterioração proteica, estando diretamente ligado com o frescor de certos produtos (BARBOZA, 2002; HUANG et al., 2014).

O tempo de vida-de-prateleira de carnes de pescados e carnes suínas pode ser avaliado pela medição de NVT (BARBOZA, 2002; HUANG et al., 2014).

Na carne suína, por exemplo, os principais ingredientes como carboidratos, proteínas e gorduras são decompostas por enzimas e bactérias, produzindo vários compostos orgânicos voláteis. Durante a estocagem estas substâncias e outros compostos nitrogenados juntos compõem o NVT, por isso o conteúdo de NVT em carnes suína é uma importante referência sobre o seu frescor (HUANG et al., 2014). De forma semelhante, em pescados, o “*flavour*” característico do produto é obtido de uma mistura basicamente constituída de amins, ácidos orgânicos e aminoácidos. A amônia está presente durante todo o processo, com pequena variação e, juntamente com a trimetilamina, constitui o NVT. Assim, uma alta taxa de nitrogênio volátil total indica deterioração de origem bacteriana e um produto de má qualidade nutricional e sensorial (POMBO, 2007). A vida-de-prateleira de carnes de frango congeladas também pode ser avaliada pela NVT. Conforme ocorre o aumento da contagem de microrganismos psicrotóxicos (microrganismos com capacidade de se multiplicar em baixas temperaturas) (OLIVEIRA et al., 2015), acompanhado de mudanças sensoriais e organolépticas da carne, também aumentam o NVT, mostrando que existe uma relação direta entre NVT e o aumento de microrganismos e consequentemente o fim da vida-de-prateleira (PEREIRA et al., 2006).

Métodos específicos para cada tipo de alimento podem ser encontrados no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

TESTES FÍSICOS

Testes físicos incluem analisar o estado da embalagem. A análise da embalagem é feita visualmente onde se procura por pontos de ruptura ou partes amassadas. Estas avaliações devem ser feitas para identificar danos que possam ocorrer na embalagem durante transporte e manuseio. Para analisar se o produto chegará íntegro no seu destino final e se a embalagem está cumprindo a sua função de proteger o produto, deve-se transportar o produto ao longo de toda a cadeia de distribuição e estocagem, realizando-se avaliações do alimento e embalagem em diferentes pontos da cadeia até o destino final (NZFSA, 2005).

4.4 ETAPA 4 - REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Durante o estudo, amostras devem ser estocadas sob as mesmas condições nas quais os produtos serão armazenados antes do consumo. Se isto não for possível, as amostras devem ser armazenadas em temperatura e umidade conhecida, que devem ser verificados e registrados regularmente.

O registro de todos os resultados deve ser feito depois de cada teste.

4.5 ETAPA 5 - DETERMINAÇÃO DA VIDA-DE-PRATELEIRA

Ao longo do estudo de vida-de-prateleira, se alcança um ponto onde o produto não atende mais o padrão de qualidade e segurança necessário. Usando as informações coletadas e observadas, deve-se decidir por quanto tempo o produto pode ser mantido com segurança e qualidade aceitáveis. Os tempos máximos aceitáveis para qualidade e segurança podem não ser os mesmos. Desta forma, a vida-de-prateleira será definida pelo tempo mais curto (NZFSA, 2005). O profissional que irá determinar a vida-de-prateleira deve saber quais são as características de qualidade do produto e, idealmente, conhecer os mecanismos de deterioração que podem afetar estas características, diminuindo a aceitação do produto. Assim, a determinação de vida-de-prateleira envolve um estudo experimental da deterioração do produto, resultando na identificação de um tempo que marca o fim da vida-de-prateleira (MAN, 2004).

Os resultados dos testes devem ser analisados e caso algum deles esteja discrepante deve ser repetido. Se continuarem incompatíveis ou variarem, os ingredientes do alimento devem ser analisados segundo sua qualidade e processamento em todos os lotes. Deve-se determinar o que está causando a variabilidade, fixar este fator e repetir as amostras e os testes (NZFSA, 2005).

Seguindo estes passos pode-se obter um tempo de vida-de-prateleira baseado nas condições ideais de estocagem, porém é necessário que se considere as condições “reais”, onde as condições de estocagem podem variar e vida-de-prateleira não será a mesma. Assim, ao se determinar o tempo de vida-de-prateleira

é importante que se acrescente uma margem de segurança, de forma a se levar em conta as variações que podem ocorrer ao longo da estocagem do produto. O abuso de condições de estocagem pode ser limitada ao se definir de forma específica as condições de armazenamento no rótulo do produto e controlar a sua distribuição (NZFSA, 2005).

4.6 ETAPA 6 – MONITORAMENTO

As Amostras devem ser testadas em relação aos fatores que foram considerados mais importantes para o produto em questão, como por exemplo, acidez, perda de sabor, nível de deterioração por microrganismos, etc. Amostras podem ser retiradas ao longo do sistema de distribuição para se fazer uma verificação da vida-de-prateleira. Se os testes mostrarem que o prazo preliminar está incorreto, deve-se fazer um ajuste.

Também é de extrema importância que o estudo de vida-de-prateleira seja repetido depois que quaisquer mudanças forem feitas na produção, no ambiente de processamento ou na formulação do produto.

As reclamações dos consumidores também devem ser investigadas quando se tratarem de produtos de qualidade inaceitável dentro do prazo de validade, pois elas podem ajudar a identificar problemas recorrentes e indicar a necessidade de se reavaliar o tempo de vida-de-prateleira (NZFSA, 2005).

O monitoramento do produto deve ser feito continuamente para assegurar sua segurança e qualidade ao longo de toda a vida-de-prateleira (NZFSA, 2005). Um alimento seguro e de boa qualidade que agrada os consumidores tem a sua origem em um produto bem formulado, que inclui testes de vida-de-prateleira cuidadosamente planejados e conduzidos. Isto é uma evidencia de que o fabricante teve o interesse de considerar os possíveis problemas que poderiam ocorrer no produto e que ele demonstra importância com o alimento e seus consumidores (MAN, 2004).

5. CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível detalhar quais são as alterações que ocorrem no alimento ao longo de sua estocagem e concluir que estas são complexas e de suma importância para o bom entendimento das possíveis reações de degradação que ocorrem no alimento. Também se pode especificar quais são os fatores que afetam a vida-de-prateleira do alimento e concluir que, com o correto controle e conhecimento destes fatores, a vida-de-prateleira do produto pode ser amplamente estendida.

Além disso, 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. Juntos estes testes englobam todas as alterações que podem ocorrer no alimento, e assim, é possível mensurar ao longo da estocagem como a qualidade do produto, e com qual rapidez, é degradada.

Por fim, realizar um estudo e determinação de vida-de-prateleira de um produto vai muito além de apenas se especificar um prazo de validade a ser informado na embalagem. Realizar o estudo de vida-de-prateleira significa obter o total conhecimento das propriedades do alimento (incluindo quais são seus componentes, seus nutrientes, sua acidez, sua qualidade microbiológica, entre outros), obter o completo conhecimento das reações que nele ocorrem ao longo do tempo e também o entendimento de como o meio em que este alimento está estocado pode afetar sua qualidade. Todos estes conhecimentos adquiridos por meio de realizações de testes de vida-de-prateleira são essenciais para o produtor que têm o interesse em estudar profundamente o alimento que está ofertando, como também demonstra o esforço do fabricante em oferecer um produto seguro e com a melhor qualidade que pode ser alcançada.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANCHES, Monise Viana et al. Perdas de Vitaminas em Leite e Produtos Lácteos e Possíveis Medidas de Controle. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 2, p.207-217, jun. 2008.

ADITIVOS E INGREDIENTES. Fatores que Influenciam o Shelf Life nos Alimentos. Aditivos e Ingredientes, São Paulo, v. 115, p.21-27, 2015. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/744.pdf>. Acesso em: 02 set. 2015.

AMORIM, Andressa Gomes. Determinação do pH e acidez titulável da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*). In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012. Palmas: Connepi, 2012. p. 1 - 6.

AMORIM, Patricia Suevo. **Comportamento pós colheita de goiabas (*Psidium Guajava L.*) embaladas em diferentes materiais**. 2004. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Materiais, Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

ARNOLDI, A.. Factors affecting the Maillard reaction. Em: **UNDERSTANDING and measuring the shelf-life of food**. Washington: Woodhead Publishing Limited, 2004. Cap. 6. p. 111-124.

AZEREDO, Henriette Monteiro Cordeiro de et al. Princípios dos Métodos de Conservação de Alimentos. In: FUNDAMENTOS de Estabilidade de Alimentos. 2. ed. Brasília: Técnica, 2012. Cap. 5. p. 129-186.

BACIGALUPI, Céline et al. Changes in nutritional value of a multi-vitamins fortified juice packed in glass and standard PET bottles. **Food Control**, [s.l.], v. 60, p.256-262, fev. 2016. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.07.039. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0956713515301274?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

BARBOZA, Silvia Helena Romeiro. **Estudos Tecnológicos Comparativos da Carne e Subprodutos dos Moluscos *Achatina fulica* (ESCARGOT) e *Pomacea lineata* (ARUÁ)**. 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2002.

BENET, Iu et al. Optimisation of stir-bar sorptive extraction (SBSE), targeting medium and long-chain free fatty acids in cooked ham exudates. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 185, p.75-83, out. 2015. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.03.102. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0308814615004744?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

BRASIL. **Rdc 259 de 20 de Setembro de 2002**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

BRASIL. **Resolução nº216, de 15 de setembro de 2004**. Boas Práticas para serviços de alimentação.

BRASIL. **Portaria nº326, de 30 de Julho de 1997**. Boas práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.

BRASIL. **Portaria nº 368, de 04 de Setembro de 1997**. Regulamento Técnico sobre as condições Higiénico-sanitárias e de Boas Práticas de fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos.

BRASIL. Resolução Rdc nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Resolução Rdc N 12, de 02 de Janeiro de 2001**.

CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. CEASA. Disponível em: <http://www.ceasa.gov.br/dados/publicacao/pub09.pdf>. Acesso em: 11/10/2015.

CICERO, Laís Henrique et al. Estudo das metodologias de destilação na quantificação do Nitrogênio das Bases Voláteis Totais em pescada, tilápia e camarão. **Braz. J. Food Technol.**, [s.l.], v. 17, n. 3, p.192-197, 2014. FapUNIFESP (SciELO). DOI: 10.1590/1981-6723.5713.

CIVILLE, Gail Vance; OFTEDAL, Katherine Nolen. Sensory evaluation techniques — Make “good for you” taste “good”. **Physiology & Behavior**, [s.l.], v. 107, n. 4, p.598-605, nov. 2012. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.physbeh.2012.04.015. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0031938412001643?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

COSTA, Rosângela Câmara. **Determinação de parâmetros (sólidos sólidos, pH e acidez titulável) em ameixas intactas usando espectroscopia no infravermelho próximo e seleção de comprimento de onda**. 2013. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

CUNHA, Michele Almeida da. Métodos de Detecção de Microrganismos Indicadores. **Saúde e Ambiente**, Duque de Caxias, v. 1, n. 1, p.09-13, jun. 2006.

DANNENHAUER, Cristiano Édio. **Desenvolvimento de um Aplicativo Computacional para Microbiologia Preditiva**. 2010. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

DO, Thu Dung T. et al. Antioxidant capacity and vitamin E in barley: Effect of genotype and storage. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 187, p.65-74, nov. 2015. Elsevier BV. DOI:

10.1016/j.foodchem.2015.04.028. Disponível em:
<<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0308814615005749?httpAccept=text/xml>>.
Acesso em: 30 out. 2015.

EMBRAPA. Perigos na Produção de Alimentos, 2005. Disponível em:
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18257/1/BOASPRATICASAGROPperigosvegetal.pdf>>. Acesso em: 10/10/2015.

ESSE, R.; SAARI, A.. Shelf-life and moisture management. Em: **UNDERSTANDING and measuring the shelf-life of food**. Washington: Woodhead Publishing Limited, 2004. Cap. 2. p. 24-41.

FALOWO, Andrew B.; FAYEMI, Peter O.; MUCHENJE, Voster. Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International**, [s.l.], v. 64, p.171-181, out. 2014. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.06.022. Disponível em:
<<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0963996914004177?httpAccept=text/xml>>.
Acesso em: 10 nov. 2015.

FAUSTMAN, Cameron et al. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. **Meat Science**, [s.l.], v. 86, n. 1, p.86-94, set. 2010. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.04.025. Disponível em:
<<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0309174010001579?httpAccept=text/xml>>.
Acesso em: 30 out. 2015.

FENNEMA, Owen R. et al. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERNANDES, Iva et al. Bioavailability of anthocyanins and derivatives. **Journal Of Functional Foods**, [s.l.], v. 7, p.54-66, mar. 2014. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jff.2013.05.010. Disponível em:
<<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S1756464613001370?httpAccept=text/xml>>.
Acesso em: 30 out. 2015.

FERRARI, Carlos Kusano Bucalen. Oxidação Líidica em Alimentos e Sistemas Biológicos: mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 11, p.3-14, jun. 1998.

FETSCHA, A. et al. Staphylococcus aureus food-poisoning outbreak associated with the consumption of ice-cream. **International Journal Of Food Microbiology**, [s. L.], v. 187, n. 01, p.1-6, 18 set. 2014.

FIORINI, Dennis et al. A salting out system for improving the efficiency of the headspace solid-phase microextraction of short and medium chain free fatty acids. **Journal Of Chromatography A**, [s.l.], v. 1409, p.282-287, ago. 2015. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.chroma.2015.07.051. Disponível em:

<<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0021967315010195?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

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.revista-fi.com/materias/188.pdf>>. Acesso em: 10/02/ 2015.

FREITAS, Marta A.; COSTA, Josenete C.. Shelf life determination using sensory evaluation scores: A general Weibull modeling approach. **Computers And Industrial Engineering**, Belo Horizonte, v. 51, p.652-670, maio 2006.

FROMMHERZ, Lara et al. Degradation of folic acid in fortified vitamin juices during long term storage. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 159, p.122-127, set. 2014. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.02.156. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0308814614003598?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

GARCIA, Denise Marques. **Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas de integração avícola**. 2004. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

GARRUTI, Deborah dos Santos et al. Otimização da Extração de Compostos Voláteis por Microextração em Fase Sólida em Headspace: Exemplo da Aguardente de Cana. **Comunicado Técnico Embrapa**, Fortaleza, v. 1, n. 171, p.1-5, nov. 2011.

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

GÓMEZ-TORRES, N et al. Impact of Clostridium spp. on cheese characteristics: Microbiology, color, formation of volatile compounds and off-flavors. **Food Control**, [s. L.], v. 56, n. 01, p.186-194, out. 2015.

GRAM, Lone; DALGAARD, Paw. Fish spoilage bacteria – problems and solutions. **Current Opinion In Biotechnology**, [s.l.], v. 13, n. 3, p.262-266, jun. 2002. Elsevier BV. DOI: 10.1016/s0958-1669(02)00309-9. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0958166902003099?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

GUAN, Yongguang; ZHONG, Qixin. The improved thermal stability of anthocyanins at pH 5.0 by gum arabic. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 64, n. 2, p.706-712, dez. 2015. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.06.018. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0023643815004454?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 09 nov. 2015.

GUYNOT, M. E. et al. Modified Atmosphere Packaging for Prevention of Mold Spoilage of Bakery Products with Different pH and Water Activity Levels. **Journal Of Food Protection**, Lleida, v. 66, n. 10, p.1864-1872, abr. 2003.

HANTAO, Leandro Wang. **Microextração em Fase Sólida e Cromatografia Gasosa Bidimensional Abrangente: Aplicações em Lipidômica**. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Química, Química Analítica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

HELOU, Cynthia et al. Maillard reaction products in bread: A novel semi-quantitative method for evaluating melanoidins in bread. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 190, p.904-911, jan. 2016. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.06.032. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0308814615009243?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

HOFFMANN, Fernando Leite. Fatores Limitantes à Proliferação de Microrganismos em Alimentos. **Brasil Alimentos**, São José do Rio Preto, v. 9, p.23-30, ago. 2001.

HORVATH, Mariana Bandeira. **Estudo dos Conhecimentos dos Estudantes e Graduados em Engenharia de Alimentos em Relação a microbiologia e Sistemas de Gestão da Qualidade de Alimentos**. 2011. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

HOSPITAL, Xavier F. et al. Technological implications of reducing nitrate and nitrite levels in dry-fermented sausages: Typical microbiota, residual nitrate and nitrite and volatile profile. **Food Control**, [s.l.], v. 57, p.275-281, nov. 2015. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.04.024. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0956713515002418?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

HOUGH, Guillermo; GARITTA, Lorena; GÓMEZ, Guadalupe. Sensory shelf-life predictions by survival analysis accelerated storage models. **Food Quality And Preference**, [s.l.], v. 17, n. 6, p.468-473, set. 2006. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodqual.2005.05.009. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0950329305000856?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

HUANG, Lin et al. Nondestructive measurement of total volatile basic nitrogen (TVB-N) in pork meat by integrating near infrared spectroscopy, computer vision and electronic nose techniques. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 145, p.228-236, fev. 2014. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.06.073. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0308814613008509?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 06 nov. 2015.

HUANG, Jin-ru et al. Shelf-life of fresh noodles as affected by chitosan and its Maillard reaction products. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 40, n. 7, p.1287-1291, set. 2007. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.lwt.2006.08.004. Disponível em:

<<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0023643806002234?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 09 nov. 2015.

ISAAC, Anita et al. Electroanalytical methods for the determination of sulfite in food and beverages. **Trac Trends In Analytical Chemistry**, [s.l.], v. 25, n. 6, p.589-598, jun. 2006. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.trac.2006.04.001. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0165993606000744?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

INMETRO. Requeijão e especialidade láctea à base de requeijão. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/requeijao.asp>> Acesso em: 12 out, 2015.

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

KHAN, Mohammad Imtiyaj; GIRIDHAR, P.. Enhanced chemical stability, chromatic properties and regeneration of betalains in *Rivina humilis* L. berry juice. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 58, n. 2, p.649-657, out. 2014. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.03.027. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0023643814001777?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

LEICHTWEIS, Nilvane Perondi. **Determinação da vida de prateleira de bebida à base de soja light sabor laranja envasada em garrafa pet**. 2011. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MAN, C. M. D.. Shelf Life testing. In: **UNDERSTANDING and measuring the shelf-life of food**. Washington: Woodhead Publishing Limited, 2004. Cap. 15. p. 340-354.

MANO, Michele Tainá Derks. **Efeito da Redução de Temperatura de carcaças de frango na multiplicação de microrganismos**. 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MARTINS, Glendara Aparecida de Souza. **Determinação da vida-de-prateleira por testes acelerados de doce em massa de banana cv. prata**. 2009. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

MARFIL, P.h.m.; SANTOS, E.m.; TELIS, V.r.n.. Ascorbic acid degradation kinetics in tomatoes at different drying conditions. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 41, n. 9, p.1642-1647, nov. 2008. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.lwt.2007.11.003. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0023643807003842?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

MARCO, Aurora; NAVARRO, José Luis; FLORES, Mónica. The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. **Meat Science**, [s.l.], v. 73, n. 4, p.660-673, ago. 2006. Elsevier BV. DOI:

10.1016/j.meatsci.2006.03.011. Disponível em:
<<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0309174006000830?httpAccept=text/xml>>.
Acesso em: 30 out. 2015.

MARCHESI, Cristiane Michele et al. Influência das Condições de Armazenamento sobre os Pigmentos Cárneos e a Cor do Salame Italiano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, p.697-704, set. 2006.

MEDURI, Beatriz. **Determinação de caseína e ácidos graxos livres em leite cru bovino**. 2012. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Animal e Pastagens, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

MILLS, John; DONNISON, Andrea; BRIGHTWELL, Gale. Factors affecting microbial spoilage and shelf-life of chilled vacuum-packed lamb transported to distant markets: A review. **Meat Science**, [s.l.], v. 98, n. 1, p.71-80, set. 2014. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.05.002. Disponível em:
<<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0309174014001144?httpAccept=text/xml>>.
Acesso em: 30 out. 2015.

MOURA, Silvia Cristina Sobottka Rolim de et al. Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p.141-148, jan. 2007.

MOURA, Sandrina Isabel Borges. **Aplicação de conservantes alimentares para controle da contaminação por *Listeria spp.* e bolores em queijos**. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioquímica, Universidade da Beira Interior, Corvilha, 2011.

NZFSA. **A guide to Calculating the Shelf Life of Foods**. S: New Zealand Food Safety Authority, 2005. 32 p. Disponível em: <<http://www.forma-te.com/finish/64-higiene-e-seguranca-alimentar-haccp/25417-a-guide-to-calculating-the-shelf-life-of-foods>>. Acesso em: 05 out. 2014.

OGIWARA, Yoshiko et al. Iron chelating active packaging: Influence of competing ions and pH value on effectiveness of soluble and immobilized hydroxamate chelators. **Food Chemistry**, [s.l.], p.1-25, out. 2015. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.10.029. Disponível em:
<<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0308814615300297?httpAccept=text/xml>>.
Acesso em: 30 out. 2015.

OLIVEIRA, Anderson do Nascimento et al. Cinética de Degradação e vida-de-prateleira de suco integral de manga. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p.172-177, jan. 2013.

OLIVEIRA, Gislene B. de et al. Psychrotrophic bacteria in milk: How much do we really know?. **Brazilian Journal Of Microbiology**, [s.l.], v. 46, n. 2, p.313-321, 2015.

OSAWA, Cibele Cristina 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.

OTTAWAY, P. Berry. Stability of vitamins during food processing and storage. **Chemical Deterioration And Physical Instability Of Food And Beverages**, [s.l.], p.539-560, 2010. Elsevier BV. DOI: 10.1533/9781845699260.3.539.

PEREIRA, Amanda V. et al. Estudo de Estabilidade Sob Armazenamento da Carne de Ema. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 2, n. 26, p.283-289, jun. 2006.

PINHEIRO-SANT'ANA, Helena Maria et al. Evaluation of total carotenoids, alpha- and beta-carotene in carrots (*Daucus carota* L.) during home processing. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s.l.], v. 18, n. 1, p.1-10, 1998. FapUNIFESP (SciELO). DOI: 10.1590/s0101-20611998000100009.

POMBO, Cecília Riscado. **Avaliação Físico-Química e Bacteriológica de peixes anchovados**. 2007. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2007.

POTHAKOS, V. et al. Lactic acid bacteria and their controversial role in fresh meat spoilage. **Meat Science**, [s. L.], v. 109, n. 1, p.66-74, nov. 2015.

QU, Shuping; DU, Zhenxia; ZHANG, Yun. Direct detection of free fatty acids in edible oils using supercritical fluid chromatography coupled with mass spectrometry. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 170, p.463-469, mar. 2015. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.08.043. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0308814614012588?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

QUEIROZ, Anelise Marçal Perez de. **Efeitos do Tripolifosfato de Sódio sobre as características microbiológicas, físico-químicas e vida-de-prateleira em linguiça frescal de frango**. 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

REALINI, Carolina E.; MARCOS, Begonya. Active and intelligent packaging systems for a modern society. **Meat Science**, [s.l.], v. 98, n. 3, p.404-419, nov. 2014. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.06.031. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0309174014001995?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

ROBAZZA, W. S.; TELEKEN, J. T.; GOMES, G. A.. Modelagem Matemática do Crescimento de Microrganismos em Alimentos. **Tend. Mat. Apl. Comput.**, Pinhalzinho, v. 11, n. 1, p.101-110, jun. 2010.

RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. Natural food pigments and colorants. **Current Opinion In Food Science**, [s.l.], v. 7, p.20-26, fev. 2016. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.cofs.2015.08.004. Disponível em:

<<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S2214799315001046?httpAccept=text/xml>>.

Acesso em: 30 out. 2015.

RODRIGUES, Eliane et al. Manual de boas práticas de fabricação. Programa Rio Rural, Niterói, v. 26, p.1-23, jul. 2010.

ROUSSEAU, S. et al. . Non-Botrytis grape-rotting fungi responsible for earthy and moldy off-flavors and mycotoxins. **Food Microbiology**, [s. L.], v. 38, n. 1, p.104-121, abr. 2014.

SAINI, Ramesh Kumar; NILE, Shivraj Hariram; PARK, Se Won. Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**, [s.l.], v. 76, p.735-750, out. 2015. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.07.047. Disponível em:

<<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0963996915301356?httpAccept=text/xml>>.

Acesso em: 30 out. 2015.

SANT'ANA, A.S., FRANCO, B.D.G.M. Microbial quantitative risk assessment of foods: concepts, systematics and applications. Braz. J. **Food Technol.**, v. 12, n. 4, p. 266-276, out./dez. 2009.

SANT'ANNA, Voltaire et al. Tracking bioactive compounds with colour changes in foods – A review. **Dyes And Pigments**, [s. L.], v. 98, n. 3, p.601-608, set. 2013.

SHIBAO, Julianna; BASTOS, Deborah Helena Markowicz. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 24, n. 6, p.895-904, dez. 2011.

SILVA, Dionice Capistrano da. **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.

SILVA, Maria Cecília da. **Avaliação da Qualidade Microbiológica de Alimentos com a Utilização de Metodologias Convencionais e do Sistema Simplate**. 2002. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, Everton Menezes da. **Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido de pinhão**. 2011. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SINGH, R. P.; ANDERSON, B. A.. The major types of food spoilage: an overview. In: **UNDERSTANDING and measuring the shelf-life of food**. Washington: Woodhead Publishing Limited, 2004. p. 3-19.

STREIT, Nivia Maria et al. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p.748-755, jun. 2005.

TAOUKIS, P. S.; GIANNAKOUROU, M. C.. Temperature and food stability: analysis and control. In: **UNDERSTANDING and measuring the shelf-life of food**. Washington: Woodhead Publishing Limited, 2004. Cap. 3. p. 42-65.

TEIXEIRA, Lilian Viana. Análise sensorial na indústria de alimentos: Sensory analysis in the food industry. **Revista do Instituto de Laticínios**, [s.l.], v. 64, n. 366, p.12-21, fev. 2009.

TEODORO, Andressa Viera. **A importância da análise sensorial em unidades de alimentação e nutrição**. 2013. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

TIMOUMI, Souad; MIHOUBI, Daoued; ZAGROUBA, Fethi. Shrinkage, vitamin C degradation and aroma losses during infra-red drying of apple slices. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 40, n. 9, p.1648-1654, nov. 2007. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.lwt.2006.11.008. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0023643806003069?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

TORALLES, Ricardo Peraça et al. Determinação das constantes cinéticas de degradação do ácido ascórbico em purê de pêsego: efeito da temperatura e concentração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p.18-23, mar. 2008.

VALENZUELA, Catalina; AGUILERA, José Miguel. Effects of maltodextrin on hygroscopicity and crispness of apple leathers. **Journal Of Food Engineering**, [s.l.], v. 144, p.1-9, jan. 2015. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2014.07.010. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0260877414003100?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

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.

VAN BOXSTAEEL, S. et al. Understanding and attitude regarding the shelf life labels and dates on pre-packed food products by Belgian consumers. **Food Control**, [s.l.], v. 37, p.85-92, mar. 2014. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.08.043. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0956713513004350?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

VAN ELZAKKER, M.a.h. et al. Optimizing the tactical planning in the Fast Moving Consumer Goods industry considering shelf-life restrictions. **Computers And Chemical Engineering**, Petesburgo, v. 66, n. 1, p.98-109, jan. 2014.

WANI, A.a.; SINGH, P.; LANGOWSKI, H.-c.. Food Technologies: Packaging. **Encyclopedia Of Food Safety**, [s.l.], p.211-218, 2014. Elsevier BV. DOI: 10.1016/b978-0-12-378612-8.00273-0. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:B9780123786128002730?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.

WANG, Yongli et al. Effects of plant polyphenols and α -tocopherol on lipid oxidation, residual nitrites, biogenic amines, and N-nitrosamines formation during ripening and storage of dry-cured bacon. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 60, n. 1, p.199-206, jan. 2015. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.09.022. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S0023643814005775?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 30 out. 2015.