

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA- UNIFOR-MG**

**ENGENHARIA QUÍMICA**

**LARA MONIQUE CAMARGOS**

**ESTUDO SOBRE FATORES QUE INTERFEREM NA VIDA- DE-PRATELEIRA  
DE SUCOS DE LARANJA**

**FORMIGA-MG**

**2019**

LARA MONIQUE CAMARGOS

ESTUDO SOBRE FATORES QUE INTERFEREM NA VIDA- DE-PRATELEIRA  
DE SUCOS DE LARANJA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Engenharia Química do UNIFOR-MG,  
como requisito parcial para obtenção do título  
de bacharel em Engenharia Química.  
Orientador: Antônio Jose dos Santos Junior

FORMIGA-MG

2019

LARA MONIQUE CAMARGOS

ESTUDO SOBRE FATORES QUE INTERFEREM NA VIDA- DE-PRATELEIRA  
DE SUCOS DE LARANJA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Engenharia Química do UNIFOR-MG,  
como requisito parcial para obtenção do título  
de bacharel em Engenharia Química.  
Orientador: Antônio Jose dos Santos Junior

BANCA EXAMINADORA

*Antônio José dos Santos Júnior*

Prof. M.e. Antônio Jose dos Santos Junior

Orientador

*Rosiene Pimenta*

Prof.<sup>a</sup> Rosiene Gonzaga de Jesus Pimenta

UNIFOR-MG

*Emerson Paulino dos Reis*

Prof.M.e Emerson Paulino dos Reis

UNIFOR-MG

Formiga, 7 de novembro de 2019

## RESUMO

Vida-de-prateleira pode ser definida como o tempo em que um produto pode ser considerado próprio para o consumo. A laranja é uma das principais frutas produzidas no Brasil. Das frutas plantadas no Brasil 47% é destinada a indústria de processados o setor gera 26,8% dos empregos da indústria de transformação, o que corresponde a 1,61 milhão de empregos diretos. Este trabalho aponta fatores que podem interferir na vida-de-prateleira do suco de laranja, e a importância de se preservar a qualidade sensorial e nutricional desse alimento. De modo geral a qualidade do suco pode ser prejudicada desde as etapas iniciais, como por exemplo durante seu processamento, até na forma como ele é armazenado. Dentre fatores, a presença de enzimas específicas pode causar turbidez, que pode gerar uma rejeição do produto. Por outro lado, a presença de microrganismo pode causar odores, enquanto alterações de fatores físico-químicos, tais como temperatura, pH e presença de oxigênio, podem provocar mudanças nas propriedades do suco, gerando, por exemplo, a perda da vitamina C, que é considerada um fator de qualidade muito importante no suco de laranja. Para que isso não aconteça são realizados diversos estudos químicos e microbiológicos para estimar o tempo de vida deste produto, visando minimizar e eliminar a possibilidade de que algum consumidor adquira um alimento impróprio para o consumo. Algumas técnicas podem ser aplicadas para aumentar o tempo de vida-de-prateleira, como a pasteurização, armazenamento correto e a escolha de embalagens adequadas.

Palavras-chave: Vida-de-prateleira. Enzimas. Propriedades.

## **ABSTRACT**

Shelf life can be defined as the time a product can be considered fit for consumption. Orange is one of the main fruits produced in Brazil. 47% of the fruit planted in Brazil is destined to the processed industry. The sector generates 26.8% of the manufacturing industry jobs, which corresponds to 1.61 million direct jobs. This paper points out factors that may interfere with the shelf life of orange juice, and the importance of preserving the sensory and nutritional quality of this food. In general, the quality of the juice can be impaired from the early stages, such as during processing, to the way it is stored. Among factors, the presence of specific enzymes can cause turbidity, which can lead to product rejection. On the other hand, the presence of microorganism can cause odors, while changes in physicochemical factors, such as temperature, pH and presence of oxygen, can cause changes in the properties of the juice, leading, for example, to the loss of vitamin C, which It is considered a very important quality factor in orange juice. To prevent this from happening, several chemical and microbiological studies are performed to estimate the shelf life of this product, with the aim of minimizing and eliminating the possibility that any consumer may purchase food that is unfit for consumption. Some techniques can be applied to increase shelf life, such as pasteurization, proper storage, and choosing appropriate packaging.

Keywords: Shelf life. Enzymes. Properties.

## LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Figura1-Principais etapas do processo de produção do suco de laranja .....	20
Figura 2- Esquema de extração do suco da Laranja .....	22
Figura 3- Embalagens cartonadas .....	35
Figura 4- Embalagens de polietileno de alta densidade (PEAD) .....	36
Figura 5- Embalagens PET (Polietileno tereftalato) .....	36
Figura 6- Embalagens metálicas .....	37
Figura 7 - Estrutura primária de uma molécula de pectina .....	40
Quadro 1- Terminologia utilizada na indústria Cítrica .....	18

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico- 1 de entalpia versus tempo, caminho catalisado e o outro não-catalisado. ....	26
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIA	Associação Brasileira de Indústria de Alimentos.
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
$A_w$	Atividade da água.
$CO_2$	Dióxido de carbono.
$dt$	Intervalo de tempo.
$d[C]$	Mudança na concentração molar do reagente C.
EUA	Estados Unidos da América.
$H_2$	Hidrogênio.
IV	Raios infravermelho.
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
PAL	Pectatoliase.
PE	Pectinesterase.
PEAD	Polietileno de alta densidade.
PET	Polietileno tereftalato.
PG	Poligalacturonase.
pH	potencial Hidrogeniônico.
PL	Pectinaliase.
SST	sólidos solúveis totais.
UR	Umidade relativa durante.
UV	Radiação ultravioleta.



## SUMÁRIO

ABSTRACT .....	5
LISTA DE QUADROS E FIGURAS .....	6
LISTA DE GRÁFICOS .....	7
METODOLOGIA.....	11
2 OBJETIVO GERAL .....	14
2.1 Objetivos Específicos.....	14
2 JUSTIFICATIVA.....	15
4 REVISÃO DA LITERATURA .....	16
4.1 Atividade Industrial de Alimentos e Bebidas no Brasil.....	16
4.1.3 Histórico da Laranja .....	18
4.2 SUCO DE LARANJA.....	20
4.2.1 Tipos de sucos.....	20
4.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO .....	21
4.3.1 Fluxograma do Processo de Produção.....	21
4.3.2 Recepção e Armazenamento .....	22
4.3.3 Limpeza.....	23
4.3.4 Seleção.....	23
4.3.5 Extração.....	23
4.3.7 Pasteurização .....	25
4.3.8 Resfriamento e Embalagem .....	25
4.4.1 Influência da Temperatura .....	26
4.4.2 Concentração dos Reagentes.....	27
4.4.3 Catalisadores.....	27
4.4.4 Área Superficial .....	28
4.4.5 Cinética de deterioração em alimentos.....	28
4.5.1 Definição.....	29
4.6 MÉTODOS DE ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA.....	30
4.6.1 Método Usual.....	30
4.6.2 Testes Acelerados .....	31
4.7 FATORES QUE PODEM INFLUENCIAR NA VIDA-DE-PRATELEIRA DE UM PRODUTO.....	31
4.8 FATORES QUE INFLUENCIAM NA VIDA-DE-PRATELEIRA DO SUCO DE LARANJA.....	32
4.8.1 Qualidade do suco de laranja .....	32
4.8.2 Fatores microbiológicos .....	32
4.8.3 Fatores físicos e químicos.....	33

<b>4.8.4 Influência do oxigênio.....</b>	<b>34</b>
<b>4.8.6 Influência da luz.....</b>	<b>37</b>
<b>4.9 EMBALAGEM.....</b>	<b>37</b>
<b>5 ENZIMAS .....</b>	<b>40</b>
<b>5.1 Pectina e Pectinase.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>

## **METODOLOGIA**

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica. Buscou-se em sites acadêmicos e plataformas, como Scielo e Science Direct, artigos científicos, dissertações, teses e livros que abordassem os assuntos aqui tratados. As referências utilizadas datam de 1990 a 2019.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos nacional é um importante segmento para economia do Brasil. Segundo dados da Associação Brasileira de Indústria de Alimentos (ABIA), o setor é responsável por 26,8% dos empregos da indústria de transformação, o que corresponde a 1,61 milhão de empregos diretos (ABIA,2019).

Na indústria de alimentos o setor de sucos se destaca, representando em 2018 um total de 12,8% das vendas (ALBUQUERQUE, 2019). Por apresentar um clima e uma vegetação favoráveis, isso faz do Brasil um dos maiores produtores de frutas tropicais, sendo a principal delas a laranja. Tudo começou em 1920, quando aconteceu uma grande geada na Flórida, que era até o momento a maior produtora de laranjas. Esse fato marcou o início das exportações de laranja no Brasil, fazendo com que o país se tornasse um dos maiores produtores e exportadores de laranja do mundo (NEVES et al., 2001).

Uma boa parte das laranjas produzida no Brasil é destinada a produção de sucos. Dependendo das características físico-químicas de cada fruta, seus sucos apresentam diferentes graus de turvação natural. A turbidez e os sedimentos dos sucos acontecem por causa da presença de materiais insolúveis, provenientes das pectinas, amidos ou compostos que não foram dissolvidos completamente (STOFFEL; MOREIRA, 2013).

Por causa dessa turbidez, muitas vezes o produto torna-se impróprio para o cliente. Por esse motivo algumas indústrias incluem no processo o tratamento enzimático visando aumentar a vida de prateleira do produto. Essa prática traz diversos benefícios como a redução da viscosidade, facilita o processo de clarificação, eliminando substâncias que podem turvar o suco, melhora as propriedades sensoriais e reduz custos, pois esse processo facilita na hora da filtração (STOFFEL; MOREIRA, 2013).

Vida de prateleira, ou do inglês *shelf-life*, é considerado o tempo em que um produto pode ser armazenado até se tornar impróprio para o consumo, diversos fatores podem causar a diminuição da vida-de-prateleira como, fatores físicos, químicos, microbiológicos, temperatura, oxigênio, tipo de embalagens e luz (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012).

Os fatores microbiológicos podem provocar alterações químicas capazes de promover mudanças de cor, odor, sabor e textura do alimento (SILVA, 2000). Normalmente os fatores físico-químicos, associado a presença de oxigênio e a luz influenciam na qualidade do suco de laranja, responsáveis por perdas de vitamina C (ácido ascórbico), presente na maioria das frutas cítricas (BARRETO, 2003).

São realizados inicialmente diversos estudos químicos e microbiológicos para estimar o tempo de vida de um produto, tentando assim eliminar a possibilidade de algum consumir adquirir um produto que seja impróprio para o consumo (KELLES, 2007).

Devido ao desenvolvimento tecnológico e ao aumento do interesse do consumidor por consumir produtos frescos e seguros, a estimativa do prazo de validade de um produto alimentício e bebidas tornou-se de extrema importância (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012).

## **2 OBJETIVO GERAL**

Realizar um estudo sobre a vida-de-prateleira dos sucos, avaliando a cinética de degradação do produto e formas de se desacelerar este processo.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Relacionar os fatores que podem influenciar na degradação dos sucos de laranja.
- Analisar a atuação das enzimas na degradação dos sucos.
- Apontar métodos para retardar a degradação dos sucos, mantendo suas propriedades nutricionais e sensoriais.

## 2 JUSTIFICATIVA

Vida-de-prateleira determina o tempo em que um alimento pode ser considerado próprio para o consumo. Existem diversos fatores que podem interferir na vida de prateleira, desde o processo de produção até a entrega do produto ao consumidor. É de grande importância para as indústrias alimentícias visarem por entregar um produto dentro do prazo de validade e que esteja dentro dos padrões exigidos. Para que um produto esteja dentro desses padrões é necessário cuidados que começam na extração da matéria-prima até a compra do produto pelo consumidor como, por exemplo, o processo de pasteurização, embalagem e tempo de estocagem, que interferem diretamente na qualidade do produto final.

Essas alterações que acontecem na qualidade nutricional e sensorial do suco causam uma rejeição do produto. É de extrema importância para uma empresa manter um produto com dentro do padrão pois a busca por produtos frescos e uma qualidade de vida está cada vez maior. Por esse motivo são realizados testes que expõem o suco de laranja, em diferentes ambientes para se estimar, o tempo em que ele pode ser consumido, e para que um consumidor não adquira um produto fora do padrão que prejudique sua saúde. Portanto, a fim de se aumentar a vida-de-prateleira do suco de laranja, gerar boa aceitabilidades pelos consumidores e preservar a imagem da empresa, faz-se necessário um estudo bibliográfico que vise estimar os fatores que interferem na vida-de-prateleira do suco de laranja.

## **4 REVISÃO DA LITERATURA**

### **4.1 Atividade Industrial de Alimentos e Bebidas no Brasil**

Indústria de alimento consiste em através de processos físicos, químicos e biológicos, transformar matérias-primas alimentares em produtos adequados ao consumo humano e de longa vida-de-prateleira. Está relacionada às mudanças que ocorrem na sociedade ao longo da história, em diversas áreas como saúde, economia, geográfica (EVANGELISTA, 2008 p. 35).

De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA, 2019), a indústria alimentícia nacional é um importante segmento da atividade econômica do país. O setor industrial de alimentos e bebidas é responsável por 1,61 milhão de empregos diretos, respondendo por 26,8% dos empregos da indústria de transformação, além de ser formado por 35,7 mil empresas, tornando a Indústria de Alimentos a que mais emprega no Brasil.

No início de 2019 foi feito um balanço econômico da área de alimentos em relação a 2018 e as perspectivas da indústria brasileira de alimentos para 2019. Foi registrado que o setor teve um crescimento no faturamento de 2,08% do ano de 2017 para o ano de 2018, alcançando R\$ 656 bilhões, somadas as exportações e as vendas para o mercado interno, o que representa 9,6% do Produto Interno Bruto (ABIA, 2019).

No ano de 2018 os setores que mais se destacaram foram óleos e gorduras (12%), conservas de vegetais, frutas e sucos (11,2%), desidratados e supergelados (5,3%), bebidas (4,3%) e proteína animal (4,1%). Já considerando o faturamento se destacaram óleos e gorduras (13,5%), conservas de vegetais, frutas e sucos (12,8%), bebidas (5,8%), proteína animal (5,6%) e desidratados e supergelados (6,8%) (ALBUQUERQUE, 2019).

O Brasil é o segundo maior exportador de alimentos industrializados do mundo. O setor exportou em 2018 para mais de 180 países, o que representou 19,3% do volume total de vendas (ABIA, 2019).



#### 4.1.2 Setor de bebidas

No Brasil o setor de bebidas é regulamentado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que controla as atividades, inspeção de qualidades, controle de riscos e estabelece padrões e normas. O Ministério da Agricultura faz os registros das bebidas, fiscaliza e faz vistorias nas instalações e equipamentos. Tem como objetivo garantir um padrão de qualidade e reduzir os índices de contaminações (LIMA; FILHO, 2011).

Em 2016, o volume mundial de vendas de bebidas não alcoólicas aumentou 3% em comparação com o ano anterior. No Brasil, entretanto, o cenário foi um pouco diferente. Impactado pela crise, o mercado brasileiro de bebidas não alcoólicas - o 6º maior do mundo em volume de vendas - vem sofrendo uma retração desde o início da crise econômica em 2014, impactado principalmente pela queda nas vendas de refrigerantes (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2015).

Por possuir características favoráveis como clima e solo diversificado, o Brasil é um dos maiores produtores de frutas do mundo, com uma produção que passa de 40,0 milhões de toneladas ao ano, de uma grande variedade de frutas. O país é o maior produtor de laranja, seguido pelos Estados Unidos, que juntos, respondem por 50% da produção mundial de laranja (ANDRADE, 2017).

A produção do país é voltada para o plantio de frutas tropicais, subtropicais e temperadas. Cada região se destaca com a produção de uma determinada fruta, variando de acordo com o clima da região. A região Sudeste, por exemplo, se sobressai com a grande produção de laranja, no estado de São Paulo; e no Sul, com grande produção de pêssegos, no estado do Rio Grande do Sul (ANDRADE, 2017).

Do total de frutas produzidas no Brasil, 47% são destinadas ao mercado de frutas processadas, sendo que a maior porcentagem do volume é de suco de laranja concentrado e congelado, e 53% são dedicadas ao mercado de frutas frescas (ANDRADE, 2017).

### 4.1.3 Histórico da Laranja

Registros apontam que a laranja é originária do sul asiático, provavelmente da China, surgiu por volta de 4.000 anos atrás. As guerras e o comércio entre as nações fizeram com que houvesse a expansão do cultivo de citros, e a laranja fosse levada pelos Árabes para a Europa (NEVES et al., 2001).

Nos anos de 1500, com as expedições de Cristóvão Colombo, mudas de frutas cítricas foram trazidas para o continente americano. A laranja foi introduzida no Brasil no início das colonizações e encontrou no país condições de clima e vegetação, expandindo-se por todo o território nacional. O resultado foi tão positivo que os solos brasileiros produziram uma variedade particular conhecida como a laranja Bahia ou baiana (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2004).

O cultivo da laranja no Brasil começou como uma alternativa no período da crise da cana-de-açúcar e do café (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2004). Até o início do século XX, a área de frutas cítricas não apresentava grande importância para a economia brasileira. Foi a partir de 1920, que foi criado o primeiro núcleo citrícola localizado nos arredores de Nova Iguaçu, no Estado do Rio de Janeiro. Esse núcleo abastecia as cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo, além de iniciar as exportações de laranjas para a Argentina, Inglaterra e alguns outros países europeus, tornando-se uma opção para substituir o café (NEVES et al., 2001).

Após essa fase, o desenvolvimento de tecnologia pelos órgãos governamentais ligados ao setor proporcionou o avanço e a consolidação da atividade, permitindo que o setor da citricultura se expandisse e ganhasse importância econômica (NEVES et al., 2001).

Durante a Segunda Guerra Mundial o setor passou por um momento crítico quando a demanda pelas exportações de laranja caiu drasticamente (NEVES et al., 2001). O governo de São Paulo, tentando evitar desperdício de uma grande quantidade de laranja, montou a primeira fábrica de suco de laranja não concentrado, como plano de emergência, para o fornecimento no mercado interno. Porém a empresa fracassou por falta de mercado consumidor (GESTÃO NO CAMPO, 2010).

Com a queda nas exportações para a Europa, a citricultura no Brasil quase foi destruída, pela falta de mercado e pela presença de uma doença por causa do abandono dos pomares. Esta doença desconhecida destruiu cerca de 80% das plantações cítricas do Brasil (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2004). Muitos pomares tiveram que ser eliminados e replantados, e só em 1955 os pesquisadores encontraram uma solução para o problema (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2004).

A recuperação das exportações ocorreu de forma gradual durante o pós-guerra. Houve uma grande necessidade de desenvolver essa área, e no ano de 1959, instalou-se a primeira fábrica de suco concentrado no Brasil, o que estimulou para que surgissem novas fábricas do ramo (NEVES et al., 2001).

Foi na década de 60 que o polo de sucos se tornou promissor, quando em 1962 aconteceu uma grande geada que atingiu os pomares da Flórida, que era a única região processadora de laranjas no mundo e os EUA o grande consumidor de suco de laranja. O Brasil realizou as primeiras exportações experimentais de suco de laranja concentrado, com intuito de preencher a lacuna deixada pela Flórida. Isso fez com que o mercado se expandisse de forma rápida (NEVES et al., 2001).

O que consolidou ainda mais a indústria brasileira foram as outras geadas que voltaram a castigar a Flórida nos anos de 1977, 1981, 1982, 1983, 1985 e 1989, causando perdas e prejuízos na produção em razão do congelamento das células e polpa da laranja e até morte de alguns pomares (NEVES et al., 2001).

Com isso, o mercado das exportações se firmou, levando o Brasil a ocupar um espaço no mercado internacional. A maioria das indústrias de suco de laranja concentrado e congelado está localizada no Estado de São Paulo, cuja produção é voltada quase totalmente para o mercado externo, possuindo uma estrutura de produção formada por um número reduzido de empresas e um grande número de produtores de matéria-prima (NEVES et al., 2001).

A indústria de suco absorve a maior parte da produção brasileira de laranja, que é a segunda atividade agrícola em importância no Estado de São Paulo, ficando atrás, apenas, da cultura da cana-de-açúcar (NEVES et al., 2001).

## 4.2 SUCO DE LARANJA

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), suco é classificado como produto obtido pela dissolução de polpa de fruta em água potável, por meio de processos adequados, não fermentado e que passem por tratamentos que possibilitam sua conservação até o momento do consumo (LIMA; FILHO, 2011).

São obtidos a partir de frutas frescas, maduras e limpas que passaram por um processo tecnológico adequado. Não deve apresentar odor ou sabor estranho, e nem apresentar início de fermentação (CORRÊA NETO; FARIA, 1999).

### 4.2.1 Tipos de sucos

De acordo com os Padrões de Identidade e Qualidade estabelecidos na Instrução Normativa nº01, do Ministério da Agricultura, de janeiro de 2000 o suco de laranja deve apresentar limite mínimo para teor de sólidos solúveis totais de 10,5°Brix (a 20°C), para ratio de 7,0 e para teor de ácido ascórbico de 25 mg/100 g, além de limite máximo para teor de açúcares totais de 13 g/100 g e para óleo essencial de 0,035% (v/v) (PINTO, 2006).

De acordo com a legislação brasileira, para as bebidas não alcoólicas, são previstos os seguintes tipos de suco:

- **Suco concentrado:** O suco é parcialmente desidratado, podendo ser adicionado açúcar. O cálculo em gramas de açúcar deve ser mencionado no rótulo, observado o percentual máximo de 10% em peso, calculado em gramas de açúcar por cem gramas de suco (BARRETO, 2013).
- **Suco desidratado:** O suco é obtido pela desidratação do suco integral. No rótulo deve conter a informação de que ele é desidratado. O suco se encontra no estado sólido (BARRETO, 2013).
- **Suco integral:** Este suco não sofre nenhum tipo de tratamento térmico e tem a vida de prateleira muito limitada. Deve ser mantido sob refrigeração, e comercializado rapidamente, tendo uma vida útil de cerca de 2 dias. Estima-se que cerca de 80% das laranjas são destinadas para esse tipo de suco (NEVES et al., 2001).

- **Suco concentrado e desidratado:** O suco reconstituído deve conservar os teores de sólidos solúveis originais do suco integral, ou o teor mínimo de sólidos solúveis estabelecidos para estar dentro do padrão de qualidade (BARRETO, 2013).
- **Suco de laranja pasteurizado:** Neste caso o suco fresco passa pelo processo de pasteurização que tem como finalidade destruir microrganismos e inativar a enzima pectinesterase, tornando-o estável durante seu processamento e armazenamento. Com a inativação da pectinesterase, a pectina do suco age como emulsificante e estabilizante natural da turbidez dos sucos cítricos (NEVES et al., 2001).

### 4.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO

#### 4.3.1 Fluxograma do Processo de Produção

Na sequência é descrito brevemente como acontece o processamento da laranja. Para um entendimento melhor do processo, o QUADRO 1 apresenta a terminologia utilizada na indústria cítrica, e a FIG. 1 ilustra as principais etapas do processamento.

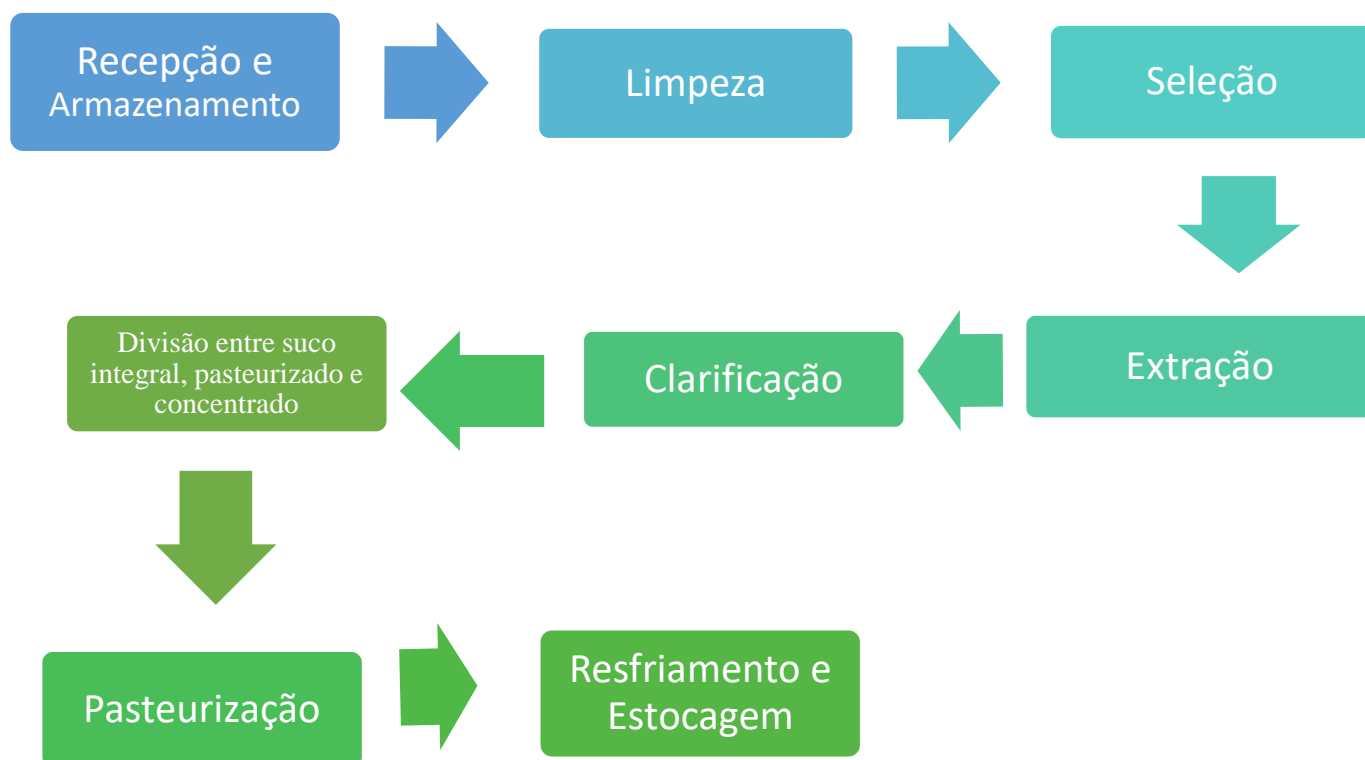
QUADRO 1- Terminologia utilizada na indústria Cítrica:

Caixa de fruta	unidade de peso equivalente a 40,8 Kg ou 90 libras.
Brix	Representa a porcentagem de sólidos solúveis ou açúcares e ácidos, sendo quantificado em graus brix por meio de refratômetro.
Acidez	Os ácidos são, depois dos açúcares, os sólidos insolúveis que se apresentam em maior quantidade no suco. O teor de ácidos é determinado por titulação.
Ratio	É a relação brix/acidez e fornece o grau de maturação e qualidade do suco.
Variedade	As variedades de laranja mais utilizadas são Pêra, Natal e Valência, que são as mais indicadas para a industrialização.

Fonte: (MUNHOZ; MORABITO, 2010).

Apesar de existirem diversos tipos de sucos, as primeiras etapas do processo produtivo são bem semelhantes. A FIG. 1 representa o processo pelo qual a laranja passa até chegar ao consumidor.

Figura 1. Principais etapas do processo pelo qual a laranja passa:



Adaptado de BIHRE; CIROLINE; RUTSATZ, 2003

#### 4.3.2 Recepção e Armazenamento

É feita a recepção das laranjas colhidas, que são levadas através de caminhões para serem pesadas, e armazenadas (por no máximo 48 horas). Os frutos são conservados em silos, enquanto aguardam o processamento (BIHRE; CIROLINE; RUTSATZ, 2003).

Durante o descarregamento da fruta, é coletada uma amostra para que se identifique as características físico-químicas desta. Em seguida são feitas análises de sua acidez, graus Brix, rendimento do suco, ratio e variedade (SANTOS, 2016).

Com base nas características físico-químicas da laranja e no plano de produção, é feita a retirada da fruta dos silos. Isso permite obter-se uniformidade no produto elaborado (MUNHOZ; MORABITO, 2010).

Essas etapas são comuns no processo produtivo do suco concentrado e pasteurizado (SANTOS, 2016).

#### **4.3.3 Limpeza**

Os frutos são recolhidos e limpos em duas etapas. Primeiramente, com uma solução de detergente e bactericida (cloro), as laranjas são escovadas a fim de remover as sujeiras aderidas à casca. Após esse processo algumas empresas optam por uso de água quente que elimina as impurezas e ao mesmo tempo as contaminações por microrganismos (BIHRE; CIROLINE; RUTSATZ, 2003).

Na segunda etapa as laranjas passam por roletes, onde a fruta é enxaguada com uma solução de água clorada ( algumas empresas optam por uso de água quente com o cloro), que elimina a solução anterior e retira a sujeira ao mesmo tempo que diminui a contaminação da superfície, que poderia contaminar o suco na etapa de extração (MUNHOZ; MORABITO, 2010).

#### **4.3.4 Seleção**

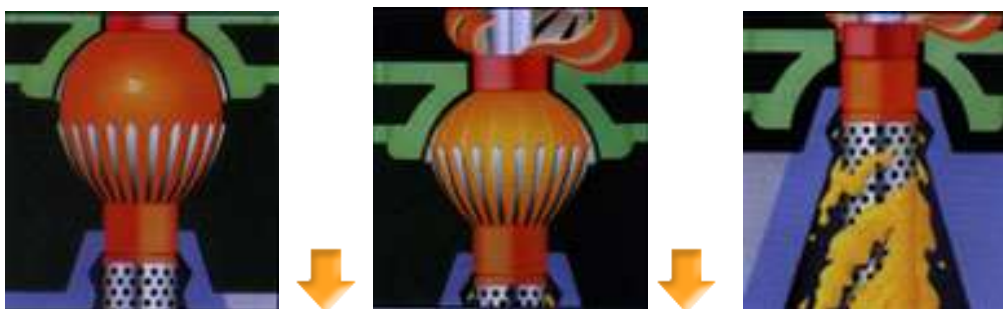
As laranjas são selecionadas, verificando e eliminando aquelas rachadas ou machucadas, assegurando que não estão contaminadas por microrganismos que dificultem a sua conservação e possam interferir na extração. Esta seleção é visual e manual (BIHRE; CIROLINE; RUTSATZ, 2003).

#### **4.3.5 Extração**

Nos métodos mais modernos a extração consegue separar o óleo essencial do suco. Porém existem métodos que consistem em amassar a fruta misturando o suco com o óleo. Ambos processos podem ser utilizados para produção de suco de laranja pasteurizado (BIHRE; CIROLINE; RUTSATZ, 2003).

A seguir a descrição do processo mais moderno, onde a laranja inteira sofre a pressão de uma taça com ranhuras, que desce, como mostra a FIG 2, forçando-a sobre um tubo com borda afiada, que se introduz na polpa e corta desta um pequeno cilindro em sua parte central. Este cilindro desce pelo interior do tubo deixando-o livre (BIHRE; CIROLINE; RUTSATZ, 2003).

Figura 2- Esquema de extração do suco da Laranja



Fonte: BIHRE; CIROLINE; RUTSATZ, 2003

A pressão aumenta desintegrando a polpa do fruto, fazendo o suco passar através da última porção do tubo inferior cortante que é perfurada. A pressão sobre o fruto desintegra também, liberando o óleo que flui separadamente com o auxílio de jatos d'água. O material obtido passa por um moinho, onde os fragmentos da casca são triturados, formando com a água e o óleo uma emulsão mais ou menos uniforme e fluida, que é deixada em um tanque onde a emulsão é quebrada, permitindo uma primeira separação, por centrifugação (BIHRE; CIROLINE; RUTSATZ, 2003).

A emulsão passa primeiramente por um sistema de peneiramento e filtragem para retirar o máximo de solução água e óleo de laranja dos fragmentos de casca. Os fragmentos de casca são levados, junto com o bagaço da laranja, para um silo destinado ao bagaço. A solução água e óleo é separada (MUNHOZ; MORABITO, 2010).

O líquido de descarga desta centrífuga passa em uma segunda centrífuga que limpa o óleo. O óleo límpido obtido é conservado em tambores, que são encaminhados para a produção de óleo essencial de laranja. O óleo límpido obtido é conservado em tambores, a temperaturas compreendidas entre 0° C e 2° C (MUNHOZ; MORABITO, 2010).

#### 4.3.6 Clarificação

A clarificação (ultrafiltração) é o processo de separação por membrana, que é utilizado quando se deseja purificar e fracionar soluções. O suco é separado dos fragmentos da polpa, casca em suspensão, sementes e pequenos



resíduos. Em seguida passa por uma centrífuga para realizar a padronização do produto (RODRIGUES et al., 2012). A partir desse ponto o processo se divide para suco integral e pasteurizado e suco concentrado (RODRIGUES et al., 2012).

#### **4.3.7 Pasteurização**

É um tratamento térmico moderado utilizado em alimentos para eliminar os microrganismos patogênicos e inativação das enzimas. Como o processo não é severo a ponto de matar os esporos, o suco pasteurizado deve ser armazenado sob refrigeração para minimizar a proliferação de microrganismos. Devido a esse tratamento térmico moderado, as características sensoriais e o valor nutritivo são afetados (GOMES, 2006).

#### **4.3.8 Resfriamento e Embalagem**

O resfriamento tem a finalidade de conservar e envolve temperaturas entre 0 e 15°C. É muito utilizado na conservação de frutas frescas e possibilita o armazenamento prolongado de frutas. Por fim são embalados em recipientes adequados e estocados em câmaras frias (GOMES, 2006).

O processo de extração e pasteurização de suco de laranja natural, combinado a uma embalagem e temperatura de armazenamento adequadas, torna possível a obtenção de um produto “minimamente processado” (SUGAI et al., 2002).

### **4.4 CINÉTICA QUÍMICA**

Cinética Química é a parte da química que estuda as velocidades das reações e os fatores que podem influenciá-las, estabelecendo relações quantitativas entre causa e efeito, permitindo assim comparações (PAULA, 2017).

A cinética tem por objetivo determinar o tempo em que uma reação ocorre por meio da constante e da lei de velocidade. Muitas reações são bastante lentas para serem economicamente viáveis e por esse motivo é comum a adição de uma substância denominada de catalisador, que acelera a reação, tornando-a economicamente viável. A catálise é, portanto, parte fundamental da Cinética

Química, que trata do estudo e desenvolvimento de catalisadores (SOUZA; FARIAS, 2013).

As reações químicas podem acontecer por meio de colisão entre as moléculas de espécies reagentes. O número de colisões é proporcional à concentração da espécie no meio reacional, ou seja, em um meio homogêneo espera-se que a velocidade da reação aumente com a concentração das espécies (SOUZA; FARIAS, 2013).

Diversos fatores podem interferir na velocidade de uma reação Química, sendo que entre eles os mais importantes são temperatura, concentração dos reagentes, presença de catalisadores e área superficial (FOGAÇA, 20--).

#### 4.4.1 Influência da Temperatura

Temperatura corresponde ao grau de agitação das partículas. Quando a temperatura é alta, as moléculas estão mais agitadas, aumentando a velocidade da reação (MAGALHÃES, 2015).

A temperatura é um dos fatores que mais influem na velocidade de uma reação. Um aumento de temperatura aumenta não só a frequência dos choques entre as moléculas reagentes, como também a energia com que as moléculas se chocam. Assim, como resultado da teoria das colisões, aumenta a probabilidade de as moléculas reagirem, ou seja, quanto maior for a temperatura maior será a velocidade de reação (DUTRA, 2014).

Tanto a velocidade das reações quanto o crescimento microbiano podem ser controlados alterando-se a temperatura (DIAS, 2016).

A temperatura pode ser calculada utilizando a Equação de Arrhenius (Equação 1):

$$k = Ae^{\left(\frac{-E_a}{RT}\right)} \quad (1)$$

A equação de Arrhenius indica que a diminuição da Temperatura (T) faz diminuir a constante de velocidade(k), em que (DIAS, 2016).

- $E_a$  -energia que as moléculas devem superar para conseguirem reagir (DIAS, 2016).
- K constante de velocidade da reação química (DIAS, 2016).

- A é conhecido como termo pré-exponencial ou fator de frequência (PEDRO, 2009).

Para que uma reação química ocorra é necessário que os reagentes colidam com uma energia (cinética mais potencial) mínima igual à energia de ativação ( $E_a$ ).

#### **4.4.2 Concentração dos Reagentes**

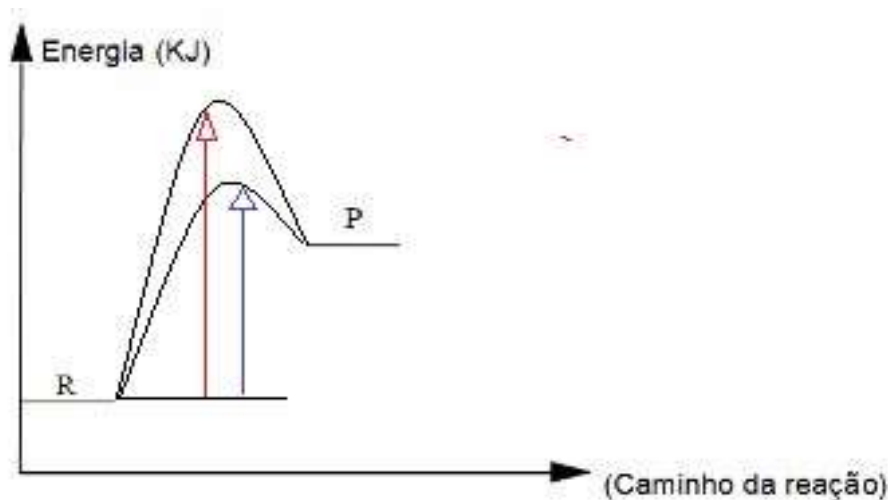
O aumento da concentração dos reagentes resulta no aumento da velocidade da reação, uma vez que ao aumentarmos a concentração de um reagente, aumentamos também a quantidade de colisões efetivas entre as moléculas da reação, o que levará a uma maior velocidade de reação. Ao reduzirmos a concentração de um reagente em uma solução, ocorrerá um menor número de colisões e conseqüentemente a velocidade da reação será reduzida (ANDRIETTA, 2019).

#### **4.4.3 Catalisadores**

Catalisadores são utilizados há mais de 2000 anos. Foram primeiramente utilizados na fabricação de pães e vinho. Em 1835 Berzelius observou que aquelas pequenas substâncias externas poderiam afetar substancialmente o curso das reações químicas. Essa força atribuída às substâncias recebeu o nome de força catalítica. Ostwald, em 1894, complementou essa explicação, afirmando que catalisadores são substâncias que aceleram a velocidade de reações químicas sem serem consumidas. Desde então os catalisadores têm sido de grande importância para a economia mundial, sendo o seu principal uso o refino de petróleo e a produção de produtos químicos (FOGLER, 2014).

Catalisadores são substâncias que afetam a velocidade de uma reação química, mas que saem do processo sem modificações. Um catalisador em geral muda a velocidade de reação fornecendo um caminho molecular alternativo para a reação (GRAF.1) (FOGLER, 2014).

Gráfico. 1, Entalpia versus tempo, para um caminho catalisado e o outro não-catalisado.



Fonte: Dias [2018].

A curva com a seta vermelha indica uma reação com adição do catalisador com maior velocidade por ter uma energia de ativação menor (DIAS, [2018]).

#### 4.4.4 Área Superficial

Quanto maior a superfície de contato, maior é a velocidade da reação. Isso ocorre porque as reações acontecem entre as moléculas que ficam nas superfícies dos reagentes. Elas realizam colisões que, se forem efetivas (com orientação correta e com a quantidade de energia necessária), resultarão na quebra das antigas ligações e formação de novas ligações e a reação química ocorrerá (FOGAÇA, 20--).

#### 4.4.5 Cinética de deterioração em alimentos

Cinética Química é aplicada no processo de conservação dos alimentos, em que se tem a finalidade de conservar e preservar o alimento pelo maior tempo possível, conservando as suas propriedades originais e mantendo as características nutritivas (CINÉTICA, 2013).

Para estimar e calcular a vida-de-prateleira de um produto é preciso conhecer as principais reações de transformações e fatores envolvidos no processo de deterioração que representam a perda de atributos de qualidade ou pela formação de atributos indesejáveis (AZEREDO, 2012; MARTINS, 2009).

A velocidade das reações químicas de degradação de um alimento é definida como a mudança da concentração dos reagentes envolvidos durante um intervalo de tempo, podendo ser representada pela Equação 2 onde o intervalo de tempo é  $dt$  e a mudança na concentração molar do reagente  $C$  é denominada como  $d[C]$  (ATKINS,2001).

$$r = -\frac{d[C]}{dt} \quad (2)$$

Como a velocidade instantânea é diretamente proporcional à concentração molar, pode-se demonstrar isto na Equação 3 sendo  $n$  a ordem aparente da reação e  $k$  a constante de proporcionalidade entre taxa de reação e a concentração dos reagentes (AZEREDO, 2012).

$$r = K[C]^n$$

## 4.5 VIDA-DE-PRATELEIRA

### 4.5.1 Definição

Vida-de-prateleira, ou do inglês *shelf-life*, pode ser considerada como o período de tempo com o qual um produto pode ser armazenado até se tornar impróprio para o consumo, a partir de padrões de segurança, nutricionais, sensoriais, químicos, físicos e microbiológicos, quando estocado dentro de determinadas condições. Devido ao desenvolvimento tecnológico e ao aumento do interesse do consumidor por consumir produtos frescos e seguros, a estimativa do prazo de validade de um produto alimentício e bebidas tornou-se de extrema importância (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012). Conhecido também popularmente como prazo de validade, significa que um alimento válido deve cumprir com as seguintes exigências:

- Não causar intoxicações alimentares devido a microrganismos patogênicos durante o armazenamento (ANVISA,2018).
- Manter suas características nutricionais e sensoriais como odor, sabor e aparência (KELLES, 2007).

- Não se deteriorar tornando-se impróprio para o consumo (ANVISA,2018).

As condições de processamento e armazenagem podem influenciar a qualidade dos alimentos e podem levar os mesmos a apresentarem, após algum tempo, uma condição insatisfatória para o consumo. Nesse momento considera-se que o produto chegou ao fim de seu prazo de validade (KELLES, 2007).

Diversos estudos químicos e microbiológicos são realizados inicialmente para estimar o tempo de vida de um produto. Dessa forma tenta-se eliminar a possibilidade de algum consumidor adquirir um produto fora dos padrões de controle de qualidade e que possa ser prejudicial à saúde e também estender os prazos de comercialização ao máximo (KELLES, 2007).

O prazo de validade começa a contar a partir do momento em que o alimento é preparado ou fabricado e deve ser informado no rótulo dos alimentos embalados, observando a temperatura adequada de armazenamento (ANVISA,2018).

Através da resolução RDC n. 259, de 2002, a Anvisa estabelece uma lista de obrigatoriedades como prazo de validade e regras relacionadas às instruções para o armazenamento do alimento. Pode também fornecer instruções de armazenamento de um produto alimentar para embalagens intactas e abertas, de forma a manter o prazo de validade determinado (ANVISA,2018).

## **4.6 MÉTODOS DE ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA**

### **4.6.1 Método Usual**

O método mais utilizado para 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, o ideal é que no momento das análises se considere as piores condições que poderão ser encontradas. Assim pode ser definida como as condições mais extremas nas quais o alimento será submetido. Ao fazer a estocagem sobre estas condições, tem-se como objetivo encontrar dados de vida-de-prateleira com uma boa margem de segurança (PINTO, 2015).

#### **4.6.2 Testes Acelerados**

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. 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 (PINTO, 2015).

#### **4.7 FATORES QUE PODEM INFLUENCIAR NA VIDA-DE-PRATELEIRA DE UM PRODUTO**

Diversos fatores podem interferir na vida-de-prateleira de um produto e podem ser divididos em intrínsecos e extrínsecos. Os fatores Intrínsecos são as propriedades relacionadas ao próprio alimento e podem ser atividade da água ( $A_w$ ), valor de pH e acidez total, composição; oxigênio disponível; nutrientes; microflora natural e contagem de micro-organismos sobreviventes; bioquímica natural da formulação do produto (enzimas, reagentes químicos); e uso de conservantes na formulação do produto. Esses fatores são influenciados pelo tipo de matéria-prima e pela sua qualidade (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2015).

Os fatores extrínsecos são aqueles a que o produto final está exposto à medida que ele se move desde o momento da sua fabricação, incluindo perfil de tempo-temperatura durante o processamento, variabilidade espacial de pressão; controle de temperatura durante o armazenamento e distribuição; umidade relativa (UR) durante o processamento, armazenamento e distribuição; exposição à luz (UV e IV) durante o processamento, armazenamento e distribuição; contagem microbiana ambiental durante o processamento, armazenamento e distribuição; composição da atmosfera dentro das

embalagens; tratamento térmico posterior (por exemplo, reaquecendo ou cozinhando) (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2015).

## **4.8 FATORES QUE INFLUENCIAM NA VIDA-DE-PRATELEIRA DO SUCO DE LARANJA**

### **4.8.1 Qualidade do suco de laranja**

A qualidade do suco de laranja tem a interferência de diversos fatores tais como, microbiológicos, enzimáticos, químicos e físicos, que podem atrapalhar suas características como aroma, sabor, cor, consistência, estabilidade da turbidez, separação de fases sólido/líquido e nutricionais (vitaminas). Essas interferências podem acontecer em vários momentos do processo de produção até a entrega do produto ao consumidor e podem afetar diretamente a vida-de-prateleira dos mesmos (CORRÊA NETO, FARIA, 1999).

### **4.8.2 Fatores microbiológicos**

Os fatores microbiológicos podem provocar alterações químicas capazes de promover mudanças de cor, odor, sabor e textura do alimento (SILVA, 2000).

A degradação dos sucos por natureza microbiológica se deve a microrganismos que conseguem sobreviver em meios ácidos, com predomínio de bactérias lácticas, leveduras e fungos. Algumas bactérias produtoras do ácido láctico possuem resistência térmica muito baixa, sendo geralmente destruídas quando submetidas ao tratamento térmico. A degradação produzida pelas bactérias *Lactobacillus* e *Leuconostoc* resulta em um produto chamado diacetil, que deixa um odor ruim no suco (CORRÊA NETO, FARIA, 1999).

Devido ao fato de que leveduras possuem uma maior tolerância a meios ácidos e muitas delas sobrevivem anaerobicamente, a degradação causada por elas é bem comum em sucos de frutas e também apresentam uma resistência térmica maior do que as bactérias. A multiplicação das leveduras é acompanhada pela produção de CO<sub>2</sub> e etanol, mas também pode se caracterizar pela formação de películas e floculação que diminuem turvação dos sucos. Podem produzir acetaldeído, deixando o suco com odor fermentado (CORRÊA NETO, FARIA, 1999).



Os fungos que se proliferam naturalmente nas frutas são capazes de se desenvolverem em uma ampla faixa de pH e de atividade de água, e exigem poucos nutrientes para sua sobrevivência. Em geral eles apresentam baixa resistência térmica, o que torna possível eliminá-los com a pasteurização. Se manifestam pela produção de CO<sub>2</sub>, o que conseqüentemente causa o “estufamento” das embalagens (CORRÊA NETO, FARIA, 1999).

A maioria dos fungos presentes no suco de laranja tem baixa resistência térmica, porém em sucos pasteurizados, encontra-se fungos termorresistentes do gênero *Byssochlamys* (QUEIROZ e MENEZES, 2005). As leveduras resistem a pH ácidos e apresentam maior resistência térmica que as bactérias lácticas, sendo a causa mais comum de deterioração dos sucos de fruta. Durante a deterioração são produzidos dióxido de carbono e álcoois, podendo também haver formação de películas e ocorrer floculação (SHAW et al., 1993; QUEIROZ e MENEZES, 2005). A levedura comumente associada com deterioração de sucos pasteurizados é *Saccharomyces cerevisiae*, que realiza fermentação alcoólica resultando em sabor estranho de fermento (SHAW et al., 1993).

O tratamento térmico aplicado com temperaturas em torno de 90° C, para preservação do suco, nem sempre consegue inativar esses fungos termoresistentes. Como temperaturas mais elevadas podem afetar as características físico-químicas dos sucos, deve-se evitar esses microrganismos através de práticas de higiene sanitárias, tentando evitar a contaminação da matéria-prima (CORRÊA NETO, FARIA, 1999).

#### **4.8.3 Fatores físicos e químicos**

Normalmente os fatores químicos que influenciam na qualidade do suco de laranja são reações de oxidação, responsáveis por perdas de vitamina C (ácido ascórbico), presente na maioria das frutas cítricas, e dos compostos de aroma e sabor do suco, alterando as características sensoriais e nutricionais do produto. Tais alterações podem fazer com que o produto muitas vezes seja rejeitado pelo consumidor. Essas reações oxidativas dependem das condições de processamento utilizadas, tratamento térmico, presença de oxigênio, embalagem utilizada e relação de tempo e temperatura de estocagem (BARRETO, 2013).

Os fatores físico-químicos interferem na qualidade do suco de laranja e são associados ao tipo de tratamento térmico utilizado, às condições de estocagem (tempo e temperatura de estocagem), ao tipo de embalagem, à presença de oxigênio e luz. Para evitar o desenvolvimento de microrganismos e a ação de enzimas são empregados processos de conservação que podem levar a reações químicas que alteram a qualidade do suco (SHAW et al., 1993; CAMPOS et al., 2003).

Todos esses fatores podem promover reações capazes de alterar as características sensoriais do suco e levar à perda de vitaminas, como a degradação da vitamina C, comprometendo a qualidade do suco de laranja (CORRÊA NETO, FARIA, 1999).

#### **4.8.4 Influência do oxigênio**

O oxigênio pode estar presente dissolvido, no espaço livre da embalagem (Oxigênio residual) ou pode permear através da embalagem (LIMA et al. 2000).

A desaeração tem como objetivo remover o oxigênio dissolvido no suco. Isso ocorre porque o oxigênio ocasiona a oxidação do ácido ascórbico, além de perdas nutricionais, também produz compostos com radical carbonila que reagem com grupos amino e por polimerização produzem pigmentos escuros, os quais são responsáveis pelo escurecimento do suco (RIBAS; FLORES, 2003).

Trammell et al. (1980) realizou um estudo onde os sucos de laranja desaerados e não desaerados ficaram estocados por 5 meses a 22° C e foram analisados química e sensorialmente. Concluiu-se então que a retenção de ácido ascórbico e o escurecimento do suco estão diretamente relacionados a concentração inicial de oxigênio dissolvido no suco. No entanto, a desaeração não afetou a qualidade sensorial, nem aumentou a vida útil do produto (TRAMMEL et al., 1980, apud RIBAS; FLORES, 2003).

Kacem *et al.* (1987) avaliaram o efeito da desaeração e estocagem sob condições anaeróbicas (jarras com atmosfera de H<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) e aeróbicas em sucos de laranja reconstituídos e acondicionados assepticamente em embalagem Tetra-Brik, armazenados a 24° C por 16 semanas. Concluíram que a desaeração resulta em pequeno aumento da retenção do ácido ascórbico, não

se verificando alterações significativas nas qualidades sensoriais e escurecimento das amostras. A estocagem anaeróbica aumentou a retenção da vitamina C, mas também não se verificaram alterações significativas nas avaliações sensoriais e escurecimento do suco (KACEM et al,1987 apud, CORRÊA NETO FARIA,1999).

O principal equipamento utilizado para fazer a desaeração do suco de laranja são os baseados na aplicação de vácuo (RIBAS; FLORES, 2003).

#### **4.8.5 Tratamento Térmico**

A temperatura de estocagem é considerada o fator mais importante na estabilidade e qualidade dos sucos cítricos. A temperatura é o fator predominante na degradação do ácido ascórbico por via anaeróbia (CORREIA NETO, FARIA, 1999).

A pasteurização é um processo de variação de temperatura feito em alimentos, com o objetivo de destruir microrganismos patogênicos que possam estar na composição do produto alimentício. Esse processo consiste em submeter o alimento a uma alta temperatura e, em seguida, submetê-lo a uma baixa temperatura. Esta variação de temperatura possibilita eliminar possíveis bactérias e germes e também é uma das formas de inativar algumas enzimas (DUTRA, 2019).

Os sucos de frutas, cujo pH encontra-se na faixa de 2,0 a 4,5, apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento de bolores, leveduras e bactérias ácido-tolerantes. Desta forma, o tratamento térmico na faixa de 85 - 95 °C, durante 15 a 20 segundos, é apropriado para tornar o produto comercialmente estéril, tendo em vista que é suficiente para a destruição destes microrganismos e a inativação de enzimas capazes de promover transformações indesejáveis que possam comprometer a qualidade do produto. O Ministério da Agricultura estabelece que o suco de laranja industrializado deve conter no mínimo 25 mg em 100g de ácido ascórbico. Assim, o processamento deve minimizar ao máximo as reações que concorrem para diminuição do valor nutritivo e de outros atributos de qualidade do produto (LIMA et al.,2000).

Sugai et al. (2002) pesquisou a cinética de inativação da enzima pectinesterase na pasteurização contínua de suco natural de laranja em um trocador de calor tipo placas, expondo as amostras em diferentes temperaturas. A pesquisa também teve como objetivo observar o tempo de vida-de-prateleira do suco durante um período de 21 dias e comparar dois tipos de embalagem. Primeiramente utilizou-se garrafas de PEAD (Polietileno de alta densidade) e depois, latas de alumínio. Foram empregados três diferentes parâmetros de temperatura de pasteurização 82,5 °C; 85,0 °C e 87,0 °C e tempos de retenção variando de 11 a 59 segundos. Os resultados mostraram que o parâmetro de pasteurização mais apropriado para o suco de laranja natural foi 87,0 °C e com tempo de retenção variando de acordo com o pH do suco, e uma vida-de-prateleira de 15 dias. Já análises estatísticas indicaram que o tipo de embalagem empregada (PEAD ou lata de Alumínio) influenciou a acidez ( $0,54\% \pm 0,07$ ).

Verificou-se ainda que que lata de alumínio apresenta maior quantidade de bolores no suco de laranja não processado.

Lima et al. (2000) avaliaram a qualidade do suco de laranja pasteurizado envasado em embalagens Tetra-Pak e garrafas de vidro, analisando-se três marcas de sucos diferentes. Para realizar os testes as amostras foram mantidas sob refrigeração até próximo ao término do prazo de validade. O processamento asséptico associado ao armazenamento sob refrigeração permitiu que todas as amostras das marcas analisadas apresentassem quantidades de vitamina C acima do valor mínimo estabelecido pelo MAPA. Duas das marcas atenderam o padrão de qualidade estabelecido pelo MAPA, enquanto que 70% das amostras de uma terceira marca apresentaram teor de sólidos solúveis totais (SST) na faixa de 9,6 a 10,2° Brix, portanto, abaixo dos limites mínimos fixados pelo MAPA. Verificou-se que o produto industrializado, mantido sob refrigeração, por até 4 semanas (vida-de-prateleira determinada por todos os produtores), fornece quantidade apreciável de vitamina C. Uma das causas principais da oxidação da vitamina C em produtos cítricos é causada principalmente pela incorporação de ar, durante as etapas de processamento que favorece reações aeróbicas de degradação, além da temperatura e tempo de estocagem. Observou-se que o resultado apresenta que no período de 4 semanas os sucos não sofreram grandes perdas na qualidade e no teor da vitamina C. Já a embalagem que

apresentou melhores resultados foi a Treta-Pak, pois não possui áreas livres que permitem a passagem de oxigênio.

#### **4.8.6 Influência da luz**

Os efeitos da luz têm sido pouco pesquisados durante o armazenamento de sucos, e os resultados encontrados são bem contraditórios. Alguns estudos relacionam a luz com a decomposição do ácido ascórbico e com a interação que ocorre entre o mesmo e as antocianinas no suco (RAIMUNDO et al., 2007).

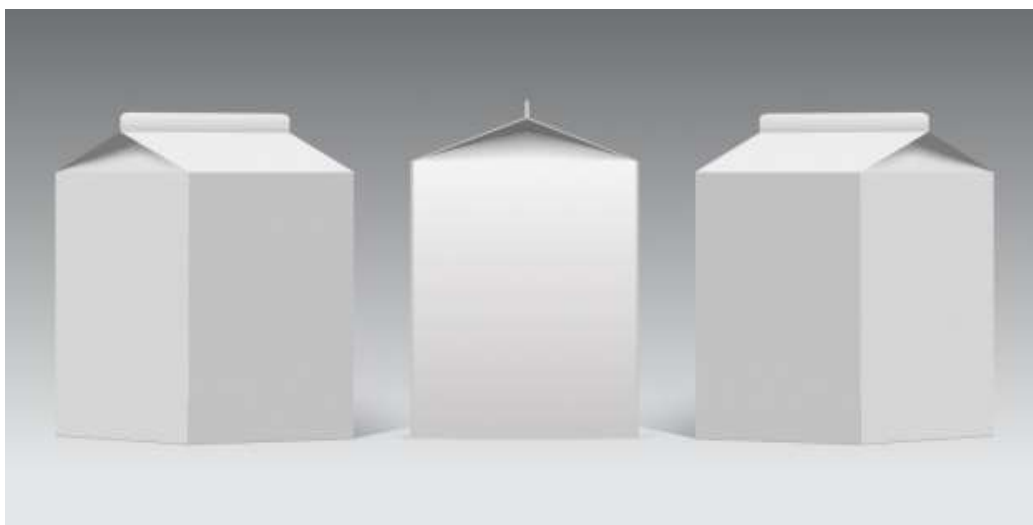
### **4.9 EMBALAGEM**

A embalagem também influencia na qualidade do suco de laranja, promovendo um ambiente adequado para seu manuseio e armazenamento. Para que o produto atenda aos padrões da legislação vigente, preservando sua qualidade, as embalagens devem ser livres de microrganismos deteriorantes que possam desenvolver nas condições de estocagem e comercialização, não devem apresentar problemas de permeação de odores estranhos que possam alterar as características sensoriais do suco (CORREIA NETO, FARIA, 1999).

A embalagem deve apresentar resistência mecânica adequada para resistir às solicitações do sistema de distribuição (manuseio, transporte e estocagem), a fim de apresentar um produto final íntegro para o consumidor. Deve apresentar integridade do fechamento, evitando problemas de contaminação microbiológica e problemas de vazamento durante a distribuição e comercialização do produto (CORREIA NETO, FARIA, 1999).

O suco de laranja refrigerado pronto para beber é frequentemente encontrado no mercado principalmente em embalagens cartonadas (FIG 3). O suco pode ser natural fresco, natural pasteurizado, ou um suco reconstituído do concentrado (SUGA et al., 2003).

Figura 3 - Embalagens Cartonadas



Fonte: nelplasembalagens

Dentre as embalagens plásticas, a garrafa de polietileno de alta densidade (PEAD), (FIG 4), é utilizada no Brasil para este tipo de produto. Segundo ALVES e GARCIA, (1993), este material é responsável por uma vida útil muito reduzida do produto, uma vez que possui grande permeabilidade a gases.

Figura 4 - mostra garrafa polietileno de alta densidade (PEAD)



Fonte: senirembalagens

FARIA (1999) pesquisou a utilização da garrafa PET (Polietileno tereftalato) como embalagem para suco de laranja (FIG 5). De acordo com este

pesquisador, a garrafa PET (FIG 5) apresenta diversas vantagens em relação à garrafa de vidro e de PEAD (polietileno de alta densidade), como por exemplo é mais resistente a impactos, tem mais flexibilidade em relação ao seu formato e tamanho e pode ser mantida fechada. Estas embalagens também possuem excelentes propriedades ópticas, como transparência e brilho (BADOLADO,2000).

FIG 5 Garrafa PET (Polietileno tereftalato)



Fonte: senirembalagens

O suco de laranja armazenado em lata ainda não é tão utilizado no Brasil. Apesar disso, no trabalho realizado por Shigeoka (1990), demonstrou-se que na época havia grande interesse na utilização de latas de alumínio, já que estas apresentam uma série de vantagens como economia de espaço e de energia, redução no custo do transporte, maior giro de estoque e maior proteção ao meio ambiente (SHIGEOKA,1990 apud SUGA et al., 2003).

Alves e Garcia (1993) estudaram e apresentaram as vantagens das embalagens metálicas (FIG 6), como por exemplo: impermeáveis a gases e vapor, evitam a incidência da luz, resistem a tratamentos térmicos (quando submetido a estes) (ALVES E GARCIA, 1993 apud BADOLADO,2000).

FIG 6 Embalagens metálicas



Fonte: istockphoto latas-de-alumínio

## 5 ENZIMAS

A descoberta das enzimas aconteceu no século XVIII, quando se iniciaram os estudos sobre digestão dos alimentos. Em 1831, o famoso químico sueco Jöns Jacob Berzelius constatou que certas substâncias possuíam uma “força catalítica” que acelerava determinadas reações (MACHADO, 2010).

A velocidade das reações enzimáticas varia com fatores diversos, como concentração de enzima ou de substrato, temperatura e pH (ADITIVOS, 2016).

Enzimas são proteínas com uma estrutura química especial, contendo um centro ativo, denominado apoenzima e, algumas vezes, um grupo não prostético, denominado coenzima. A molécula toda (apoenzima e coenzima) é chamada de holoenzima (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

São substâncias sólidas, devido à complexidade das suas estruturas químicas e são difíceis de cristalizar. São solúveis em água, com algumas exceções, álcool diluído e, quando em solução, são precipitadas pela adição de sulfato de amônio, álcool ou ácido tricloroacético. Uma das características de maior importância para a tecnologia dos alimentos é que elas são inativadas pelo calor (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011). As enzimas são classificadas em seis principais classes: oxidoreduases, transferases, hidrolases, liases, isomerases e ligases. Cada classe é dividida em subclasses que identificam a enzima em termos mais específicos e que são representadas por algarismos (ADITIVOS, 2016).

As reações enzimáticas são de grande importância para os alimentos. Com elas podem ocorrer não só a formação de compostos altamente desejáveis,



como também indesejáveis. As reações enzimáticas ocorrem não somente no alimento natural, mas também durante o seu processo de armazenamento (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

Nas frutas cítricas, as enzimas causam a destruição do ácido ascórbico. Isso acontece quando a fruta sofre algum tipo de dano, que pode ocorrer durante o descascamento, ou quando são cortadas e misturadas durante a homogeneização, quando ocorre uma desorganização celular, que permite o contato do substrato e enzima, aumentando assim, a oxidação do ácido ascórbico (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006).

Durante o processo de extração acontece a ruptura das células da laranja, que causa uma turbidez natural nos sucos cítricos. Essa ruptura resulta em uma mistura de partículas em suspensão contendo lipídios, proteína, pectina, celulose e hemicelulose. Essa turbidez influencia diretamente na aceitação do consumidor. A pectina é referida como o componente que naturalmente estabiliza a turbidez dos sucos cítricos, pois age como emulsificante, ajudando a manter a suspensão proporcional a turbidez (CORRÊA NETO, FARIA, 1999).

A pectinesterase do suco de laranja tem a capacidade de resistir às temperaturas melhor do que os microrganismos deterioradores existentes no suco e do que a peroxidase, que é responsável por alterar o sabor e o aroma do suco. Portanto, sua inativação é usada como parâmetro para definir o tempo e a temperatura do processamento térmico ao qual o suco de laranja é submetido (BARRETO, 2013).

## **5.1 Pectina e Pectinase**

As pectinases foram algumas das primeiras enzimas a serem utilizadas comercialmente na preparação de vinhos e sucos de frutas por volta de 1930. Mas somente em 1960 é que os cientistas começaram a utilizar as enzimas de forma mais eficiente (UENOJO, PASTORE, 2007)

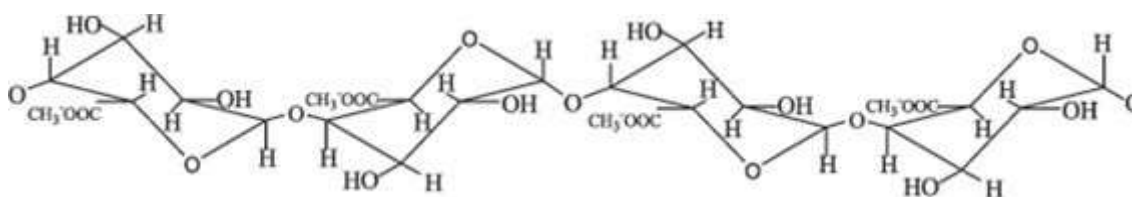
Pectinases são enzimas que quebram a pectina, um polissacarídeo que pode ser encontrado na parede celular de plantas. Essas enzimas podem ser empregadas em diversos processos industriais, principalmente na indústria de sucos, vinhos, alimentos, papel e tecidos (SANTI et al., 2014).

Existe uma vasta diversidade de pectinas nas plantas, cada uma com diferentes formas de ação: poligalacturonase (PG), pectinesterase (PE), pectinaliase (PL) e pectatoliase (PAL). PG, PL e PAL são consideradas enzimas despolimerizantes, pois clivam a molécula de pectina entre os monômeros de ácido galacturônico, seja por hidrólise (PG) ou b-eliminação (PL, PAL). PE catalisa a desesterificação dos grupamentos metoxil da pectina. Já as enzimas PG, PL e PAL atuam principalmente na diminuição da viscosidade dos líquidos. A enzima PE tem pouco efeito sobre a viscosidade das soluções, atuando sobre a pectina de alta metoxilação, sendo necessária a ação das outras pectinases, como PG, uma vez que elas atuam sobre pectina de baixa metilação (SANTI et al., 2014).

Embora a pectina apresente características importantes para a dieta alimentar, sua presença em frutas e vegetais é responsável por grandes perdas da indústria, principalmente na extração de sucos, devido ao aumento na viscosidade durante o processo de prensagem, filtração e concentração (SANTI et al., 2014).

O termo geral pectina (FIG 7) designa ácidos pectínicos solúveis em água, com grau variável de grupos metil éster e um grau de neutralização capaz de formar gel com açúcares e ácidos em condições apropriadas. Consiste em uma estrutura de ligações axiais de unidades de ácido  $\alpha$ -1, 4-D-galacturônico e contém moléculas de L-ramnose, arabinose, galactose e xilose como cadeias laterais. Pectinas com alto teor de metoxilas (acima de 50%) são frequentemente denominadas apenas “pectinas” e têm poder de geleificação na presença de açúcares e ácidos, enquanto que a geleificação de pectinas com baixo teor de metoxilação é possível na ausência de açúcares e na presença de alguns íons metálicos (UENOJO; PASTORE, 2007).

FIG 7 Estrutura primaria de uma molécula de pectina



Fonte: UENOJO; PASTORE, 2007

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria de alimentos é um segmento de grande importância para economia do Brasil. O setor de bebidas tem um grande destaque, principalmente a produção de sucos, pois o Brasil possui um clima favorável para algumas frutas cítricas, entre elas a laranja, sendo que a maior parte cultivada é destinada para produção de sucos.

O suco de frutas, como qualquer alimento, precisa estar dentro de determinados padrões de consumo, como por exemplo dentro do prazo de validade, também chamado de vida-de-prateleira, para isso são realizados testes que expõe a amostra a diferentes ambientes para estimar o seu tempo de validade.

Diversos fatores podem interferir na vida-de-prateleira de um produto como a temperatura, luz, oxigênio, fatores microbiológicos, físico-químicos e fatores enzimáticos. Alterações físico-químicas está associada ao tratamento térmico utilizado, às condições de estocagem ao tipo de embalagem, à presença de oxigênio e luz. O tratamento térmico é utilizado para inativação de enzimas que são comumente encontradas em frutas cítricas, que devido a sua presença pode causar turbidez no suco. Os microbiológicos podem provocar alterações químicas capazes de promover mudanças de cor, odor, sabor e textura do alimento.

Para as indústrias de alimentos é de grande importância realizar os testes para se estimar a vida-de-prateleira de um produto, para que um consumidor não compre um produto fora do prazo de validade.

## REFERÊNCIAS

ADITIVOS, Ingredientes e. **Os Tipos de Enzimas e sua Aplicação nos Alimentos**: Definição e classificação. Chapecó-SC, 2016. Disponível em: [https://aditivosingredientes.com.br/upload\\_arquivos/201605/2016050242011001463686442.pdf](https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201605/2016050242011001463686442.pdf). Acesso em: 11 set. 2019.

ADITIVOS E INGREDIENTES. **Fatores que influenciam o Shelf Life nos alimentos**: O Shelf Life nos Alimentos. [S. l.], 2015. Disponível em: - [https://aditivosingredientes.com.br/upload\\_arquivos/201601/2016010118265001453489650.pdf](https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201601/2016010118265001453489650.pdf)- Acesso em: 3 set. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Guia para determinação de prazos de Validade de Alimentos**. LimeSurvey, 6 nov. 2018. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/5056443/Guia+16\\_2018+Prazo+de.pdf/e40032da-ea48-42ff-ba8c-a9f6fc7af7af-](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/5056443/Guia+16_2018+Prazo+de.pdf/e40032da-ea48-42ff-ba8c-a9f6fc7af7af-). Acesso em: 10 maio 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento da ANVISA aprovado pelo Decreto n.º 3.209, nº Decreto n.º 3.209, de 23 de setembro de 2002**. REGULAMENTO TÉCNICO PARA ROTULAGEM DE ALIMENTOS.

ANDRIETTA, Matheus. **Reação Química: Temperatura e Concentração de Reagentes**. [S. l.]: INfoEnem, 4 mar. 2019. Disponível em: <https://www.infoenem.com.br/reacao-quimica-temperatura-e-concentracao-de-reagentes/>. Acesso em: 27 ago. 2019.

ALBUQUERQUE , Flávia Albuquerque. **Faturamento do setor de alimentos aumentou 2,08% no ano passado**. São Paulo, 13 fev. 2019. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-02/faturamento-do-setor-de-alimentos-aumentou-208-no-ano-passado>. Acesso em: 2 jun. 2019.

ANDRADE, Paulo Fernando de Souza. **ANÁLISE DA CONJUNTURA AGROPECUÁRIA SAFRA 2016/17**. Parana, Março 2017. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fructicultura\\_2016\\_17.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fructicultura_2016_17.pdf). Acesso em: 2 jun. 2019.

ANJOS, M. M.; et al. **APLICAÇÃO DE ENZIMAS COMO BIOCONSERVANTES EM SUCO DE LARANJA RECONSTITUÍDO**. In: ANAIS DO SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS, 2015, . Anais eletrônicos... Campinas, GALOÁ, 2018. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2015/trabalhos/aplicacao-de-enzimas-como-bioconservantes-em-suco-de-laranja-reconstituído?lang=pt-br>. Acesso em: 5 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCOS CÍTRICOS. **A Indústria Brasileira de suco de Laranja**. São Paulo, 2019. Disponível em: [http://www.citrusbr.com/imgs/biblioteca/CITRUS\\_APEX\\_PORTUGUES.pdf](http://www.citrusbr.com/imgs/biblioteca/CITRUS_APEX_PORTUGUES.pdf). Acesso em: 4 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE ALIMENTOS (ABIA)-A **Indústria De Alimentos e Bebidas na Sociedade Brasileira Atual**- Disponível em: <http://www.alimentosprocessados.com.br/industria-na-sociedade-brasileira.php>. Acesso 22 de março de 2019.

AYRES, Nathalie. **Ácido ascórbico: conheça os usos estéticos da vitamina C**: O que é o ácido ascórbico. Redação Minha Vida, 4 out. 2019. Disponível em: <https://www.minhavidade.com.br/beleza/tudo-sobre/18236-acido-ascorbico>. Acesso em: 20 set. 2019.

BARRETO, CANDICE RAQUEL DOS SANTOS. **PROCESSAMENTO DE SUCO CONCENTRADO DE LARANJA**. Natal-RN, 2013. Disponível em: [file:///C:/Users/Lara/Downloads/TCC\\_CandiceBarreto.pdf](file:///C:/Users/Lara/Downloads/TCC_CandiceBarreto.pdf). Acesso em: 3 jun. 2019.

BASSI, ANA PAULA GUARNIERI. **Importância dos Manipuladores na Qualidade do Suco de laranja**: In Natura e Produção de Cartilha Didática. MEDIANEIRA, 2014. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4752/1/MD\\_ENSCIE\\_IV\\_2014-04.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4752/1/MD_ENSCIE_IV_2014-04.pdf). Acesso em: 20 set. 2019.

BIHRE, Eduardo ; CIROLINI, Julio Cesar; RUTSATZ, Marcus Darci. **Fluxograma de Processamento do Suco Concentrado de Laranja**. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL-UFRGS, 2003. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prfruta/slc/Processo/processo\\_base.htm](http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prfruta/slc/Processo/processo_base.htm). Acesso em: 27 mar. 2019.

BADOLATO, Gabriela Gastaldo. **Tratamento térmico mínimo do suco de laranja natural: cinética da inativação da pectinesterase**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2000. doi:10.11606/D.3.2000.tde-25102001-172837. Acesso em: 30 set 2019.

CAMPOS, F. P.; DOSUALDO, G. L.; CRISTIANINI, M. **Utilização da tecnologia de alta pressão no processamento de alimentos**. Braz. J. Food Tech., v. 6, p. 351- 357, 2003. Acesso em 26 de set. 2019.

CINÉTICA Química e a conservação dos alimentos. [S. l.], 2013. Disponível em: <http://dalequimica.blogspot.com/2015/08/cinetica-quimica-e-conservacao-dos.html>. Acesso em: 16 jun. 2019.

CORRÊA NETO, Randolpho da Silva; FARIA, José de Assis Fonseca . **Fatores que influem na qualidade do suco de laranja**. scielo- Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas, SP, 1999. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20611999000100028](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000100028)>. Acesso em: 17 mai. 2019.

DIAS, Carlos Bravo. **CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS E A EQUAÇÃO DE ARRHENIUS**. Florianopolis, 6 jun. 2016. Disponível em:< <http://biomol->

lab.blogspot.com/2016/06/conservacao-de-alimentos-e-equacao-de.html>. Acesso em: 16 jun. 2019.

DUARTE, Amílcar. **Principais influências sobre a qualidade de frutas cítricas**. 61ª edição. Algarve: **Revista Ciência e Prática**, 2017. Disponível em: <<http://www.gtacc.com.br/revista/61a-edicao/principais-influencias-sobre-a-qualidade-de-frutas-citricas>> Acesso em: 7 set. 2019.

DUTRA, Nathália de Lima. **Fatores que influenciam as reações químicas**. [S. l.], 2014. Disponível em: <http://educacao.globo.com/quimica/assunto/cinetica-quimica/fatores-que-influenciam-reacoes-quimicas.html>. Acesso em: 24 ago. 2019.

DUTRA, Eliane Said. **Pasteurização: O que é (definição)**. [S. l.]: Sebrae, 2 out. 2019. Disponível em: <https://www.suapesquisa.com/pesquisa/pasteurizacao.htm>. Acesso em: 27 set. 2019.

EMBALADOS. AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR, 23 set. 2002. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC\\_259\\_2002.pdf/e40c2ecb-6be6-4a3d-83ad-f3cf7c332ae2](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_259_2002.pdf/e40c2ecb-6be6-4a3d-83ad-f3cf7c332ae2). Acesso em: 10 maio 2019.

FOOD INGREDIENTS BRASILEL. **Enzimas: Na natureza e ação nos alimentos: Enzimas**. [S. l.], 2011. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/166.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Introdução à Cinética Química**. [S. l.]: Jason and Bonnie Grower, 20---. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/fisico-quimica/introducao-cinetica-quimica.htm>. Acesso em: 24 ago. 2019.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Fatores que alteram a velocidade das reações"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/fatores-que-alteram-velocidade-das-reacoes.htm>. Acesso em 26 de agosto de 2019.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Velocidade das reações químicas**. [S. l.]: Mundo Educação, 2018. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/velocidade-das-reacoes-quimicas.htm>. Acesso em: 26 ago. 2019.

FOGLER, H. SCOTT. **Cálculo de Reatores: O Essencial da Engenharia Das Reações Químicas**. Tradução: Flávio Faria de Moraes [et al.]. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC — Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2014. Acesso em 27 ago. 2019.

GESTÃO NO CAMPO. **Suco de laranja: História**. [S. l.], 2010. Disponível em: <https://www.gestaonocampo.com.br/biblioteca/suco-de-laranjahistoria/>. Acesso em: 3 jun. 2019.

GIMÉNEZ, Ana; ARES, Florencia; ARES, Gaston. Sensory shelf-life estimation: **A review of current methodological approaches**. ScienceDirect, Food Research International, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/browse/journals-and-books>. Acesso em: 3 maio 2019.

GOMES, Marina da Silveira. **Estudo da Pasteurização de suco de Laranja utilizando a Ultrafiltração**. Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12560/000630200.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 maio 2019.

KELLES, Fernando Ferreira. **TEMPO DE VIDA DE PRATELEIRA DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS LEVANDO EM CONTA ERROS DE AVALIAÇÃO**. Biblioteca Universidade Federal de Minas Gerais, Julho 2007. Disponível em: [http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/RFFO-7KTMRT/disserta\\_\\_o\\_fernandokelles\\_\\_v37\\_\\_final\\_\\_20070808.pdf;jsessionid=775D8ACD1471C1921B7702CCC04606AB?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/RFFO-7KTMRT/disserta__o_fernandokelles__v37__final__20070808.pdf;jsessionid=775D8ACD1471C1921B7702CCC04606AB?sequence=1). Acesso em: 4 maio 2019.

LIMA, VERA LÚCIA ARROXELAS GALVÃO *et al.* **Avaliação da Qualidade de suco de laranja industrializado**. Curitiba: Revistas ufpr, 2000. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/1128>. Acesso em: 8 out. 2019.

LIMA, Luciana Leite de Andrade; FILHO, Artur Bibiano de Melo. **Tecnologia de bebidas**. Recife, 2011. Disponível em: [http://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Tecnologia\\_de\\_Bebidas.pdf](http://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Tecnologia_de_Bebidas.pdf). Acesso em: 4 jun. 2019.

MACHADO, janaina. **Enzimas Catalisadoras de reações Biológicas**. [S. l.]: Funcionais e Nutracêuticos, 2010. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/16535015/enzimas>. Acesso em: 10 set. 2019.

MAGALHÃES, Lana. **Cinética Química: Velocidade das Reações Químicas**. Amazonas, 2015. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/cinetica-quimica/>. Acesso em: 24 ago. 2019.

MINISTRO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA. **Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. nº lei nº 8.918, Decreto 6.871, de 4 de junho de 2009**. DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009. [S. l.], 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/decreto-no-6-871-de-04-de-junho-de-2009.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2019.

MUNHOZ, José Renato ; MORABITO, Reinaldo. Otimização no Planejamento Agregado de Produção em Indústrias de Processamento de Suco Concentrado Congelado de Laranja: Universidade Federal de São Carlos. **departamento ufscar**. São Paulo. 30 p. Disponível

em: [http://www.dep.ufscar.br/docentes/morabito/joser Renato\\_gp09.pdf](http://www.dep.ufscar.br/docentes/morabito/joser Renato_gp09.pdf). Acesso em: 22 mai. 2019.

NEVES, Marcos Fava *et al.* **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto, 2001. Disponível em: [http://www.citrusbr.com/download/Retrato\\_Citricultura\\_Brasileira\\_MarcosFava.pdf](http://www.citrusbr.com/download/Retrato_Citricultura_Brasileira_MarcosFava.pdf). Acesso em: 2 jun. 2019.

PALHANO, Tarcísio; HOEFLER, Rogério. **Uso Racional da Vitamina C (Ácido Ascórbico)**. [S. l.]: CEBRIM, 2012. Disponível em: <<http://www.cff.org.br/userfiles/file/cebrim/Cebrim%20Informa/Uso%20Racional%20da%20VITAMINA%20C.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2019.

PAULA, Camila. **O que é Cinética Química?: O que é cinética química mesmo?**. [S. l.: s. n.], 27 set. 2017. Disponível em: <https://descomplica.com.br/blog/quimica/resumo-qui/resumo-cinetica-quimica/>. Acesso em: 17 ago. 2019.

PEDRO, ANDRÉ MESSIAS KRELL. **DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO MULTIVARIADO ACELERADO PARA DETERMINAÇÃO DO PRAZO DE VALIDADE DE PRODUTOS UNINDO QUIMIOMETRIA E CINÉTICA QUÍMICA**. Campinas-SP, 2009. Disponível em: <http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/000469661.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2019.

PINTO, Mirella Teixeira. **Estudo da vida-de-prateleira do suco de laranja concentrado e congelado**. 2006. 85 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/88622>. Acesso em 22 de março, 2019.

PINTO, Juliana Venturini. **Elaboração de um Manual prático para determinação de vida-de-prateleira de um produto**. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141323/000992368.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 6 out. 2019.

RAIMUNDO, Érisson *et al.* **Cor, viscosidade e bactérias lácticas em suco de laranja pasteurizado e submetido ao efeito da luz durante o armazenamento**. Araraquara, 2007. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/187/195>. Acesso em: 1 out. 2019.

RIBAS, Alexandre Fanfa; FLORES, Luis Francisco. **Suco de laranja pasteurizado: Desaeração**. Rio Grande do Sul, 2003. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prfruta/sucolar/desaer\\_b.htm](http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prfruta/sucolar/desaer_b.htm). Acesso em: 4 out. 2019.

RODRIGUES, Luana Roque; OLIVEIRA, Edson Aparecida de Araújo Querido. **A TRAJETÓRIA DAS EXPORTAÇÕES DE LARANJA DO BRASIL**. São José dos Campos, SP, 2004. Disponível em:



[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2004/trabalhos/inic/pdf/IC6-87.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC6-87.pdf). Acesso em: 2 jun. 2019.

RODRIGUES, Geiriele *et al.* **Processamento da Laranja**. [S. l.], 2.sem 2012. Disponível em: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAfej8AF/processamento-laranja>. Acesso em: 6 jun. 2019. (RODRIGUES *et al.*, 2012).

SANT ANNA, Marco; RUSSO, Alessandra. **Uso Racional da Vitamina C (ácido ascórbico)**. Cebrim, 2013. Disponível em: <http://www.cff.org.br/userfiles/file/cebrim/Cebrim%20Informa/Use%20Racional%20da%20Vitamina%20C%2018-03-2013.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

SANTI, Lucélia *et al.* **Pectinase e Pectina: Aplicação comercial e potencial Biotecnológico**. Lajeado-RS: Caderno pedagógico, 2014. Disponível em: <http://univates.br/revistas/index.php/cadped/article/viewFile/904/893>. Acesso em: 3 out. 2019.

SANTOS, Eduardo José. **Fluxograma da produção de sucos**. Nossa Senhora da Glória – SE, 2016. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/51004682/fluxograma-do-suco-de-laranja>. Acesso em: 4 jun. 2019.

SHAW, P.E.; MOSHONAS, M.G. **Ascorbic acid retention in orange juice stored under simulated consumer home conditions**. J. Food Sci., Chicago, v. 56, n. 3, p. 867-868, 1991. Acesso em 27 de set. 2019.

STOFFEL, FERNANDA; MOREIRA, ANGELITA DA SILVEIRA. **APLICAÇÃO DE MICRO E ULTRAFILTRAÇÃO NO PROCESSAMENTO DE SUCOS DE FRUTA**. Curitiba, 2013. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/download/34855/22045>. Acesso em: 7 jun. 2019.

SUGAI, Áurea Y. *et al.* **Análise físico-química e microbiológica do suco de laranja minimamente processado armazenado em lata de alumínio**. Campinas\_SP: Scielo, 2002. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612002000300006&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612002000300006&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 8 out. 2019.

TEIXEIRA, Mirella; MONTEIRO, Magali. **Degradação da Vitamina C em sucos de Fruta**. Araraquara-SP: Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP, 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Magali\\_Monteiro/publication/49599823\\_Degradacao\\_da\\_vitamina\\_C\\_em\\_suco\\_de\\_fruta/links/02e7e519001ed74c4100000/Degradacao-da-vitamina-C-em-suco-de-fruta.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Magali_Monteiro/publication/49599823_Degradacao_da_vitamina_C_em_suco_de_fruta/links/02e7e519001ed74c4100000/Degradacao-da-vitamina-C-em-suco-de-fruta.pdf). Acesso em: 8 set. 2019.

UENOJO, Mariana; PASTORE, Glauca Maria. **Pectinases: aplicações industriais e perspectivas**. Campina-SP: Quim. Nova, 19 jan. 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422007000200028](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000200028). Acesso em: 4 out. 2019.