

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

MATHEUS DE SOUZA INDIO DO BRASIL

**DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA POR MEIO DE TESTES
ACELERADOS EM BEBIDA ALCOÓLICA MISTA DE LEITE CONDENSADO
(COQUETEL)**

**NATAL/RN
2019**

MATHEUS DE SOUZA INDIO DO BRASIL

**DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA POR MEIO DE TESTES
ACELERADOS EM BEBIDA ALCOÓLICA MISTA DE LEITE CONDENSADO
(COQUETEL)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Químico.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Márcia Regina da Silva Pedrini.

Co-Orientador: Mestre Fábio Gonçalves Macêdo de Medeiros.

NATAL/RN
2019

MATHEUS DE SOUZA INDIO DO BRASIL

**DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA POR MEIO DE TESTES
ACELERADOS EM BEBIDA ALCOÓLICA MISTA DE LEITE CONDENSADO
(COQUETEL)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado à Universidade Federal do Rio Grande do
Norte, como requisito para a obtenção do título de
Engenheiro Químico.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Márcia Regina da Silva Pedrini.
Co-Orientador: Mestre Fábio Gonçalves Macêdo de
Medeiros.

Natal, 18 de novembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Márcia Regina da Silva Pedrini
Orientadora – UFRN

Mestre Fábio Gonçalves Macêdo de Medeiros
Co-Orientador - UFRN

Eduardo Wagner Vasconcelos de Andrade
Avaliador - UFRN

Carolina da Silva Costa
Avaliadora - UFRN

RESUMO

No desenvolvimento de produtos alimentícios, a avaliação sensorial intervém nas diferentes etapas do ciclo de vida de produtos. Estabelecer a vida útil de um produto alimentício é essencial para que o alimento permaneça com seu valor nutritivo e satisfaça seu consumidor e a legislação pertinente. O equilíbrio de diferentes parâmetros intrínsecos durante sua fabricação e as interações entre seus fatores extrínsecos após sua preparação poderão influenciar na degradação do alimento. Neste estudo foi utilizado o Teste Acelerado de Vida-de-Prateleira (TAVP), que se baseia na variação da temperatura de armazenagem para acelerar reações cinéticas no alimento. Os resultados foram analisados sob a ótica do Modelo Matemático de Arrhenius, o qual estipula uma vida-de-prateleira para o produto avaliando a degradação de suas características intrínsecas. Para determinação da vida-de-prateleira de uma bebida alcoólica mista de sabor leite condensado através do TAVP o produto foi acondicionado em garrafas de 350 mL de vidro transparente por um período de 35 dias, em quatro temperaturas diferentes: 4 (controle), 25 (ambiente), 35 (acelerado) e 45 °C (acelerado). Foram analisados os seguintes parâmetros: graduação alcoólica, acidez, pH e sólidos solúveis a cada 7 dias, durante 35 dias. Com os resultados obtidos e tratados, verificou-se que a reação de degradação monitorada (a acidez) se ajusta ao modelo cinético de ordem zero. Para estimar a vida útil do produto foi aplicado o Modelo de Arrhenius nas diferentes temperaturas e foi obtido uma energia de ativação (E_a) de 219,98 kcal.mol⁻¹ e Q10 igual a 1,012. Os resultados que foram obtidos sugerem uma vida-de-prateleira de aproximadamente 45 dias a 35 °C.

Palavras-chave: Vida-de-prateleira. TAVP. Arrhenius. Bebida Alcoólica Mista (Coquetel).

ABSTRACT

In the development of food products, the sensory evaluation intervenes in the different stages of the product life cycle. Establishing the shelf life of a food product is essential for the food to remain nutritionally valuable, to satisfy its consumer and legislation. The balance of different intrinsic parameters during their manufacture and the interactions between their extrinsic factors after their preparation may influence the degradation of the food. In this study it was used the Accelerated Shelf Life Test (ASLT), which is based on storage temperature variation to accelerate kinetic reactions in food. The results were analyzed from the perspective of the Arrhenius Mathematical Model, which estimates a shelf life for the product by evaluating the degradation of its intrinsic characteristics. To determine the shelf life of a condensed milk-flavored mixed alcohol beverage using ASLT, the product was stored in 350 ml clear glass bottles for a period of 35 days at four different temperatures: 4 (control), 25 (ambient), 35 (accelerated) and 45 °C (accelerated). The following parameters were analyzed: alcohol content, acidity, pH and soluble solids every 7 days for 35 days. With the results obtained and treated, it was verified that the monitored degradation reaction (acidity) fits the zero-order kinetic model. To estimate the useful life of the product, the Arrhenius Model was applied at different temperatures and an activation energy (E_a) of 219.98 kcal.mol⁻¹ and Q10 equal to 1.012 was obtained. The results obtained suggest a shelf life of approximately 43 days at 25 °C.

Keywords: Shelf Life. TAVP. Arrhenius. Mixed Alcoholic Drink (Cocktail).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Cicilia Lúcia e Jorge Luiz, por todo amor, dedicação e suporte dado ao longo de toda minha vida. Além de todo apoio na vida acadêmica que me permitiu chegar onde estou e em especial ao meu pai, por ter me ajudado no desenvolvimento deste trabalho com severas correções para chegar ao melhor entendimento geral.

Aos meus irmãos, Thiago e Amanda, por sempre me incentivarem a sair da zona de conforto e enfrentar os desafios da vida.

Aos meus amigos Ciro, Marcos, Jordan, Pedro Rolim, Giovanny, Joemil, Rayan, Pedro Augusto, Gustavo Costa e Gustavo Lopes, que sempre estiveram ao meu lado e tornaram os 5 anos de graduação um pouco mais leves.

Aos meus amigos de turma, tanto da turma 2015.1, quanto da turma 2015.2, por todo companheirismo que compartilhamos durante a graduação.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Márcia Pedrini, pelos conhecimentos transmitidos e por todo suporte dado ao longo da elaboração deste trabalho.

Ao meu co-orientador, o Mestre Fábio Macêdo, por todos os conselhos, suporte, paciência e disponibilização de seu tempo para me auxiliar na realização dos experimentos e na elaboração deste trabalho.

À equipe do laboratório de Bioprocessos do LEA, pela paciência e disponibilidade.

À NuTEQ, por todo conhecimento obtido e pela minha inserção no mercado de trabalho.

À CAERN, em especial ao Sr. Canindé Moraes e à equipe da ETA Extremoz, pela oportunidade, confiança e conhecimento transmitidos durante os 2 anos de estágio.

Ao Sr. Daniel de Miranda Motta, diretor da *Indústria de Alimentos e Bebidas Queremos Mais Eireli*, pela confiança depositada e toda experiência passada desde o período do estágio até os dias atuais. Além da disponibilidade dos insumos, equipamentos e tempo para realização deste trabalho.

Enfim, a todas as pessoas que foram importantes durante a minha jornada da graduação e da vida.

Obrigado!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Padrão de identidade e qualidade de bebidas alcoólicas compostas	13
Tabela 2 – Caracterização inicial do Coquetel de Leite Condensado	29
Tabela 3 – Teores de Sólidos Solúveis da Bebida Mista de Leite Condensado ao longo do TAVP	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática do Modelo de Arrhenius	20
Figura 2 – Diagrama de blocos com as etapas da metodologia referentes ao presente trabalho 23	
Figura 3 – Ebuliômetro	25
Figura 4 – Teste de acidez total titulável	26
Figura 5 – pHmêtro	27
Figura 6 – Refratômetro - Nova Abbe, usado para teste de sólidos solúveis	27
Figura 7 – Balança de umidade usado no teste de umidade	28
Figura 8 – Representação gráfica dos teores alcoólicos da Bebida Mista de Leite Condensado ao longo do TAVP.....	30
Figura 9 – Representação gráfica dos valores de pH da Bebida Mista de Leite Condensado ao longo do TAVP.....	31
Figura 10 – Representação gráfica da Acidez da Bebida Mista de Leite Condensado ao longo do TAVP.....	32
Figura 11 – Modelo cinético para degradação do teor alcoólico do Coquetel de Leite Condensado para as três temperaturas observadas	33
Figura 12 – Modelo cinético para degradação da acidez do Coquetel de Leite Condensado para as três temperaturas observadas.....	34
Figura 13 – Efeito da temperatura sobre a constante de velocidade de degradação do teor alcoólico	35
Figura 14 – Efeito da temperatura sobre a constante de velocidade de degradação da acidez	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	OBJETIVO GERAL	11
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1	BEBIDA ALCOÓLICA MISTA	12
3.1.1	Padrão de identidade e qualidade para bebidas alcoólicas por mistura	12
3.2	VIDA DE PRATELEIRA	13
3.2.1	Fatores que influenciam a vida-de-prateleira	14
3.2.1.1	<i>Fatores químicos, físicos e microbiológicos que alteram a vida-de-prateleira</i>	14
3.2.1.2	<i>Fatores intrínsecos</i>	14
3.2.1.3	<i>Fatores extrínsecos</i>	16
3.3	CINÉTICA DE REAÇÕES EM ALIMENTOS	18
3.4	EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE AS REAÇÕES	19
3.5	TESTES ACELERADOS DE VIDA-DE-PRATELEIRA (TAVP)	21
4	METODOLOGIA	23
4.1	IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES QUE AFETAM A VIDA DE PRATELEIRA	24
4.2	PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS E ANÁLISES DA VIDA-DE-PRATELEIRA	24
4.3	TESTES REALIZADOS E PRODUÇÃO DA FORMULAÇÃO	24
4.3.1	Gradação Alcoólica	24
4.3.2	Teor de cinzas	25
4.3.3	Acidez Total	25
4.3.4	pH	26
4.3.5	Sólidos Solúveis	27
4.3.6	Atividade de Água	28
4.3.7	Umidade	28
4.3.8	Extrato Seco	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	CARACTERIZAÇÃO INICIAL DO COQUETEL DE LEITE CONDENSADO	29
5.2	ANÁLISES SEMANAIS	30
5.2.1	Teor Alcoólico	30
5.2.2	pH	31
5.2.3	Sólidos Solúveis	31
5.2.4	Acidez	32
5.3	ACOMPANHAMENTO DA VIDA-DE-PRATELEIRA	33
6	CONCLUSÕES	37
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

Em uma perspectiva histórica, as bebidas alcoólicas são fabricadas há centenas de anos e figuram em algumas passagens importantes da história da humanidade. Durante muito tempo essa produção era de forma artesanal, hoje em dia são obtidas por meio de processos industriais (CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA – IV REGIÃO).

Essa produção remonta às primeiras civilizações e se desenvolve em parâmetros de produção muito específicos e definidos, que dão individualidade a cada tipo de bebida, sendo classificadas segundo a legislação brasileira em fermentadas, como vinho e cerveja; misturas, como licor, aguardentes compostas e bebidas mistas; destiladas, como cachaça, rum, aguardente, uísque e conhaque; e destilo-retificadas, como vodca e gim (TEIXEIRA *et al.*, 2005; BRASIL, 2009).

No Brasil, diversas legislações específicas são responsáveis por regular a padronização, classificação, fiscalização, registro e inspeção de bebidas. Segundo essas legislações, a bebida alcoólica é classificada como produto de origem vegetal industrializado, destinado à ingestão humana em estado líquido, sem finalidade medicamentosa ou terapêutica. (BRASIL, 2009).

O sabor das bebidas alcoólicas é formado pela combinação e flavorização de inúmeros compostos e seu desenvolvimento está em estreita relação com as necessidades e tendências ou modas de consumo do seu público alvo (JERÔNIMO, 2004), o que traz a necessidade de desenvolvimento de fórmulas com a incorporação de elementos que lhe conferem sabor, cor, textura e odor característicos, mesmo não diferenciando a sua base, conferindo-lhe características sensoriais específicas.

O desenvolvimento de novos produtos é uma atividade de vital importância para sobrevivências da maioria das empresas. O consumidor, em geral, tende a se tornar mais seletivo e exigente na hora de optar por uma marca, o que leva setores específicos das indústrias a desenvolver novas fórmulas com a adição de ingredientes que tendem a oferecer uma sensação de satisfação que fidelize o consumidor com o produto (PENNA, 1999, apud BARBOZA *et al.*, 2003, p. 34-35).

Um alimento deve produzir, além de seu valor nutricional, satisfação e ser agradável ao seu consumidor. Isso é resultado do equilíbrio de diferentes parâmetros de qualidade sensorial. No desenvolvimento de um novo produto é imprescindível otimizar parâmetros de flavorização e a interação dos diferentes componentes com a finalidade de alcançar um equilíbrio integral

que se traduz numa qualidade excelente e que seja de boa aceitabilidade (PENNA, 1999, apud BARBOZA *et al*, 2003, p. 34-35).

A vida-de-prateleira de um produto alimentício pode ser definida como o tempo no qual este se mantém seguro, cumprindo as informações nutricionais presentes no rótulo e mantendo-as suas características sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas quando estocado dentro de determinadas condições (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012; VITALI, 2004).

A previsão da vida-de-prateleira não é uma tarefa fácil e de resultado preciso. Contudo, é sempre útil ter o máximo de informações sobre o alimento a ser conservado, conhecendo-se de preferência o mecanismo e a cinética das principais reações de deterioração. A vida útil de um produto é informação estratégica de uma empresa, que pode gerenciar melhor sua distribuição e informar, de forma mais adequada, às condições de sua conservação aos consumidores. Muitos produtos têm vida-de-prateleira prolongada, o que dificulta a determinação experimental em tempos compatíveis com as programações comerciais das empresas. Para tais situações, a aplicação de Testes Acelerados de Vida-de-Prateleira (TAVP) apresenta-se como uma alternativa. O TAVP consiste no armazenamento do produto de interesse sob condições ambientais definidas e controladas, de forma a acelerar as taxas de transformação (VITALI, 2004; MOURA, 2007).

O presente trabalho demonstrará a influência da temperatura no aceleração das reações de degradação de uma bebida alcoólica mista (Coquetel) com base em álcool etílico potável, de origem agrícola, flavorizado com aditivos aromatizante, corante, espessante e estabilizante, por meio da avaliação da degradação de suas características intrínsecas e extrínsecas aplicando-se um método que consiste no armazenamento do produto de interesse sob condições ambientais definidas e controladas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a cinética de degradação de uma bebida alcoólica mista de Leite Condensado através de testes acelerados para estimar-se uma vida-de-prateleira nas condições normais de consumo do produto.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Analisar metodologia de obtenção da vida-de-prateleira através de testes acelerados;
- Estudar a cinética de degradação dos principais atributos sensoriais
- Avaliar a influência da temperatura sobre as velocidades das reações de degradação observadas a partir do fator de aceleração da temperatura (Q10) e da energia de ativação (Ea);
- Estimar a vida-de-prateleira da bebida alcoólica mista de leite condensado a 25, 35 e 45 °C por meio de testes acelerados de vida-de-prateleira (TAVP).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 BEBIDA ALCOÓLICA MISTA

Com base no Decreto Presidencial nº 6.871, de 4 de junho de 2009, no seu Art. 68:

“Bebida alcoólica mista ou coquetel (*Coquetel*) é a bebida com graduação alcoólica superior a meio e até cinquenta e quatro por cento em volume, a vinte graus Celsius, com a seguinte composição:

I- elaborada com:

- a) álcool etílico potável de origem agrícola;
- b) destilado alcoólico simples de origem agrícola;
- c) bebida alcoólica; ou
- d) mistura de um ou mais produtos definidos nas alíneas “a”, “b” e “c”;

II- adicionada:

- a) de bebida não-alcoólica;
 - b) de suco de fruta;
 - c) de fruta macerada;
 - d) de xarope de fruta;
 - e) de leite;
 - f) de ovo;
 - g) de outra substância de origem vegetal;
 - h) de outra substância de origem animal; ou
 - i) da mistura de um ou mais produtos definidos nas alíneas “a” a “h”.
- (BRASIL, 2009)

3.1.1 Padrão de identidade e qualidade para bebidas alcoólicas por mistura

De acordo com a Instrução Normativa N° 35, de 16 de novembro de 2010 (IN n°35/2010) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que tem como objetivo definir os padrões de qualidade e identidade para as bebidas alcoólicas por mistura comercializadas em todo território nacional e uma bebida alcoólica mista deverá obedecer aos limites fixados na Tabela 01, abaixo:

Tabela 1 – Padrão de identidade e qualidade de bebidas alcoólicas compostas

Item	Característica	Limite mínimo	Limite Máximo
1	Graduação alcoólica (em % v/v a 20° C)	13	18
2	Teor de cinzas (em mg/l)	250	-
3	Acidez Total (em mEq/l)	40	-
4	Teor de açúcar (em g/l)	0	6
5	Extrato seco reduzido (em g/l)	15	-

Fonte: Instrução Normativa n° 35/2010 - ANEXO II.

3.2 VIDA DE PRATELEIRA

A vida de prateleira é o tempo, em determinada condição de armazenamento, em que um produto leva para atingir uma condição ou característica inaceitável ou imprópria para o consumidor. Esta condição pode ser explicada por alguns aspectos como alterações físico-químicas, organolépticas, presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes ou a perda do valor nutricional contida no rótulo (MARTINS, 2009). Ou seja, é o tempo em que um produto alimentício se mantém seguro para consumo (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012).

Para se obter uma estimativa coerente da vida-de-prateleira de um alimento é necessário conhecer os mecanismos e a cinética das reações que ocorrem neste produto e que o fazem perder sua qualidade e seu valor nutricional. (MOURA *et al.*, 2007)

3.2.1 Fatores que influenciam a vida-de-prateleira

O tempo de vida útil ou vida-de-prateleira, de um alimento inicia-se a partir do momento de sua produção e depende de diversos fatores como o processo produtivo, o tipo de embalagem utilizada, as condições de armazenamento e os insumos usados (FATORES..., 2015).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) ressalta que alguns fatores que afetam a qualidade do alimento são relacionados ao próprio produto e sendo denominados de fatores intrínsecos, enquanto outros são externos ao produto, chamados fatores extrínsecos. Ao entender a influência de cada um desses fatores é possível prolongar a vida-de-prateleira deste produto. Por outro lado, a alteração da composição, formulação, processamento ou embalagem podem inadvertidamente, levar a uma diminuição da estabilidade ou tornar os alimentos mais suscetíveis à deterioração ou mesmo ao crescimento de microrganismos patogênicos. Reiterando a importância de avaliar quais as mudanças o alimento poderá sofrer impactando no seu prazo de validade. (ANVISA, 2018)

3.2.1.1 Fatores químicos, físicos e microbiológicos que alteram a vida-de-prateleira

São fatores condicionantes para alteração das características de um alimento. As mudanças químicas, físicas e microbiológicas que o alimento pode sofrer durante todo seu processo produtivo até sua armazenagem. Pode-se destacar as alterações químicas como as reações de oxidação lipolítica e degradação de nutrientes, sabor, aroma, cor e textura. Quanto às alterações físicas a migração de umidade entre o produto e o meio ambiente é um fator preponderante. E no que se refere a alterações microbiológicas pode-se exemplificar a multiplicação e deterioração microbiana (FATORES..., 2015).

3.2.1.2 Fatores intrínsecos

- **A natureza e a qualidade das matérias-primas**

Fator de suma importância nas características do alimento. A seleção da matéria-prima refletirá de forma criteriosa na garantia da qualidade do produto final, ao adicionar-se a formulação uma matéria-prima de baixa qualidade ou já contaminada, o produto final sairá da linha de fabricação já contaminado, podendo levar a sua deterioração e até causar graves danos à saúde dos consumidores. Portanto, é de suma importância a definição de limites microbiológicos legais para as matérias-primas e que se assegure de que os controles adotados na recepção da matéria-prima e no processo produtivo, sejam adotadas condições de

monitoramento e controle, para assegurar ao consumidor final que o alimento estará garantido contra esses elementos indesejados na fabricação (ANVISA, 2018).

É importante no caso das pequenas empresas que as matérias-primas sejam de origem confiável, neste caso, reveste-se de importância exigir que os produtos sejam registrados em agências reguladoras, órgão de fiscalização e controle das esferas federais ou municipais. Apesar de ser uma garantia indireta é uma forma de controle e garantia pois estes estão sujeitos a inspeções regulares.

- **Formulação do produto**

Na formulação do produto é elegível a adição de conservantes, de acordo com as características dos elementos da formulação para inibir o crescimento de microrganismos. Em bebidas alcoólicas por mistura com graduação alcoólica abaixo de 17% v/v é permitida a adição de conservantes pois nesta concentração o álcool é inócuo contra microrganismos patogênicos, conforme caracterizado na RDC nº5/2013.

A adição de componentes que garantem tecnologicamente a qualidade do produto não devem permitir que altere as características sensoriais do produto e não cause nenhuma agressão a saúde do consumidor, conforme informado na RDC nº5/2013. Os limites dos aditivos são regulados por normas técnicas das agências reguladoras como a ANVISA, Ministério da Saúde (MS) ou MAPA.

- **Atividade de água**

Nos alimentos a água pode se apresentar de duas formas distintas, na forma de molécula livre ou ligada ao substrato. A atividade de água (aw) é a quantidade de água livre no alimento que não está comprometida com os constituintes do produto e que está disponível para reações físicas, químicas e biológicas. Ou seja, esta água livre se torna suscetível a estas reações deteriorando o alimento.

O teor de umidade por outro lado, é apenas a quantidade de água, percentual em peso, de toda a água presente neste alimento, ou seja, mede-se tanto a quantidade livre para fazer as reações quanto ligada nos constituintes do produto (GARCIA, 2004).

- **Disponibilidade de oxigênio e potencial redox.**

A disponibilidade de oxigênio pode ter um efeito importante sobre os tipos de microrganismos deteriorantes e patogênicos que crescerão nos alimentos. Pode afetar também as reações de oxidação-redução que causam rancidez, perda de vitaminas e resultam no sabor de alimento deteriorado. Os fungos precisam de oxigênio para crescer e geralmente são encontrados em superfícies e crescem nas fendas dos alimentos (ANVISA, 2018).

3.2.1.3 Fatores extrínsecos

- **Processamento**

Os processos de fabricação de um produto alimentício têm relação direta com sua vida-de-prateleira, e é de suma importância que este processamento tenha suas formas de controle bem definidas para garantir uma maior vida útil a este alimento. Estes controles devem ser validados em condições do pior cenário aceitável a fim de considerar que quanto maior a quantidade de microrganismos presentes nas matérias-primas e durante o processo maior será o número de microrganismos sobreviventes no produto, o que diminuirá a garantia da segurança do alimento, o que refletirá no seu prazo de validade.

Cabe diferenciar os fatores extrínsecos que estão envolvidos na manipulação de um processo produtivo, segundo Nástia, 2015, sanitização é entendida como sendo um conjunto de procedimentos higiênico-sanitários que tem como objetivo garantir a obtenção de superfícies, equipamentos e ambientes com características adequadas de limpeza e baixa carga microbiana residual. E higienização, visa basicamente à preservação das condições sanitárias de operação do ambiente de produção. Assim, a higiene industrial auxilia na obtenção de um produto que, além das qualidades nutricionais e sensoriais, tenha uma boa condição higiênico-sanitária, não vindo a oferecer quaisquer riscos à saúde do consumidor.

- **Tipo de embalagem**

Na produção de qualquer alimento, a embalagem assume importância, porque guarda conexão da garantia da inviolabilidade do produto no seu local de armazenamento e exposição além, de ser por meio dela que o fabricante divulga as informações do produto, suas informações nutricionais. E o prazo de validade que é a garantia da manutenção das características do produto dentro de um determinado tempo, o que fideliza o consumidor e pereniza o produto no mercado.

A função da embalagem é antes de mais nada um recipiente que mantém o produto e que deve permitir o seu transporte, distribuição e manuseio, protegendo-o contra choques, vibrações e compressões que ocorrem em todo o circuito. O sistema de embalagem deve também proteger o produto contra adulterações ou perdas de integridade, acidentais ou provocadas através de sistemas de evidência de abertura (selos, tampas com anel de ruptura, tampas com botão indicador de vácuo, etc.). A embalagem também conserva a qualidade e a segurança do produto, prolongando sua vida útil e minimizando as perdas do produto por deterioração. Para isso, ela deve controlar fatores como a umidade, o oxigênio, a luz e ser uma barreira aos micro-organismos presentes na atmosfera envolvente, impedindo o seu desenvolvimento no produto. A embalagem deve também ser constituída por materiais e substâncias que não migrem para o produto, em quantidades que possam pôr em risco a segurança dos consumidores ou alterar as características organolépticas do produto (NEUZA, 2013).

- **Temperatura de armazenamento**

A temperatura de armazenamento é um fator primordial em relação a vida útil do alimento, pois afeta de forma direta a velocidade das diversas reações que ocorrem após todo o processamento, a distribuição e estocagem (TAOUKIS; GIANNAKOURE, 2004). De forma geral, quanto maior a temperatura de armazenamento, maior será a velocidade da multiplicação microbiana e, conseqüentemente, mais suscetível à deterioração o alimento estará (MAROSO, 2008). O efeito da temperatura sobre as transformações em alimentos é importante quando se deseja manter a sua qualidade. O conhecimento quantitativo do efeito da temperatura sobre a velocidade de deterioração dos alimentos é importante na sua comercialização, pois permite estimar a vida-de-prateleira de produtos com através dos testes acelerados de vida-de-prateleira (VITALI *et al.*, 2004)

3.3 CINÉTICA DE REAÇÕES EM ALIMENTOS

As reações de degradação dos alimentos obedecem a leis cinéticas bem estabelecidas, que geralmente são de ordem zero ou primeira ordem. (MOURA *et al.*, 2007). Pode-se definir a velocidade de uma reação através da equação (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2004):

$$r = \frac{dC}{dt} \quad (1)$$

Considerando:

r = velocidade da reação

C = Concentração do componente ou nota de um atributo;

T = tempo de reação;

Porém, além do cálculo da velocidade de reação, também se faz necessário definir um modelo matemático que permita descrever a cinética da reação de degradação observada. E estas reações podem se comportar como reações de ordem zero, primeira ordem e assim sucessivamente (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2004). Porém, ao se estudar a maioria das reações responsáveis pela perda da qualidade dos alimentos, geralmente são descritas por reações de ordem zero ou de primeira ordem. (LABUZA, 1979)

Para as reações de degradação de ordem zero, a velocidade de conversão não depende da concentração dos reagentes, sendo descrita da seguinte forma:

$$-r = -\frac{dC}{dt} = k \quad (2)$$

Sendo:

k = constante da velocidade de reação.

O que implica que quando se mantem as demais variedades constantes, a velocidade de degradação do produto não se altera ao longo do tempo (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2004).

Integrando a equação (2), tem-se:

$$C_0 - C = kt \quad (3)$$

Sabendo que:

C₀ = concentração inicial do componente;

C = concentração final do componente;

Ou seja, ao plotar um gráfico, em escala linear, desta relação a queda ou o aumento da concentração de um reagente em função do tempo de reação e o produto obtido é uma linha reta, significa dizer que a reação estudada é de ordem zero. E a inclinação desta reta representa a constante k , velocidade da reação (ARABSHARI; LUND, 1985).

Já as reações que seguem um modelo cinético de primeira ordem, a velocidade depende da concentração do reagente, ou seja, a taxa de perda da qualidade do alimento cai de forma exponencial durante o período de armazenamento (PALAZÓN *et al.*, 2009; LABUZA, 1979). O modelo matemático que representa estas reações de primeira ordem é dado pela equação:

$$-r = -\frac{dC}{dt} = kC \quad (4)$$

E integrando a equação (4), obtém-se:

$$\text{Ln} \left(\frac{C}{C_0} \right) = -k \times t \quad (5)$$

Ou seja, ao plotar em um gráfico, em escala monologarítmica, a queda ou o aumento da concentração de um reagente em função de seu tempo de reação, o produto obtido é uma reta, o que caracteriza a reação como de primeira ordem e a inclinação desta reta representa a constante k , velocidade de reação (ARABSHARI; LUND, 1985).

São exemplos de reações de primeira ordem em alimentos, o crescimento e morte de microrganismos, a destruição de vitaminas e pigmentos durante o processo produtivo e no armazenamento, a destruição de toxinas por aquecimento e a rancidez em óleos (FERREIRA, 1999).

3.4 EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE AS REAÇÕES

Dentre os fatores citados, a temperatura é o fator que mais irá influenciar na velocidade das reações químicas, ou seja, quantificar o efeito deste fator sobre a velocidade de deterioração nos alimentos é peça fundamental para entender e prever a vida-de-prateleira de um determinado alimento com base em testes acelerados de vida-de-prateleira (OLIVEIRA, 2010). E se tratando do efeito da temperatura sobre a velocidade das transformações nos alimentos, a equação de Arrhenius é uma representação que é amplamente utilizada (VITALI *et al.*, 2004).

Algebricamente a equação modelada por Arrhenius é escrita como:

$$\frac{d(\ln k)}{dT} = \frac{Ea}{R \times T^2} \quad (6)$$

Sendo:

T = temperatura em escala absoluta (K)

R = constante universal dos gases (1,987 cal.mol⁻¹.K⁻¹)

k = constante da velocidade de reação

E_a = Energia de ativação em cal.mol⁻¹

E integrando a equação (5), obtém-se:

$$\ln k = \frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) + \ln k_0 \quad (7)$$

Sendo:

E_a = Energia de ativação em kcal.mol⁻¹

T = temperatura final em escala absoluta (K)

T = temperatura referência em escala absoluta (K)

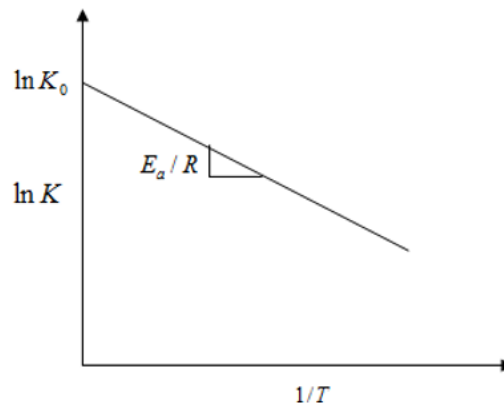
k = constante da velocidade de reação

Portanto, é através deste modelo o principal método utilizado para se determinar a energia de ativação das reações de degradação dos alimentos, pois ao se plotar um gráfico de escala linear, o logaritmo da constante de velocidade *versus* o inverso da temperatura final em escala absoluta (PEDRO; FERREIRA, 2006; TEXEIRA NETO *et al.*, 2004; LABUZA, 1979), obtém-se uma reta cuja inclinação é igual a:

$$\text{Coef. Angular} = \frac{E_a}{R} \quad (8)$$

Como pode ser observado na Figura 1 abaixo:

Figura 1 – Representação esquemática do Modelo de Arrhenius



Fonte: Adaptado de TEIXEIRA NETO *et al.*, 2004.

O efeito térmico sobre a velocidade das reações também pode ser quantificado através da determinação do fator de aceleração da temperatura ou Q_{10} (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2004). Este fator de aceleração da temperatura (Q_{10}) é obtido através do quociente entre as constantes de velocidade das reações a uma determinada temperatura e outra reação a uma temperatura 10 °C mais baixa ou a 10 °C mais alta. Chegando à equação:

$$Q_{10} = 10^{\frac{Ea}{0,46 \times T^2}} \quad (9)$$

Através do valor de Q_{10} , pode-se estimar a vida-de-prateleira de um produto para outras temperaturas de armazenamento, desde que estas temperaturas estejam dentro da faixa de térmica que foi utilizada para obter o Q_{10} . Sendo este o princípio dos testes acelerados de vida-de-prateleira (TAVP) (LABUZA, 1979).

3.5 TESTES ACELERADOS DE VIDA-DE-PRATELEIRA (TAVP)

O lançamento de um novo produto alimentício no mercado não é uma tarefa simples, pois envolve diversas áreas e estudos. Uma das informações necessárias é a vida-de-prateleira e produtos que tem uma vida-de-prateleira prologada apresentam um gargalo para as empresas devido as programações dos experimentos para sua determinação. Nestes casos, a aplicação de Testes Acelerados de Vida-de-Prateleira (TAVP) são ideais pois reduz esse tempo consideravelmente. (VITALI *et al.*, 2004).

O TAVP, basicamente consiste em armazenar o produto de interesse em condições ambientais definidas e controlas de forma a acelerar as taxas de reação e então essas taxas determinadas são relacionadas a aquelas obtidas sob as condições normais de armazenamento, desta forma, é possível estimar sua vida-de-prateleira. (VITALI *et al.*, 2004). Estes testes acelerados são baseados na análise da constante de velocidade da reação (k), valor que é dependente da temperatura. E como exposto nos itens 3.3 e 3.4 do presente trabalho, a maioria das reações de degradação em alimentos seguem o Modelo de Arrhenius e ao aplicar temperaturas mais elevadas conseqüentemente aumentará a velocidade de degradação do alimento, o que fará com que a vida útil do produto seja alcançada de forma mais rápida (PEDRO e FERREIRA, 2006; LABUZA, 1979).

Para se realizar o Teste Acelerado de Vida-de-Prateleira, os dados que coletados são em função de várias temperaturas de armazenamento, em tempos de análises distintos para então construir os gráficos cinéticos que descrevem o comportamento do alimento. Em posse dos dados obtidos, dos gráficos cinéticos e da escolha do modelo cinético adequado é possível

determinar a ordem da reação e a constante de velocidade da reação (k) para as condições aplicadas. Com a determinação destes valores é possível calcular o fator de aceleração da temperatura (Q_{10}) e a partir deste estimar a vida-de-prateleira do produto em condições normais de armazenamento (PEDRO; FERREIRA, 2006).

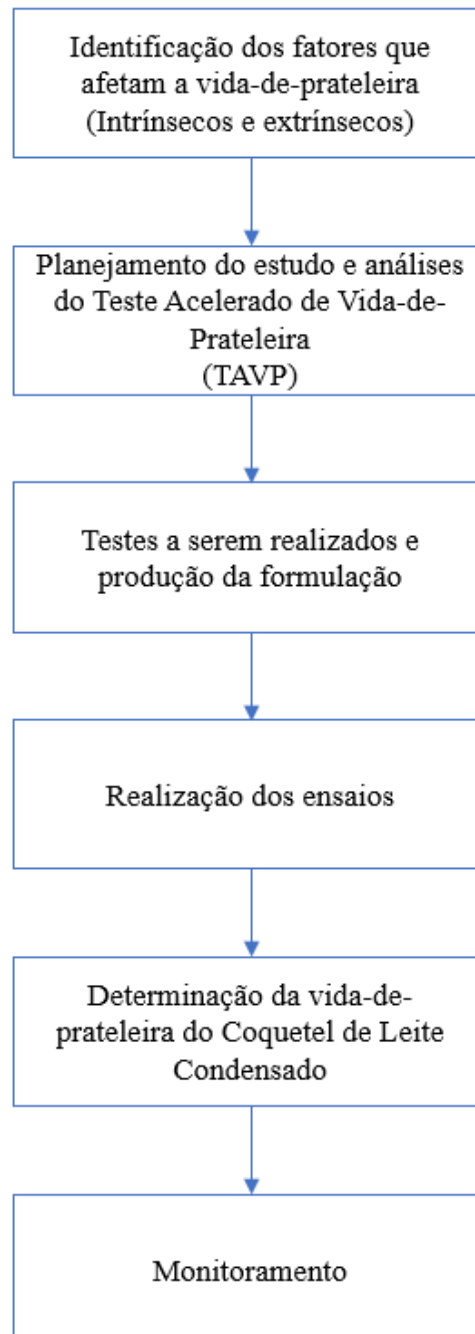
De forma geral, os cálculos que envolvem o TAVP seguem as seguintes etapas:

- 1º) Seleção dos parâmetros cinéticos;
- 2º) Execução do estudo cinético em uma taxa de deterioração adequada ao cronograma do estudo;
- 3º) Extrapolação dos parâmetros cinéticos para as condições normais de armazenamento;
- 4º) Obtenção da Vida-de-Prateleira nas condições reais de armazenamento através dos dados cinéticos extrapolados.

4 METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho consistiu nas seguintes etapas representadas pelo diagrama de blocos da Figura 2.

Figura 2 - Diagrama de blocos com as etapas da metodologia referentes ao presente trabalho



Fonte: Autor.

Sendo assim, a seguir será descrita cada etapa com suas devidas explicações e observações.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES QUE AFETAM A VIDA DE PRATELEIRA

Como descrito no item 3.2.1 do presente trabalho, diversos fatores podem afetar a vida de prateleira de um produto alimentício e estes fatores são divididos em intrínsecos e extrínsecos. Para a determinação da vida útil da bebida alcoólica mista de leite condensado em questão, o fator extrínseco alterado e controlado foi a temperatura de armazenamento.

4.2 PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS E ANÁLISES DA VIDA-DE-PRATELEIRA

1) Quais testes serão realizados?

Gradação alcoólica, o teor de cinzas, extrato seco, a acidez total, o teor de açúcares, o teor de peróxidos, pH, sólidos solúveis, atividade de água, umidade e contagem total.

2) Qual a duração do estudo e com que frequência as amostras serão analisadas?

Os experimentos foram realizados durante 35 dias e as análises foram divididas em análises semanais (dia 0, 7, 14, 21, 28 e 35) sendo estas, gradação alcoólica, teor de peróxidos, pH, sólidos solúveis, teor de açúcares e acidez total. E análises que só foram realizadas no início e no fim (dia 0 e 35) do estudo, a fim de caracterizar a amostra. Estas análises foram teor de cinzas, extrato seco, atividade de água, umidade e contagem total.

3) Quantas amostras serão necessárias ao total para o estudo?

Ao total foram produzidas 21 amostras sendo 6 amostras incubadas em cada temperatura estabelecida (5, 25, 35 e 45 °C).

4.3 TESTES REALIZADOS E PRODUÇÃO DA FORMULAÇÃO

4.3.1 Gradação Alcoólica

Foi determinado através do método da ebulliometria a gradação alcoólica do Coquetel, que, como descrito por Alves (2014), é um método no qual se determina a quantidade percentual de álcool etílico em uma solução alcoólica ao ser medido o ponto zero da escala que seria temperatura de ebulição da água.

As análises foram realizadas em duplicata e foi utilizado um ebulliômetro como ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Ebuliômetro

Fonte: Autor.

4.3.2 Teor de cinzas

Como descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), o teor de cinzas determina o percentual de inorgânicos presentes na amostra através do aquecimento do produto em uma temperatura de 550 °C. As análises foram realizadas em triplicata.

O teor de cinzas foi determinado pela Equação 9 abaixo, obtida pela metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz, 2008.

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{Teor de Cinzas } m/m \quad (10)$$

4.3.3 Acidez Total

A Acidez Total foi determinada pelo método de titulometria volumétrica, procedimento que, de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008), é um procedimento que se baseia na titulação de neutralização dos ácidos com uma solução padrão de Hidróxido de até o ponto de equivalência com uso do indicador de viragem fenolftaleína. A Figura 4 ilustra o aparato utilizado.

Figura 4 – Teste de acidez total titulável

Fonte: Autor.

Com os resultados encontrados, foi possível encontrar a acidez total através da equação (10), conforme o Manual de métodos de análises de bebidas e vinagres (MAPA):

$$Acidez\ Total\ \left(\frac{g\ \acute{a}c.ac\acute{e}tico}{g\ por\ 100mL\ amostra}\right) = \frac{Eq\ x\ n\ x\ N}{10\ x\ V} \quad (11)$$

Em que:

N = Normalidade da solução de hidróxido de sódio;

n = Volume da solução de NaOH gasto na titulação, em mL;

V = Volume da amostra, em mL;

Eq = Equivalente grama do ácido acético (60,0).

4.3.4 pH

O pH foi determinado pelo método potenciométrico em potenciômetro digital, modelo Even, tipo PHS-3E, como ilustrado na Figura 5. O equipamento foi calibrado com soluções tampão (pH = 4 e pH = 7) para soluções ácidas em temperatura ambiente segundo Instituto Adolfo Lutz (1980) e o resultado foi obtido através de leitura direta.

Figura 5 – pHmêtro utilizado na análise



Fonte: Autor.

4.3.5 Sólidos Solúveis

A determinação dos sólidos solúveis foi feita através do método refratométrico, que é fundamentada pela leitura refratométrica a 20 °C da amostra a ser analisada, obtendo-se o valor de °Brix, que representa 1 grama de sacarose em 100 gramas de massa total. A Figura 6 ilustra o refratômetro – Marca Nova Instruments, Modelo WYA-2S Abbe Refractometer utilizado no experimento.

Figura 6 - Refratômetro usado para teste de sólidos solúveis



Fonte: Autor.

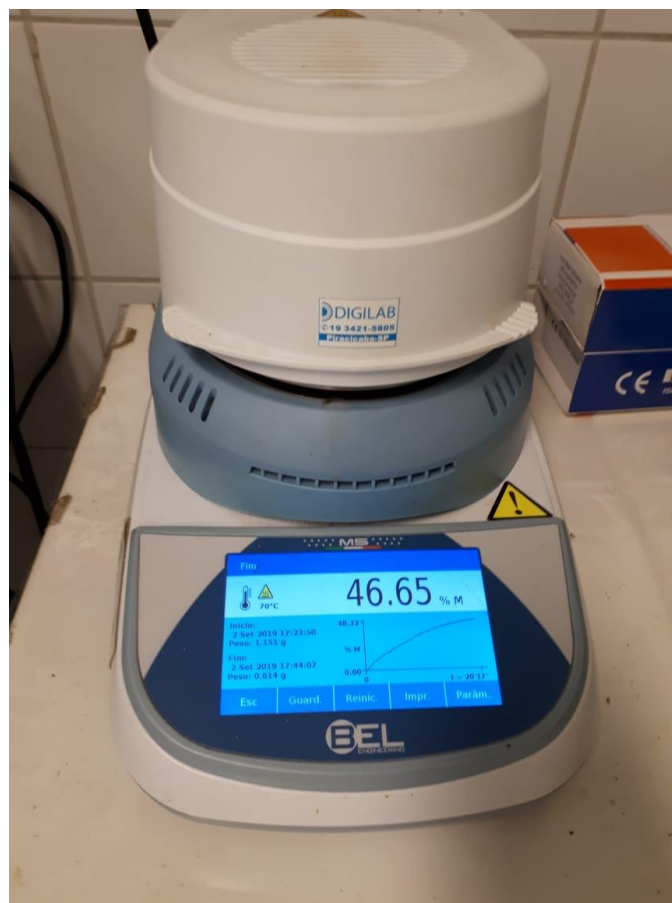
4.3.6 Atividade de Água

Foi determinado o teor de atividade de água da amostra através do método de refração.

4.3.7 Umidade

O teor de umidade da amostra foi encontrado com auxílio de uma balança de umidade marca Bel Engineering - Modelo M5 Thermo como apresentada na Figura 7. Este equipamento é capaz de quantificar a quantidade de água no estado de vapor de uma amostra.

Figura 7 – Balança de umidade usado no teste de umidade



Fonte: Autor.

4.3.8 Extrato Seco

A determinação de extrato seco deu-se através do método de evaporação da amostra. Ou seja, os componentes que eram mais voláteis foram eliminados com a elevação da temperatura restando apenas os componentes sólidos e então são pesados. Com os resultados obtidos foi possível calcular o teor de extrato seco através da diferença de massa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO INICIAL DO COQUETEL DE LEITE CONDENSADO

Os resultados médios da caracterização físico-química do Coquetel de Leite Condensado encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização inicial do Coquetel de Leite Condensado

Caracterização do Coquetel	
Característica	Valor médio
Teor Alcoólico (°GL)	18,2
Teor de Cinzas	0,3064% ± 0,000501
Acidez Total em mEq/l	46,92
Sólidos Solúveis (°Brix)	31,5
Extrato seco reduzido	27,66% ± 0,000881
pH	6,20
Umidade	53,94%
Atividade de água	0,951

Fonte: Autor.

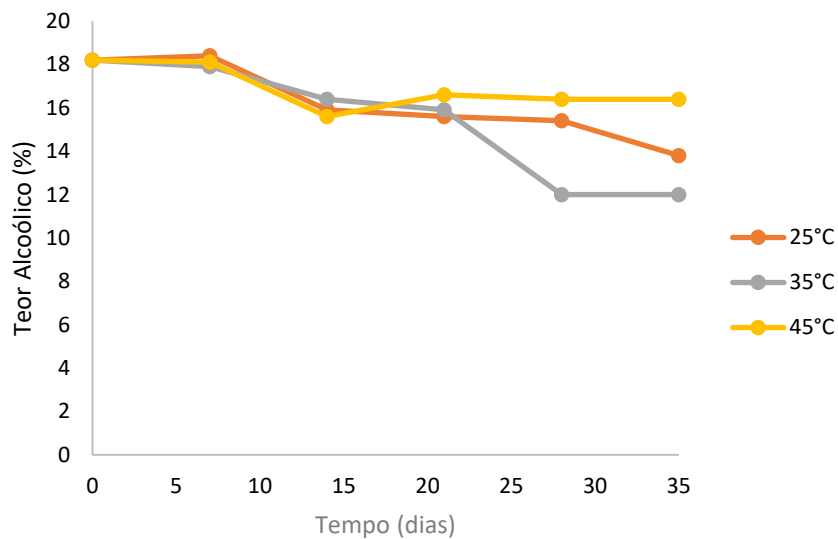
A Instrução Normativa n° 35/2010 no Art. 1° estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas por mistura, conforme apresentado no item 3.1.1 do presente trabalho. E como pode ser observado na Tabela 2, os resultados das análises de teor alcoólico e acidez total aproximaram-se dos determinados da IN n° 35/2010. As análises de teor de cinzas e teor de extrato seco foram realizadas apenas como forma de caracterizar a amostra, não foi realizado um acompanhamento dessas variáveis.

5.2 ANÁLISES SEMANAIS

5.2.1 Teor Alcoólico

A variação do teor alcoólico das amostras encontra-se na Figura 8. Nos dados encontrados, é possível observar que o produto se mostrou sensível a variações de temperatura, provavelmente pela volatilização do componente alcoólico, tendendo a redução deste parâmetro, o que altera suas características sensoriais. O teor alcoólico varia de forma significativa com a elevação da temperatura, apresentando valores percentuais de 16% em 25 °C; 33% em 35 °C e 9,4% em 45 °C durante a mesma quantidade de dias incubados. Tendo em vista estas variações, pode-se afirmar que o armazenamento em condições inadequadas, locais sem ventilação e com temperaturas superiores a 35 °C influenciam de forma direta na vida-de-prateleira do produto estudado. Portanto, sugere-se que seja informado ao consumir esta restrição do produto.

Figura 8 – Representação gráfica dos teores alcoólicos da Bebida Mista de Leite Condensado ao longo do TAVP.

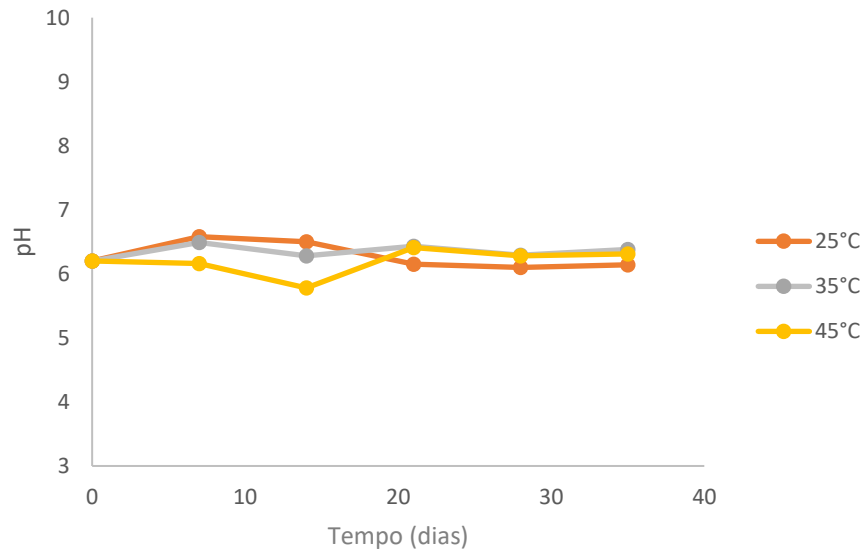


Fonte: Autor.

5.2.2 pH

A variação dos valores de pH está representada na Figura 9, abaixo. Os resultados obtidos nos testes de pH não demonstram que em temperaturas elevadas há grandes variações que pudessem alterar as características sensoriais do produto.

Figura 9 – Representação gráfica dos valores de pH da Bebida Mista de Leite Condensado ao longo do TAVP.



Fonte: Autor.

5.2.3 Sólidos Solúveis

Os resultados obtidos nos testes de sólidos solúveis estão encontrados na Tabela 3. Foi possível observar que dentro da mesma variação de tempo e aplicando-se diferentes temperaturas, ocorreu o inverso do que se era esperado, pois a possibilidade de volatilização de componentes com menor ponto de ebulição, poderiam dissipar, aumentando conseqüentemente, o teor de sólidos solúveis, mas os valores encontrados, revelaram que a variação foi mínima. Portanto, a temperatura de armazenagem e a embalagem utilizada pouco influenciam na degradação do produto estudado em relação este parâmetro.

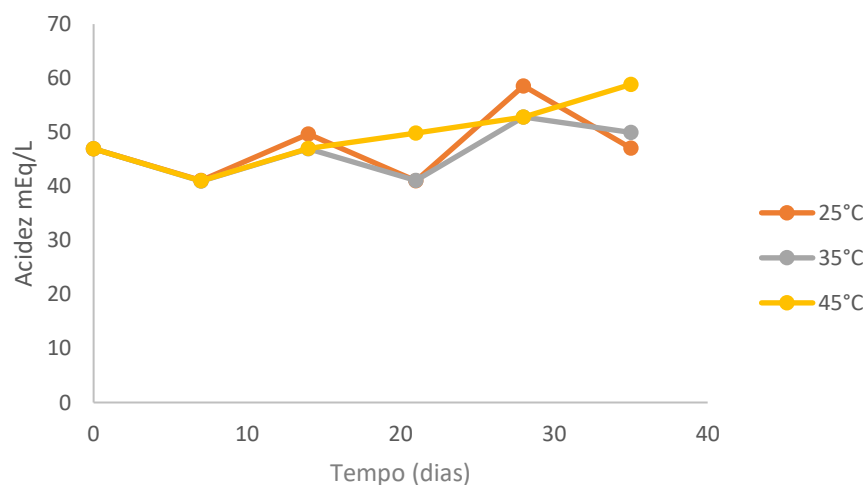
Tabela 3 - Teores de Sólidos Solúveis da Bebida Mista de Leite Condensado ao longo do TAVP

Sólidos solúveis (°Brix) do Coquetel de Leite Condensado nas temperaturas 5, 25, 35, 45 °C.			
Tempo (dias)	25 °C	35 °C	45 °C
0	31,5	31,5	31,5
7	32,6	31,4	30,4
14	33,9	31,1	31,1
21	32,1	30,6	29,8
28	32,1	30,3	29,6
35	32,1	30,3	29,9

Fonte: Autor.

5.2.4 Acidez

O comportamento da Acidez durante o TAVP está representado no Figura 10. Neste parâmetro entre os requisitos mínimos previstos no item 3.1.1 (IN °35/2010) do presente trabalho, impõe o limite mínimo de Acidez Total, de 40 mEq/l o produto se comportou no período pesquisado com variações de temperatura instável para este parâmetro. Ressaltando que a elevação de temperatura, promove uma condição intrínseca ao produto que eleva sua acidez, fator acentuado a partir do 28º dia de pesquisa. Considerando este fato, foi constatado que é importante para a manutenção da vida-de-prateleira de um alimento, ter um armazenamento adequado em ambiente que não favoreça a cinética desta reação.

Figura 10 – Representação gráfica da Acidez da Bebida Mista de Leite Condensado ao longo do TAVP

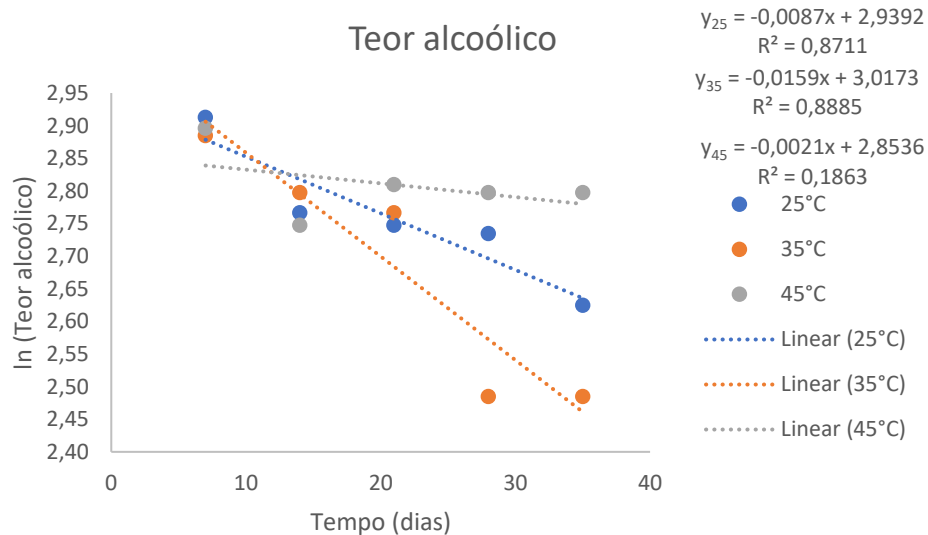
Fonte: Autor.

5.3 ACOMPANHAMENTO DA VIDA-DE-PRATELEIRA

Em posse dos resultados obtidos e representados nas figuras e tabelas apresentadas no item anterior do presente trabalho, alguns parâmetros físico-químicos revelaram resultados não significativos no transcorrer do tempo, não sendo adequado na aplicação do modelo matemático de Arrhenius. Foram desprezados os parâmetros de pH, sólidos solúveis, teor de cinzas e extrato seco.

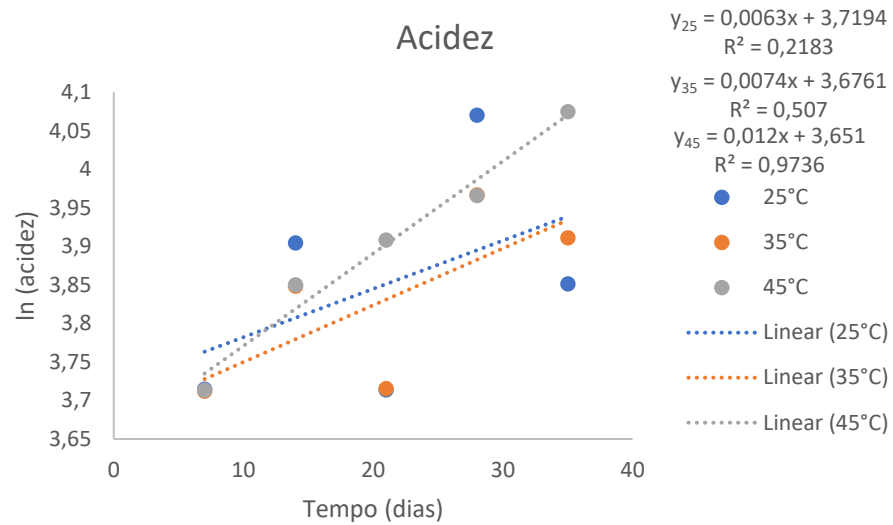
Entretanto, os parâmetros de Acidez e Graduação Alcoólica mostraram alterações importantes no decorrer do tempo, condição adequada para aplicação do modelo matemático, conforme ilustra as Figuras 11 e 12, abaixo:

Figura 11 – Modelo cinético para degradação do teor alcoólico do Coquetel de Leite Condensado para as três temperaturas observadas



Foi possível concluir que o modelo não se aplica a temperatura de 45 °C devido ao R² não apresentar um valor próximo a 1, que indica a conformidade do modelo.

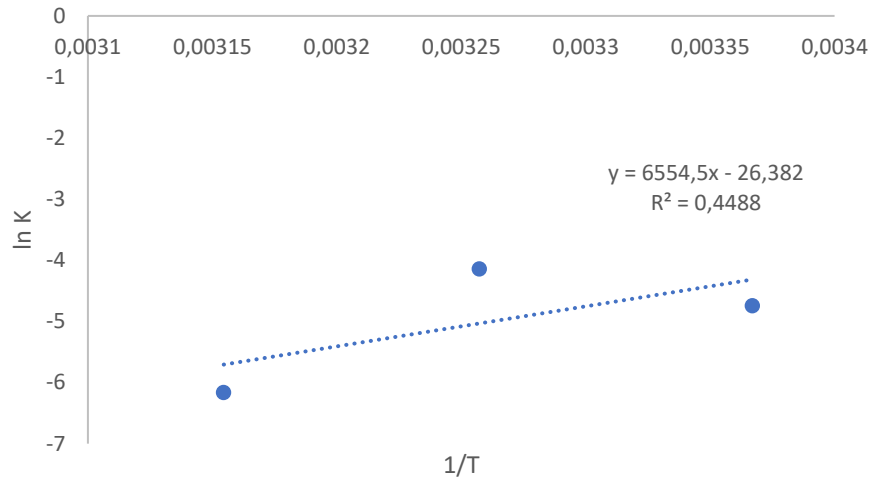
Figura 12 - Modelo cinético para degradação da acidez do Coquetel de Leite Condensado para as três temperaturas observadas



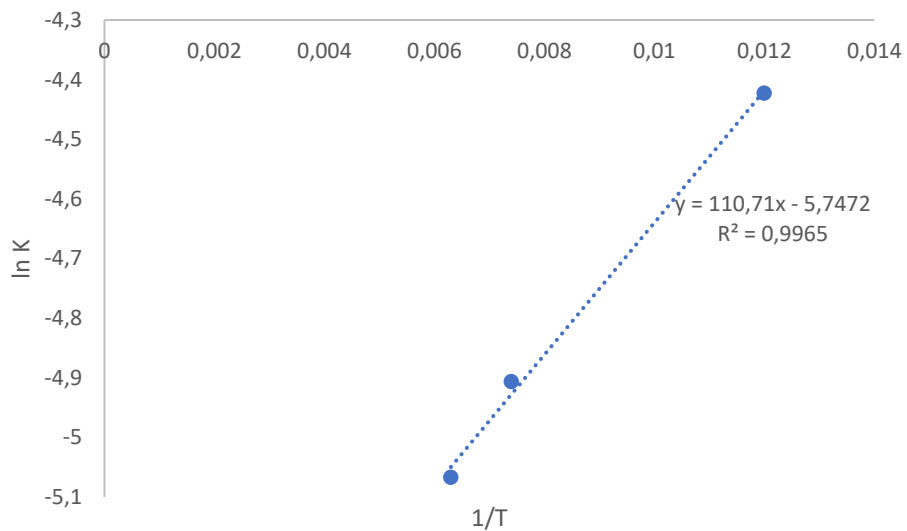
Fonte: Autor.

Foi possível concluir que o modelo não se aplica a temperatura de 25 °C devido ao R² não apresentar um valor próximo a 1, que indica a conformidade do modelo.

Baseado nas alterações desses parâmetros, foram obtidos os valores das constantes de degradação da graduação alcoólica e de acidez, para então, ser realizados os cálculos dos parâmetros cinéticos de energia de ativação (E_a) e o fator de aceleração da temperatura (Q_{10}), sendo estes fatores importantes para a prever a vida útil do produto. As Figuras 13 e 14 abaixo representam o logaritmo da constante de velocidade de degradação da graduação alcoólica e acidez em função do inverso da temperatura, em escala absoluta (K), e o coeficiente angular da reta obtida terá como resultado o valor da Energia de Ativação (E_a) e, conseqüentemente, o fator de aceleração da temperatura (Q_{10}):

Figura 13 - Efeito da temperatura sobre a constante de velocidade de degradação do teor alcoólico

Fonte: Autor.

Figura 14 - Efeito da temperatura sobre a constante de velocidade de degradação da acidez

Fonte: Autor

Avaliando o resultado obtido no gráfico do efeito da temperatura sobre a constante de velocidade de degradação da acidez, pode-se obter o valor de E_a , através do coeficiente angular da reta resultante, ou seja, obedecendo a relação:

$$110,71 = E_a / R$$

Em que:

 E_a = Energia de ativaçãoR (constante dos gases ideais) = $1,987 \text{ cal.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Em que se chega ao valor de $E_a = 219,98 \text{ kcal.mol}^{-1}$. Já para a obtenção do Q_{10} para 25, 35 e 45 °C, temos que:

- $Q_{10 (25\text{ °C})} = 10^{\left(\frac{219,98}{0,46 \times T^2}\right)} = 1,012$
- $Q_{10 (35\text{ °C})} = 10^{\left(\frac{219,98}{0,46 \times T^2}\right)} = 1,012$
- $Q_{10 (45\text{ °C})} = 10^{\left(\frac{219,98}{0,46 \times T^2}\right)} = 1,011$

De acordo com a Instrução Normativa nº 35/2010, que estabelece os padrões de identidade e qualidade de bebidas alcoólicas por mistura, o limite mínimo de Acidez é determinado em 40 mEq/l. E ao analisar os resultados obtidos durante o experimento, foi possível notar um aumento considerável na acidez do produto e que embora não exista um limite máximo definido na legislação, este é um parâmetro que pode afetar sensorialmente o produto e, portanto, é de extrema importância avaliá-lo para estimar vida-de-prateleira. Foi adotado uma estimativa de limite máximo de 80 mEq/l, o que ao extrapolar a linha de tendência da Figura 10, foi obtido uma vida-de-prateleira de 92 dias para 45 °C e ao aplicar os valores de Q_{10} , para 35 e 25 °C a estimativa da vida útil do produto é de 94 dias.

Já considerando a Figura 8, ao extrapolarmos a linha de tendência para o limite mínimo de teor alcoólico, em % v/v em que a IN nº 35/2010 caracteriza uma bebida composta mista, que é de 13%, foi encontrada uma vida-de-prateleira de 43 dias para 25 °C. E com base na definição de Q_{10} foi possível prever a vida de prateleira para as outras temperaturas, sendo 44 dias para 35 °C e 43 dias para 45 °C.

Porém ao fazer esta análise deve ser observado, além da Instrução Normativa que caracteriza a identidade e qualidade da bebida, o Decreto nº 6.871/2009 que define “Art.68. Bebida alcoólica mista ou coquetel (Coquetel) é a bebida com graduação alcoólica superior a meio e até cinquenta e quatro por cento em volume, a vinte graus Celsius”. E, ao fazer a mesma abordagem considerando o limite mínimo de 0,5% em volume, foi estimada uma vida-de-prateleira de 140 dias para 25 °C. Aplicando o Q_{10} para 35 e 45 °C foi encontrada uma vida útil de 142 dias.

6 CONCLUSÕES

Ao fim deste trabalho, foi possível concluir que a utilização de um Teste Acelerado de Vida-de-Prateleira (TAVP), é uma técnica factível para obtenção da vida útil de um produto de forma mais rápida que a tradicional. E ao final da análise, foi possível observar que Bebidas Alcoólicas Mistas (*Coquetel*), sofrem influência tanto do tempo, quanto da temperatura de armazenagem, apesar da bebida se comportar de forma estável para alguns parâmetros como pH, Sólidos Solúveis, Teor de Cinzas e Extrato Seco, a temperatura e o tempo influenciam de forma direta em outros parâmetros sensoriais fundamentais deste produto, como a acidez e a graduação alcoólica.

De acordo com NZFSA (2005), os tempos máximos de vida útil aceitável para qualidade e segurança podem não convergir para uma mesma estimativa, portanto o tempo mais curto será o que vai definir a vida-de-prateleira do produto em questão. Com base nesta afirmação e nos dados obtidos pelo TAVP a estimativa da vida-de-prateleira da Bebida Alcoólica Mista de Leite Condensado é de 43 dias em condições normais de armazenagem (25 °C), porém, devido a legislação vigente não ser clara quanto aos limites legais dos parâmetros de Acidez e Graduação Alcoólica e por não ter sido acompanhado outros parâmetros importantes como microbiológicos e sensoriais é necessário realizar uma consulta e adequação da pesquisa com o órgão de fiscalização e controle, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em conjunto de uma análise em tempo real, com avaliação de outros parâmetros como teor de Peróxidos, teor de açúcares e além de fazer um acompanhamento com maior duração e mais pontos de análise para se obter uma estimativa com maior precisão e confiabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Lindemberg Martins Ferreira. **Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em Campina Grande na Paraíba**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014. Disponível em:

<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3965/1/PDF%20-%20Lindemberg%20Martins%20Ferreira%20Alves.pdf>. Acesso: 16 nov. 2019.

ARABSHARI, A.; LUND, D.B. Consideration in calculating kinetic parameters from experimental data. **Journal of Food Process Engineering**. Westport, v.7, n.1, p.239-251, Feb. 1985. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1745-4530.1985.tb00308.x>. Acesso em: 16 nov. 2019.

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - IV Região. **Bebidas**. Disponível em: https://www.crq4.org.br/quimica_viva__bebidas. Acesso em: 01 dez. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 6.871**, de 4 de junho de 2009. 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. Brasília, DF: Presidência da República, [2009]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm. Acesso em: 10 nov. 2019.

BRASIL. **Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 5**, de 4 de fevereiro de 2013. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, [2013]. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/Bebidas%2BAlco%25C3%25B3licas%2Bn%25C3%25A3o%2Bfermentadas%2Brdc0005_04_02_2013.pdf/54890021-e35a-47ae-bb7e-2f0bc4adee31. Acesso em: 6 nov. 2019.

COELHO, Nástia Rosa Almeida. **Noções de Higienização na Indústria de Alimentos**. Goiás, 2015. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/mlaura/files/2014/02/Higieneiza%C3%A7%C3%A3o-na-ind%C3%BAstria-de-alimentos.pdf>. Acesso em: 31 out. 2019.

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: 03 nov. 2019.

FERREIRA, V. L. P.; TEIXEIRA NETO, R. O; MOURA, S. C. S. R.; SILVA, M. S. Cinética da degradação da cor de solução hidrossolúvel comercial de urucum, submetida a tratamentos térmicos. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. [online]. 1999, vol.19, n.1, pp.37-42. ISSN 0101-2061. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20611999000100010&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 31 out. 2019.

GARCIA, Denise Marques. **Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas de integração avícola**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4401>. Acesso em: 3 nov. 2019.

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. Disponível em: https://www.academia.edu/14153133/Sensory_shelf-life_estimation_A_review_of_current_methodological_approaches. Acesso em: 10 nov. 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 3 nov. 2019.

JERONIMO, E. M., CARDELLO, H.M.A.B.; SERRA, G. E. Perfil sensorial de aguardente de cana em função da diluição e variação da acidez da amostra. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 51-64, jan./jul. 2004. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/1179/980>. Acesso em: 2 dez. 2019.

LABUZA, Theodore P. **A Theoretical Comparison of Losses in Foods Under Fluctuating Temperatura Sequences**. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1979.tb03472.x>. Acesso em: 16 nov. 2019.

MAROSO, Michele Tainá Derks. **Efeito da Redução de Temperatura de carcaças de frango na multiplicação de microrganismos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/14066/000659024.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 nov. 2019.

MARTINS, Glendara Aparecida de Souza. **Determinação da vida-de-prateleira por testes acelerados de doce em massa de banana cv. prata**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/2991/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Determina%C3%A7%C3%A3o%20da%20vida-de-prateleira%20por%20testes%20acelerados%20de%20doce%20em%20massa%20de%20banana%20c.v.%20Prata.pdf. Acesso em: 10 nov. 2019.

MOURA, S. C. S. R.; VITALI, A. A.; ALMEIDA, M. E. M.; BERBARI, S. A. G.; SIGRIST, J. M. M. Cinética de Degradação de Polpas de Morango. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 115-121, 2001. Disponível em: <http://bjft.ital.sp.gov.br/arquivos/artigos/v04nu67a.pdf>. Acesso em: 31 out. 2019.

MOURA, S. C. S. R.; BERBARI, S. A.; GERMER, S. P. M.; ALMEIDA, M. E. M.; FEFIM, D.A. Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 141-148, mar. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n1/24.pdf>. Acesso em: 31 out. 2019.

NEUZA, Jorge. **Embalagens para Alimentos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. Disponível em: <http://www.santoandre.sp.gov.br/pesquisa/ebooks/360234.PDF>. Acesso em: 31 out. 2019.

NEW ZEALAND Food Safety Authority. **A guide to Calculating the Shelf Life of Foods**. New Zealand, 2005. Disponível em: <http://blpd.dss.go.th/micro/A%20Guide%20to%20Calculating%20the%20Shelf%20Life%20of%20Foods%20-%20New%20Zealand.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2019.

OLIVEIRA, Anderson do Nascimento. **Cinética de degradação de suco integral de manga e estimativa da vida-de-prateleira por testes acelerados**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos; Tecnologia de Alimentos; Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2010 Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/2882>. Acesso em: 16 nov. 2019.

PEDRO, A. M. K.; FERREIRA, M. M. C. Multivariate accelerated shelf-life testing: a novel approach for determining the shelf-life of foods. **Journal of Chemometrics**, v. 20, p. 76-83, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227733887_Multivariate_accelerated_shelf-life_testing_A_novel_approach_for_determining_the_shelf-life_of_foods. Acesso em: 16 nov. 2019.

BARBOZA, Liane Maria Vargas; FREITAS, Renato João Sossela de; WASZCZYNSKYJ, Nina. Desenvolvimento de produtos e análise sensorial. **Brasil Alimentos**, n. 18, jan./fev. 2003. Disponível em: <http://www.signuseditora.com.br/ba/pdf/18/18%20-%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em 3 nov. 2019.

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. Disponível em: <http://154.68.126.6/library/Food%20Science%20books/batch1/Understanding%20and%20Measuring%20the%20Shelf-Life%20of%20Food.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

TEIXEIRA NETO, R.O.; VITALI, A.A.; MOURA, S.C.S.R. Introdução à cinética de reação em alimentos. In: MOURA, S.C.S.R.; GERMER, S.P.M. **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. 3.ed. Campinas: ITAL, 2004. cap.3, p.75-81. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=412651&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22QUAST,%20D.%20G.%22&qFacets=autoria:%22QUAST,%20D.%20G.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 13 nov. 2019.

VITALI, A.A.; TEIXEIRA NETO, R.O.; GERMER, S.P.M. Testes acelerados de vida-de-prateleira de alimentos. In: MOURA, S.C.S.R.; GERMER, S.P.M. **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. 3.ed. Campinas: ITAL, 2004. cap.3, p.75-81. Disponível em:

<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=412651&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22QUAST,%20D.%20G.%22&qFacets=autoria:%22QUAST,%20D.%20G.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 13 nov. 2019.