

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

ELIEZER LUCIA LUNKES  
SIMONE WINGERT  
VANESSA FOLLMANN VOGT

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MORANGOS SUBMETIDOS A DIFERENTES  
MÉTODOS DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E SECAGEM

São Miguel do Oeste  
Novembro de 2019

ELIEZER LUCIA LUNKES  
SIMONE WINGERT  
VANESSA FOLLMANN VOGT

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MORANGOS SUBMETIDOS A DIFERENTES  
MÉTODOS DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E SECAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Tecnologia em Alimentos do Câmpus São  
Miguel do Oeste do Instituto Federal de Santa  
Catarina como requisito parcial à obtenção do  
diploma de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. DANIELLE HONORATO  
Co-orientadora: Profa. Dra. CINTIA LADEIRA HANDA

São Miguel do Oeste  
Novembro de 2019

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MORANGOS SUBMETIDOS A DIFERENTES  
MÉTODOS DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E SECAGEM

ELIEZER LUCIA LUNKES  
SIMONE WINGERT  
VANESSA FOLLMANN VOGT

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

São Miguel do Oeste, 25 de novembro de 2019.

---

Danielle Cristina Barreto Honorato Ferreira  
Orientadora  
Instituto Federal de Santa Catarina

---

Francieli Maria Libero  
Instituto Federal de Santa Catarina

---

Leidiane Mulher  
Instituto Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	11
2.1 Características do morango .....	11
2.2 Mercado de fruticultura.....	13
2.3 Produção e mercado de frutas secas e desidratadas .....	13
2.4 Métodos de desidratação e secagem.....	14
2.4.1 Secagem .....	15
2.4.2 Desidratação Osmótica .....	16
2.4.3 Desidratação osmótica seguida de secagem .....	17
2.4.4 Desidratação Osmótica seguida de Liofilização .....	18
2.5 Problemas relacionados à secagem e desidratação de frutas .....	20
2.6 Análises químicas e físicas em frutas e hortaliças desidratadas .....	20
3.1 OBJETIVO GERAL .....	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	24
4.1 Matéria Prima .....	24
4.2 Seleção, limpeza e classificação dos morangos .....	24
4.3 Processos de secagem e desidratação.....	24
4.3.1 Secagem em estufa .....	25
4.3.2 Desidratação osmótica seguida de secagem em estufa .....	25
4.3.3 Desidratação osmótica seguida de Liofilização.....	25
4.3.4 Avaliação dos morangos secos e desidratados.....	26
4.3.5 Determinação da perda de massa .....	26
4.4 Avaliação dos morangos <i>in natura</i> , secos e desidratados.....	26
4.4.1 Conteúdo de umidade e cinzas .....	26
4.4.2 pH.....	27
4.4.3 Atividade de água .....	27
4.4.4 Acidez titulável.....	27
4.4.5 Coloração (L*, a*, c*).....	27
4.4.6 Conteúdo de ácido ascórbico .....	27
4.5 Análise estatística.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28

5.1 Umidade.....	28
5.2 Perda de massa .....	30
5.3 Atividade de água ( <i>a<sub>w</sub></i> ).....	32
5.4 pH.....	34
5.6 Cinzas .....	35
5.7 Acidez titulável.....	36
5.8 Cor (L*a*c*) .....	37
5.9 Vitamina C.....	42
6 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema dos fluxos envolvidos na transferência de massa da desidratação osmótica de frutas e hortaliças.....	16
Figura 2 Diagrama de fases da água .....	19
Figura 3 Gráfico de perda de umidade morango com osmose x Tempo (h).....	29
Figura 4 Gráfico de perda de umidade morango sem osmose x Tempo (h).....	30
Figura 5 Perda de massa morango com osmose x Tempo (h) .....	31
Figura 6 Perda de massa morango com osmose x Tempo (h) .....	32
Figura 7 Atividade de água morango sem osmose x Tempo (h).....	33
Figura 8 Atividade de água morango com osmose x Tempo (h).....	34
Figura 9 pH dos morangos em seus diferentes tratamentos.....	35
Figura 10 Cinzas dos morangos nos diferentes tratamentos .....	36
Figura 11 Acidez dos morangos nos diferentes tratamentos .....	37
Figura 12 Imagem dos morangos desidratados em estufa .....	39
Figura 13 Morango liofilizado .....	39
Figura 14 Vitamina C nos morangos em diferentes tratamentos.....	43

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Composição do morango.....	21
Tabela 2: Umidade em base úmida .....	29
Tabela 3 Perda de massa x Tempo h .....	31
Tabela 4 Atividade de água x Tempo h.....	33
Tabela 5 Cor L" dos morangos em diferentes tratamentos.....	40
Tabela 6 Cor a dos morangos em diferentes tratamentos .....	41
Tabela 7 Cor C dos morangos em diferentes tratamentos .....	42

## Resumo

A secagem e desidratação podem ser alternativas para aumentar a vida útil dos morangos, por serem altamente perecíveis *in natura*. A redução do teor de água do morango dificulta o crescimento de micro-organismos patogênicos, ocorrência de reações químicas e bioquímicas, possibilitando o armazenamento seguro por longos períodos, facilitando o transporte do produto, e gerando maior lucratividade. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os morangos submetidos a diferentes métodos de desidratação e secagem quanto às características físico-químicas. Os morangos *in natura* foram secos e desidratados pelos seguintes métodos: a) secagem em estufa de circulação de ar forçado a 60 °C, b) desidratação osmótica (80% de sacarose/ 60 minutos a 30 °C) seguida de secagem em estufa (60 °C). c) desidratação osmótica (80% de sacarose/ 60 minutos a 30°C) seguida por liofilização (12 horas). Após os processos, tanto os morangos *in natura*, quanto os secos e desidratados foram avaliados quanto ao conteúdo de umidade e cinzas, pH, atividade de água, acidez titulável, coloração ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $c^*$ ) e teor de ácido ascórbico. Os teores de umidade após os tratamentos de secagem ou desidratação atingiram o máximo de 25% de umidade que a legislação preconiza. Os resultados de pH variaram entre 3,31 até 3,73. Os valores encontrados em teor de cinzas foram, de 0,58 (g/100g) para o morango *in natura* e 3,67 (g/100g) para o morango que passou pelo tratamento de desidratação osmótica seguida de secagem em estufa. Enquanto na acidez titulável o menor valor foi encontrado nos morangos *in natura* e o maior valor nos morangos submetidos ao tratamento de secagem em estufa. Quanto a vitamina C os morangos submetidos a liofilização e tratamento com secagem em estufa apresentaram os maiores teores de vitamina C, 73,90 e 70,43 (g/100g) respectivamente. Em atividade de água os morangos *in natura* obtiveram o maior valor 0,97 e o menor valor foi obtido na liofilização 0,439. Em perda de massa os valores mais significativos foram encontrados nas amostras submetidas ao tratamento de secagem em estufa 90,47 (g/100g) e a menor perda de massa ocorreu nas amostras submetidas ao tratamento de desidratação osmótica seguida de secagem 82,43 (g/100g). Os parâmetros de cor não obtiveram mudanças significativas, o que demonstra que a cor se manteve durante os tratamentos. Concluímos que os tratamentos térmicos resultaram em bons resultados em suas análises físico-químicas, pois atingiram o que preconiza a legislação e se



aproximaram de resultados obtidos em outros estudos, indicando que os tratamentos foram eficientes para manutenção da qualidade nutricional dos morangos. Notou-se que, os tratamentos com desidratação osmótica seguida de secagem em estufa e desidratação osmótica seguida de liofilização forneceu os melhores resultados em algumas análises devido a maior perda de água na primeira etapa devido ao tratamento osmótico e absorção de sacarose desse tratamento. No processo de liofilização obteve-se maiores valores de vitamina C, por ser um tratamento que não permite a degradação do conteúdo de ácido ascórbico. Também obteve-se os menores valores de atividade de água e umidade, o que é muito importante, pois quanto menor o valor de atividade de água e umidade, maior é o tempo de vida útil dos alimentos.

**Palavras-chaves:** métodos de desidratação e secagem, avaliações físico-químicas, morango *in natura*.

## 1 INTRODUÇÃO

O morango é uma fruta que possui grande importância econômica no Brasil, sendo produzida e comercializada em várias localidades do território nacional, por sua função nutricional, benefícios para a saúde e por seu sabor agradável (OLIVEIRA et al. 2005). Além de possuir característica visual atraente, devido a sua coloração vermelha, apresenta atributos de elevada importância para a saúde humana, como a vitamina C, que auxilia na preservação dos ossos, dentes, gengivas e vasos sanguíneos (PASSOS et al., 2014).

O morango se destaca por sua composição química, a qual contém compostos com atividade antioxidante como fenóis (principalmente antocianinas) e carotenóides. Os benefícios do consumo de morango vão desde a prevenção de doenças até o envelhecimento precoce (KUSKOSKI et al., 2006).

No entanto, o consumo de morango é prejudicado pela disponibilidade da fruta ser limitada devido a sua produção sazonal e também pela sua alta perecibilidade. Assim sendo, uma alternativa para aumentar a vida útil dos morangos poderia ser a utilização de métodos de desidratação e secagem, o que proporcionaria a disponibilidade do produto o ano todo ao consumidor (ANTUNES et al., 2017).

Assim sendo, Macan (2017), retrata que a indústria de alimentos está cada vez mais buscando novas alternativas de conservação de alimentos, para garantir uma vida de prateleira maior. O processo de redução da atividade de água no morango é empregado para melhorar a estabilidade, de modo a minimizar as reações microbiológicas e enzimáticas que ocorrem, assim agregando valor ao produto e diminuindo os desperdícios. A liofilização um processo de desidratação de produtos em condições de pressão e temperatura tais que a água, previamente congelada, passa do estado sólido diretamente para o estado gasoso (sublimação) e a secagem por sua vez, é a desidratação pelo calor produzida artificialmente em condições de temperatura, umidade e corrente de ar, cuidadosamente controladas.

Assim, o estudo de métodos capazes de aumentar a vida útil deste fruto deve ser realizado.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar os morangos submetidos a diferentes métodos de desidratação e secagem quanto às características físico-químicas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Características do morango

A produção de morango é realizada em todo o mundo, sendo que os países onde mais está mais difundida são Estados Unidos, Espanha, Japão e Itália (CARVALHO et al., 2013). O Brasil tem uma área plantada de 4300 hectares, uma produção de 35 toneladas por hectare, 165 mil toneladas produzidas, os principais estados produtores de morango são Minas Gerais, Rio grande do Sul e São Paulo, são destinados tanto ao consumo *in natura* quanto à industrialização (FERREIRA, 2017).

O morangueiro da família Rosácea gênero *Fragaria*, produz uma pequena planta rasteira que forma touceiras. Ela libera estolhos que se enraízam, aumentando gradativamente a planta-mãe (FILGUEIRA, 2012).

As principais cultivares de morangos encontradas no Brasil são: *Fragaria, Aromas, Oso Grande, Camarosa, Camino Real, San Andreas, Pirquinque e Albion*. As três primeiras cultivares são mais indicadas para o consumo *in natura*, enquanto que as demais cultivares podem ser utilizadas tanto para o consumo *in natura* quanto para a industrialização (PASSOS, et al., 2014).

A temperatura é uma variável importante e que afeta a cultura do morangueiro, alterando o seu comportamento vegetativo e reprodutivo. A temperatura ideal para a produção do morango é entre 12 a 25°C (ALMEIDA et al., 2009).

Considerado um pseudofruto, o morango é formado por um receptáculo bem desenvolvido de cor vermelho-vivo quando maduro suculento e carnoso. Os aquênios são considerados os verdadeiros frutos, estruturas pequenas e escuras contendo as sementes são grudadas ao receptáculo (FILGUEIRA, 2012). O morango é uma fruta atraente por apresentar uma coloração vermelho brilhante, odor envolvente, textura macia e sabor levemente acidificado. Esse fruto possui um alto teor de umidade, chegando até 90% da parte comestível (SILVA, 2007).

O sabor característico do morango é proveniente tanto dos ácidos cítricos (10-18 mEq) e málico (1-3 mEq), açúcares, sendo os mais importantes a frutose (4,5%) e a sacarose (0,9%). Os minerais de maior destaque são o cálcio e o fósforo somando 29mg/100g de fruta. A vitamina predominante é o ácido ascórbico sendo

encontrado na ordem de 60 mg/100g. A coloração vermelha da fruta é devido a presença do pigmento antocianina. Os compostos fenólicos presentes são os ácidos clorogênicos e *p*-cumárico. A textura é devido ao pectato de cálcio 0,6% dependendo do grau de maturação da fruta (SILVA, 2007). Os morangos por pertencerem ao grupo das frutas não climatéricas, devem ser colhidos quando estão maturando (CANTILLANO, 2004).

Cantillano (2004) relata que a colheita do morango começa aproximadamente dos 60-80 dias após o plantio das mudas. O ponto de colheita para fins industriais é quando o morango atinge  $\frac{1}{2}$  maduro e  $\frac{3}{4}$  para a comercialização *in natura*. A cor é o parâmetro mais importante para definir a colheita das frutas.

Durante a vida no campo, os morangos fazem a atividade de respiração e continuam durante a pós-colheita. A respiração é um conjunto de processos metabólicos, nos quais as células obtêm energia. Quando o oxigênio fica escasso, a respiração passa de aeróbica para anaeróbica, acontecendo à produção de acetaldeído e etanol (CANTILLANO, 2004).

Cantillano (2004) descreve que os morangos apresentam uma alta taxa de respiração, aproximadamente 15 mgO<sub>2</sub>/kg.h, que aumenta de 4 a 5 vezes quando a temperatura aumenta 10 vezes. Logo após a colheita o morango por ser um fruto não climatérico apresenta um aumento significativo da taxa de respiração, até alcançar o máximo da taxa e logo diminui.

O morango apresenta curta vida pós-colheita, logo o armazenamento sob refrigeração é amplamente utilizado na conservação desses frutos. Mas, mesmo quando armazenado em temperaturas entre 0 a 4°C e umidade relativa de 90 a 95% podem ocorrer perdas de compostos desejáveis, responsáveis pelo aroma e sabor dos morangos, além do acúmulo de substâncias indesejáveis, causando o desenvolvimento do *off-flavor*, gerando perda de qualidade, redução de vida útil e rejeição dos morangos pelo consumidor (ÁVILA *et al.*, 2012).

A senescência determina a vida útil de um fruto. No caso do morango, pelo fato de possuir uma alta taxa respiratória sua senescência ocorre rapidamente, tendo uma vida bem curta após a colheita (CANTILLANO, 2004). Devido aos morangos terem uma elevada perecibilidade, calcula-se que 40% da sua produção pode ser perdida (DIAS, 2003), assim busca-se cada vez mais o uso de tecnologias que utilizem processos de retirada de água, para aumentar a vida útil desse fruto sem que ocorram grandes perdas das suas propriedades nutritivas e sensoriais

(ALVES et al., 2018).

## **2.2 Mercado de fruticultura**

A fruticultura é um dos setores de maior destaque do agronegócio brasileiro. Através de uma grande variedade de culturas, produzidas em todo o país nos diversos climas, a fruticultura conquista resultados expressivos e gera oportunidades para os pequenos negócios brasileiros. O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas no mundo, ficando atrás apenas de China e Índia, o que mostra a relevância do setor para a economia brasileira (SEBRAE, 2015).

As frutas são essenciais para uma dieta humana balanceada, pois possuem componentes importantes de fontes minerais e vitaminas (SILVA, 2007). Além de fonte de fibras, água e fornecerem uma quantidade pequena de calorias. Estas características nutricionais são importantes para o funcionamento intestinal e equilíbrio das funções vitais do corpo e também são importantes na prevenção da obesidade e outras doenças crônicas como a diabetes, doenças do coração e tipos de câncer (BRASIL, 2016). Os atributos de qualidade das frutas normalmente exigidos pelo consumidor são a aparência, sabor, aroma, valor nutritivo e ausência de defeitos (MOLON, 2013).

A cultura do morango tem grande relevância econômica e social, por apresentar uma grande demanda de mão de obra e elevada renda por área produzida, sendo assim conduzida em pequenas propriedades (MOLON 2013). Logo, o morango é uma fruta importante do ponto de vista econômico, pois se desenvolve rapidamente e possui elevado valor agregado (SILVA, 2007).

## **2.3 Produção e mercado de frutas secas e desidratadas**

O perfil de consumo da população está mudando. Com isso, também tem-se o aumento da demanda de mais alimentos saudáveis disponíveis, pelo fato das pessoas estarem buscando um estilo de vida mais saudável (SPERS et al., 2008).

No Brasil, a produção de frutas secas ou dessecadas é praticamente inexistente em grande escala comercial. Apesar de ser um país que tem grande produção de frutas *in natura*, ainda necessita importar uma grande quantidade de fruta desidratadas. O país pode fortalecer a cadeia entre a produção agrícola e a

industrialização das frutas secas tendo grande potencial para expansão, pois se enquadra em um mercado em crescimento (MARQUES, 2008).

No Brasil, a legislação vigente sobre produtos de frutas descreve que, pode-se elaborar produtos de fruta a partir de frutas inteiras, partes, sementes, podendo ser através de métodos de secagem ou desidratação, congelamento ou outros processos tecnológicos considerados seguros na produção de alimentos, podendo ou não ser adicionado líquido de cobertura, serem recobertos desde que não descaracterize o produto. Porém, deve-se seguir os requisitos da legislação como o pH máximo de 4,5 e umidade máxima de 25% (g/100g) (BRASIL, 2005).

#### **2.4 Métodos de desidratação e secagem**

A grande maioria dos alimentos se deterioram com grande facilidade, portanto surgiram técnicas de conservação de alimentos que tornam o produto mais estável por maior tempo (EL-AOUAR, 2005).

A indústria de alimentos, vêm se aprimorando para atender a demanda da classe de consumidores que estão cada vez mais exigentes com a qualidade e inovação dos produtos apresentados. Portanto, a indústria alimentícia oferta novas categorias de produtos com requinte e sofisticação, com tendências de consumo e expansão de mercados, como produtos orgânicos, minimamente processados, desidratados e liofilizados (BEZERRA, 2007).

A água é um componente que está presente em maior quantidade na maioria dos alimentos, entretanto a sua presença pode facilitar a degradação por micro-organismos e enzimas por meio de reações químicas ou enzimáticas. Dessa maneira, a remoção da água dos alimentos pode resultar em um aumento da sua vida útil, auxiliando na redução de peso, diminuição de volume e conseqüentemente na redução do valor de transporte, embalagem e armazenamento dos alimentos (LIDON; SILVESTRE, 2008).

A evaporação ou sublimação da água por meio de aplicação de calor em condições controladas é um dos métodos de desidratação mais usados. Embora os métodos de desidratação e secagem demonstrem inúmeros benefícios, deve-se considerar que os alimentos submetidos a esses tratamentos podem apresentar algumas mudanças indesejáveis ao produto, tais como o aumento da dureza e reidratação lenta ou incompleta no armazenamento (TADINI et al.,2016).

### 2.4.1 Secagem

A secagem traduz-se pelo movimento da água, do interior do produto, para fora do produto, esse processo envolve diferentes mecanismos de transferência de calor e massa. O processo que ocorre durante a secagem é o encolhimento e endurecimento da casca do produto, podendo este processo de redução da água ser representado pelas isotermas de sorção (ANDRADE et al., 2014).

Na secagem em estufa ocorre a remoção da água do alimento, na forma de vapor, por meio do aquecimento. Na secagem, o ar quente em contato com o alimento úmido e provoca o aquecimento de sua superfície e o calor transmitido age como calor latente de evaporação, fazendo com que a água do alimento passe para o estado de vapor. O vapor de água, após atravessar o interior do produto, atravessa a camada de ar em contato com a superfície do alimento e é arrastado pelo ar em movimento, criando um gradiente de pressão, que é o fator responsável pela eliminação de água (BASÍLIO; CHARBEL; FERREIRA,2016).

Segundo Basílio; Charbel; Ferreira (2016) a velocidade de secagem é definida como a velocidade de transferência de umidade do material sólido para a corrente de ar de secagem, por área de material a ser secado. Assim, os fatores importantes são o modo como o calor se propaga até o sólido e no seu interior, além de como o vapor se difunde na fase gasosa e como a umidade se desloca no material sólido.

A utilização do processo de secagem possui as vantagens de facilitar a conservação do produto; estabilidade dos componentes aromáticos em temperatura ambiente em longos períodos de armazenamento; proteção contra a degradação enzimática e oxidativa; redução do peso; economia de energia pelo fato de não necessitar de refrigeração e principalmente a disponibilidade do fruto em qualquer período do ano, considerando as entre safras (PARK; YADO; BROD, 2001).

A maioria dos alimentos quando submetidos ao processo de secagem, podem conservar as suas características físicas e nutricionais, apresentando um aspecto natural ou ainda podem sofrer poucas alterações quando são reconstituídos com água. Sendo assim uma forma viável de conservação de alimentos para o consumo humano (BALKE et al., 2014).

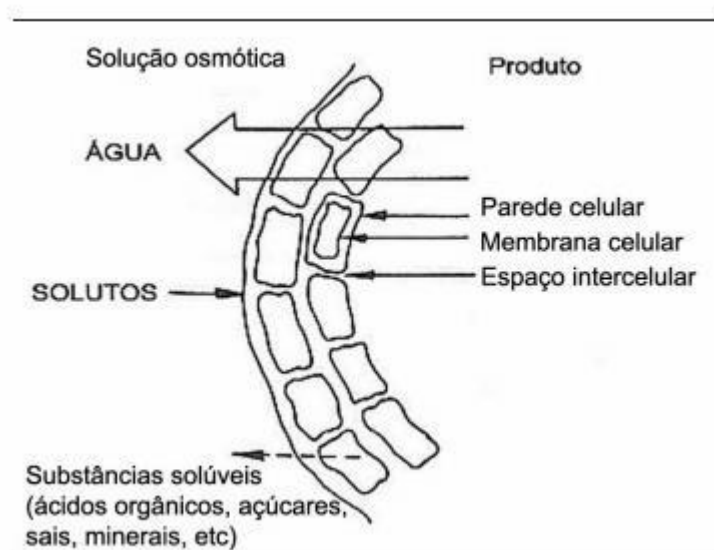
## 2.4.2 Desidratação Osmótica

A desidratação osmótica consiste na redução parcial da umidade de um alimento, que em contato com uma solução de açúcares ou sais retira a água deste, fazendo com que o processo de degeneração se torne indisponível (OETTERER et al., 2006). O aumento dos sólidos solúveis no alimento modifica a sua composição, fazendo com que esse processo favoreça a retenção dos compostos voláteis, cor e vitaminas. Mas, uma grande penetração de solutos pode levar a uma alteração indesejada no sabor (KUROZAWA; COSTA, 2014).

Kurozawa e Costa (2014) relataram que a aplicação do processo de desidratação osmótica altera as características de consistência da matéria prima devido ao tipo de soluto usado. Pode ocorrer também, a incorporação de algum aditivo nutricional, resultando em um produto de maior qualidade e maior vida útil.

A técnica de desidratação osmótica consiste na imersão do alimento, inteiro ou em pedaços, em soluções aquosas concentradas de soluto, acontecendo então dois fluxos de massa simultaneamente, o fluxo de água que sai do alimento para a solução de soluto e a transferência do soluto da solução para o alimento, como pode ser observado na figura 1 (KRÜGER; DALAGNOL, 2014).

*Figura 1 Esquema dos fluxos envolvidos na transferência de massa da desidratação osmótica de frutas e hortaliças*





A sacarose é um carboidrato de baixa massa molecular, com alta capacidade hidrofílica e alta solubilidade, podendo formar soluções altamente concentradas que não necessitam de aditivos antimicrobianos para manter as condições microbiológicas do produto para o consumo. A sacarose previne também o escurecimento enzimático e a perda de sabor. A prevenção do escurecimento ocorre devido à barreira ao contato da sacarose com o oxigênio, impedindo o escurecimento enzimático que impede também a saída dos aromas do alimento (KRÜGER; DALAGNOL, 2014).

A adição de compostos químicos na solução osmótica como o ácido ascórbico, benzoato, sorbatos, entre outros, são eficientes para reduzir a deterioração das frutas, mantendo a sua qualidade. Os compostos agem como um antioxidante, o qual aumenta a vida útil das frutas através da diminuição das reações de escurecimento enzimático, descoloração de pigmentos, perdas sensoriais e nutricionais (SOUZA, 2007).

A desidratação osmótica varia conforme a temperatura utilizada, concentração de soluto, tipo de agente osmótico, tamanho e espessura do produto a ser desidratado, a agitação utilizada, o corte da fruta em fatias, com aplicação do método de fatiamento horizontal sendo o ideal, pois resulta em pedaços mais uniformes possibilitando a homogeneização do processo de desidratação (GONÇALVES; BLUME, 2008).

### **2.4.3 Desidratação osmótica seguida de secagem**

A desidratação osmótica como pré-tratamento tem apresentado bons resultados, entre as variadas metodologias já utilizadas para desidratação de alimentos, uma vez que mantém a qualidade sensorial de frutas e hortaliças (EGEA; LOBATO, 2015).

A utilização do pré-tratamento seguido da secagem conserva e concentra os componentes bioativos no morango, pelo fato da desidratação causar alterações no alimento, com a maior perda de água e concentração de nutrientes. A utilização de desidratação osmótica de sacarose como pré-tratamento com posterior utilização de temperatura de secagem de 60°C deixa o produto com maior retenção de cor e componentes voláteis (ALVES et al.,2018). Essa temperatura foi utilizada, pois apresenta melhores resultados em relação aos parâmetros analisados no morango

nos diferentes métodos de desidratação osmótica e secagem em estufa.

A temperatura utilizada na secagem em estufa influencia nos compostos do morango, principalmente no teor das antocianinas. A estabilidade das antocianinas é importante devido ao seu emprego na produção de corantes artificiais, além disso, possuem propriedades antioxidantes e de prevenção de doenças como o câncer (VENENCIO, 2010).

Os resultados obtidos por Alves (2018) demonstraram que o processo de desidratação osmótica com utilização de 80% de sacarose com acréscimo de ácido ascórbico 1% e posterior secagem em estufa (60°C) nos morangos, foi o tratamento mais aceito pelos provadores na análise sensorial. Além disso, esta condição também apresentou os melhores resultados nas análises químicas.

Em outro estudo realizado por Venencio (2010), indicou que a utilização de temperatura de secagem deve ser entre 50 a 65°C, pois a utilização de temperaturas muito acima destas geram maior degradação dos compostos do morango.

#### **2.4.4 Desidratação Osmótica seguida de Liofilização**

O processo de liofilização é uma forma de secagem desenvolvida para evitar perdas de compostos responsáveis pelos aromas dos alimentos, os quais são altamente suscetíveis quando realizados com a aplicação de outras técnicas de secagem que empregam temperaturas elevadas (VIEIRA, NICOLETI, TELIS, 2012).

A liofilização consiste na retirada da umidade contida no alimento por meio do congelamento da água presente na matéria prima, seguida da sublimação (passagem do estado sólido para o gasoso) do gelo. O processo ocorre por meio de mudanças controladas de temperatura e sob baixa pressão (TADINI *et al.*, 2016).

Na figura 2 pode-se concluir que na pressão atmosférica ao fornecer calor ao material congelado, a água se fundirá ficando líquida e se o fornecimento de calor continuar, a água irá se evaporar. Então no material congelado sob pressão de 4,58 mmHg (atm), a água congelada presente neste material passará para o estado de vapor, sublimação, fenômeno que ocorre no processo de liofilização (RIBEIRO, 2012).

O processo de liofilização se divide em três estágios: congelamento, sublimação ou secagem primária e dessorção ou secagem secundária. O congelamento é o principal ponto para o sucesso da liofilização, uma vez que o

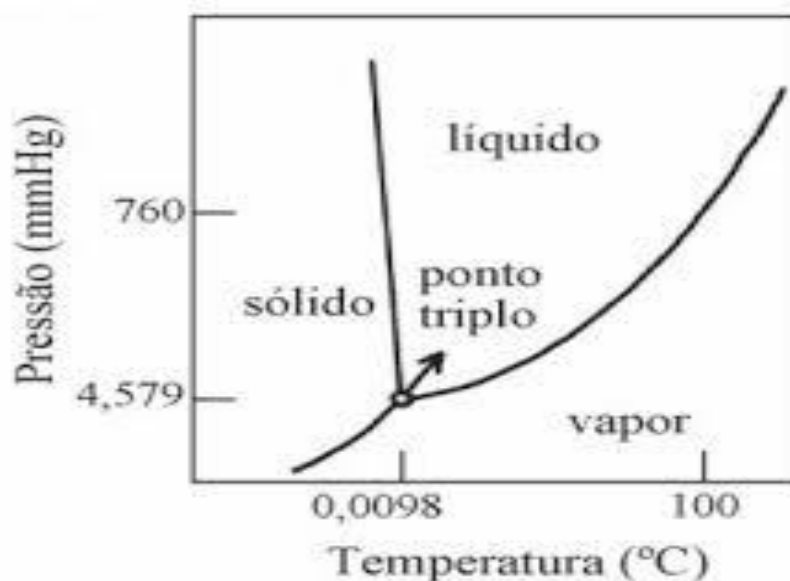
congelamento define a forma, tamanho e distribuição do poro da célula da fruta (MARQUES, 2008).

Para Marques (2008) o poro celular de tamanho pequeno é o resultado do congelamento rápido, enquanto um poro de tamanho maior ocorre devido ao congelamento mais demorado. Para o morango manter íntegra sua parede celular, a formação do gelo o poro deve ser de tamanho pequeno.

A sublimação ou secagem primária é um fenômeno endotérmico, portanto, deve ser fornecido calor ao sistema. A água livre é removida através de sublimação, requerendo do liofilizador uma pressão menor ou próximo do vapor de equilíbrio da água congelada. A pressão para a água congelada entrar em sublimação é de 4,58 mmHg (MARQUES,2008).

O terceiro estágio é a dessorção ou secagem secundária, que consiste na retirada da água que está ligada a estrutura do material. Este processo ocorre em menor velocidade do que a sublimação, pois a umidade do material é menor e a água não está livre. O meio de fornecimento de calor é o mesmo que na sublimação, mas em temperatura que não exceda 30 a 50°C (MARQUES,2008).

*Figura 2 Diagrama de fases da água*



Fonte: Ribeiro (2012).

De acordo com Tadini et al. (2016), a principal vantagem do método de liofilização é a não ocorrência de encolhimento do produto, e os solutos não migram para a superfície. Já para Marques (2008), além do encolhimento a liofilização reduz a desnaturação oxidativa e reações de gradativas, promovendo a preservação das propriedades químicas e/ou físicas do material. As condições como o processo ocorre não propiciam a desnaturação proteica, perda de compostos voláteis como sabor e aroma e vitaminas termosensíveis e ainda dificultam a proliferação de micro-organismos.

Na secagem por liofilização, as características do morango são menos prejudicadas do que pelo processo de desidratação em estufa. No entanto, a liofilização de morangos apresenta elevado custo de produção (MACAN; DEWIS; PILETTI, 2013).

## **2.5 Problemas relacionados à secagem e desidratação de frutas**

Apesar das inúmeras vantagens, a secagem e desidratação pode ter algumas desvantagens, tais como o impacto sobre a qualidade do produto, deterioração do sabor, cor, diminuição da capacidade de densidade e absorção de água, deslocamento dos solutos internos do produto devido ao longo período de secagem e utilização de alta temperatura (ENGEL et al., 2016).

Ainda de acordo com Engel et al. (2016) os parâmetros de controle do processo, como a temperatura, tempo de secagem e o tamanho do alimentos são fatores que influenciam em qualquer processo de secagem, exercendo efeitos sobre a taxa de secagem, teor de umidade final, encolhimento do produto e características relacionadas à preservação de qualidade do produto.

## **2.6 Análises químicas e físicas em frutas e hortaliças desidratadas**

Caracterizar um alimento remete a fazer a análise da composição físico-química. A determinação da constituição centesimal dos alimentos determina os teores de umidade, cinzas, proteínas, carboidratos, fibras, lipídios, vitaminas e minerais como demonstrado na tabela 1 à composição do morango em 100g. Porém, os outros parâmetros também são de grande importância para a indústria de alimentos como a atividade de água, cor, textura (CASTILLO PIZARRO, 2009).

Tabela 1 Composição do morango

<b>Morango cru</b>	<b>Composição em g/100g</b>
Umidade	91,5 (%)
Energia	30 (kcal) 126 (kJ)
Proteína	0,9 (g)
Lipídios	0,3 (g)
Colesterol	NA
Carboidratos	5,4 (g)
Fibra Alimentar	1,7 (g)
Cinzas	0,5 (g)
Cálcio	11 (mg)
Magnésio	10 (mg)

Fonte: Taco, (2011).

A coloração dos frutos contribui para a avaliação da sua qualidade, pois desenvolvemos relações distintas entre a cor e a qualidade do produto. Observando o grau de coloração do morango podemos identificar o grau de maturação. O morango com metade de superfície vermelha indica que são impróprios para o consumo ou processamento, pois conservam uma elevada acidez e adstringência, sendo ainda pobres em aroma após a colheita. Quando o morango apresentar 75% da superfície vermelha indica que o morango está em boas condições para o consumo ou processamento (CASTILLO PIZARRO, 2009).

A acidez é determinada por titulometria ou potenciometria, sendo os seus resultados expressos em porcentagem de ácido predominante, representante da acidez titulável. Com o amadurecimento dos frutos, a acidez vai diminuindo. A acidez também pode ser usada para determinar os sólidos solúveis com o ponto de referência de seu grau de maturação (CHITARRA&CHITARRA, 2005).

Castillo Pizarro (2009) relata que o pH do morango pode se apresentar entre 3,46 a 3,61, mas existe diferença nos valores de pH entre as variedades de morango.

Os sólidos solúveis indicam a quantidade de gramas dos sólidos que se encontram no suco ou polpa da fruta. São medidos em °Brix e podem aumentar conforme ocorre o avanço da maturação do fruto. A medida dos sólidos solúveis é realizada com o auxílio do refratômetro. O teor de sólidos solúveis é constituído principalmente de açúcares, variando por espécie, cultivar, estágio de maturação e clima (CASTILLO PIZARRO,2009).

O conteúdo de água presente nos alimentos pode ser um fator causador da deterioração por microrganismos e alterações químicas e enzimáticas. A redução deste conteúdo é uma forma de garantir a conservação do produto. O conteúdo de água em um alimento é expresso pelo valor total de água contida no alimento, sendo o método de estufa 105°C o mais usual (CELESTINO, 2010).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar os morangos submetidos a diferentes métodos de desidratação e secagem quanto às características físico-químicas.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

-Desidratar e secar morangos utilizando os métodos de secagem em estufa (60°C), desidratação osmótica (80% de sacarose/60 minutos a 30°C) seguida de secagem em estufa (60°C) e desidratação osmótica (80% de sacarose/60 minutos a 30°C) seguida por liofilização.

-Avaliar e comparar os morangos desidratados e secos pelos diferentes métodos, desidratação osmótica (80% de sacarose/60 minutos a 30°C) seguida de secagem em estufa (60°C) e desidratação osmótica (80% de sacarose/60 minutos a 30°C) seguida por liofilização, quanto às características físico-químicas.

- Avaliar e comparar os morangos desidratados e secos pelos diferentes métodos, desidratação osmótica (80% de sacarose/60 minutos a 30°C) seguida de secagem em estufa (60°C) e desidratação osmótica (80% de sacarose/60 minutos a 30°C) seguida por liofilização, quanto às características físicos químicas com os morangos *in natura*.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Matéria Prima**

As amostras de morango fresco da cultivar (*Pincingue*) foram provenientes de um produtor da região de São Miguel do Oeste – SC. Após a coleta, as amostras foram conduzidas, em caixa de isopor, até o laboratório de vegetais e panificação do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus São Miguel do Oeste.

### **4.2 Seleção, limpeza e classificação dos morangos**

No laboratório de vegetais e panificação, as frutas passaram por processo de seleção para a remoção de morangos com injúrias, deformações e doenças. Na sequência, foram submetidas ao processo de limpeza, para retirada de sujidades, e classificação para padronização da cor e tamanho.

A seleção dos morangos foi realizada de forma manual e visual. Após a seleção, os frutos foram colocados em água corrente e a sua haste retirada. Então, passaram para a etapa de limpeza, realizada pela imersão dos morangos em solução de hipoclorito de sódio  $150 \text{ mg/L}^{-1}$  (pH de 6,5 a 7,0) por 15 minutos. Em seguida, os frutos foram drenados, classificados e colocados em peneiras previamente sanitizadas ( $200 \text{ mg/L}^{-1}$  de hipoclorito de sódio) para a retirada do excesso de água e então avaliados e preparados para posteriores processos de secagem e desidratação.

### **4.3 Processos de secagem e desidratação**

Antes da secagem e desidratação, os morangos foram cortados longitudinalmente em fatias de 0,3 cm de espessura, com auxílio de um fatiador específico de morangos (Descomplica Brinox), o qual foi previamente sanitizado em solução de hipoclorito de sódio  $200 \text{ mg/L}^{-1}$ . Primeiramente, foi preparado uma solução de cloreto de cálcio (ECIBRA – Reagentes Analíticos, São Paulo, SP), em água (20g/L) para melhorar a textura dos morangos, a qual, foi colocado para aquecer. Após o corte, os morangos foram mergulhados na solução de cloreto de cálcio a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , por 1 minuto, sendo os morangos, em seguida, colocados em água com gelo por 1 minuto, para realizar o branqueamento, com o propósito de evitar o



escurecimento enzimático. Na sequência, os morangos foram drenados, separados em partes iguais e os processos de secagem e desidratação realizados. Nos morangos foram empregados os seguintes processos: secagem em estufa, desidratação osmótica seguida de secagem em estufa e desidratação osmótica seguida de liofilização.

#### **4.3.1 Secagem em estufa**

A secagem em estufa com circulação de ar (Modelo LUCA-82/630 – Lucadema, São Paulo, Brasil), foi realizada a temperatura de 60°C de 1 a 13 horas. Os morangos foram acondicionados em bandeja perfurada, com espaçamentos entre eles, para evitar a sobreposição. A cada hora foi retirada uma amostra para as análises que foram realizadas.

#### **4.3.2 Desidratação osmótica seguida de secagem em estufa**

No processo de desidratação osmótica seguida de secagem em estufa, os morangos foram colocados primeiramente em solução de sacarose (80%), mantidos em banho maria a 30 °C por 60 minutos. Para garantir a homogeneização do entre o soluto e os morangos foi realizada a agitação manual a cada 15 min. Em seguida, os morangos foram enxaguados com água destilada para retirar o excesso de soluto e então, drenados, acondicionados em bandejas de metal perfuradas e secos em estufa com circulação de ar (Modelo LUCA-82/630 – Lucadema, São Paulo, Brasil) a 60°C por 13 horas, onde a cada hora foi retirada uma amostra para a realização de análises.

#### **4.3.3 Desidratação osmótica seguida de Liofilização**

Para a desidratação osmótica seguida de liofilização, os morangos foram colocados primeiramente em solução de sacarose (80%), mantidos em banho maria a 30 °C por 60 minutos. Para garantir a homogeneização do entre o soluto e os morangos foi realizada a agitação manual a cada 15 min. Em seguida, os morangos foram enxaguados com água destilada para retirar o excesso de soluto e após drenados, acondicionados em placas de petri e colocados para o congelamento, que aconteceu em um freezer convencional a -18°C por 24 horas. O processo de liofilização foi realizado em liofilizador (L101, Liobrás, São Carlos, São Paulo, Brasil)

durante 12 horas.

#### **4.3.4 Avaliação dos morangos secos e desidratados**

Além das avaliações já mencionadas neste trabalho, também foi efetuada a determinação da perda de massa, em triplicata, nos morangos obtidos pelos diferentes processos de secagem e desidratação.

#### **4.3.5 Determinação da perda de massa**

A perda de massa nos morangos secos/desidratados foi calculada pela diferença entre o peso inicial do morango (antes do processo de secagem) e final (aquele obtido após o processo de secagem ou desidratação). A perda de massa foi determinada utilizando a seguinte fórmula:  $P = [(M_i - M_f) / (M_i)] \times 100$ , onde  $M_i$  e  $M_f$  foram as massas iniciais e finais do morango, respectivamente. Os resultados de perda de massa foram expressos em porcentagem.

#### **4.4 Avaliação dos morangos *in natura*, secos e desidratados**

Os morangos secos/desidratados pelos diferentes processos foram acondicionados em embalagens plásticas devidamente fechadas e identificadas até o momento da sua avaliação. E as frutas *in natura* foram mantidas sob refrigeração até o momento das avaliações.

As frutas *in natura*, secas e desidratadas foram avaliadas quanto ao conteúdo de umidade e cinzas, pH, atividade de água, acidez titulável, coloração ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $c^*$ ) e teor de ácido ascórbico.

##### **4.4.1 Conteúdo de umidade e cinzas**

Os frutos foram avaliados, em triplicata, quanto ao teor de umidade. O conteúdo de umidade foi determinado conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), com secagem direta em estufa (Modelo 51512 –A Fanen Ltda. São Paulo, Brasil) a 105°C.

Os frutos foram avaliados, em triplicata, quanto ao teor de cinzas. O conteúdo de cinzas foi determinado conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz

(2005), primeiramente as amostras de morango foram carbonizadas e após colocadas em mufla (Jung Modelo 0612, Blumenau, Santa Catarina) a  $\pm 550^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.4.2 pH**

A determinação do pH foi realizada em triplicata, por meio da utilização de pHmetro digital, previamente calibrado, de acordo com a metodologia da AOAC (1995).

#### **4.4.3 Atividade de água**

A determinação da atividade de água foi realizada de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2005), em duplicata, por meio do uso do equipamento (Novasina, Lab máster).

#### **4.4.4 Acidez titulável**

A determinação da acidez titulável foi realizada de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2005), em triplicata, por meio da titulação com solução padrão de NaOH 0,1N até pH de 8,1. Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100 g de amostra.

#### **4.4.5 Coloração ( $L^*$ , $a^*$ , $c^*$ )**

A medida de cor foi determinada, em sextuplicata, utilizando um colorímetro de marca Delta Color (Delta Vista-450G-UK), utilizando os parâmetros ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $c^*$ ), na qual a coordenada  $L^*$  expressa o grau de luminosidade da cor medida ( $L^* = 100 =$  branco;  $L^* = 0 =$  preto), a coordenada  $a^*$  expressa o grau de variação entre a coloração vermelha (+a) e a verde (-a), e o  $c^*$  representa o grau de saturação.

#### **4.4.6 Conteúdo de ácido ascórbico**

A concentração de ácido ascórbico (Vitamina C) foi determinada pelo Método de *Tillmans*, que se baseia na redução do 2,6-diclofenol indofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico. Essa determinação foi realizada utilizando o método do Instituto Adolfo Lutz 2008.

#### 4.5 Análise estatística

Aplicou-se um delineamento com repetições do experimento em triplicata. Para a comparação das médias dos resultados dos morangos *in natura* e secos ou desidratados pelos diferentes processos em relação as análises de pH, acidez titulável, coloração ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $c^*$ ), perda de massa e teor de ácido ascórbico foi realizado o teste de Tukey a 5% de significância utilizando o software STATISTICA 10.0

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.1 Umidade

É um dos parâmetros mais importantes para se analisar, já que, de acordo com BRASIL (2005), os produtos de frutas secos ou desidratados devem apresentar no máximo 25 % (g/100 g) de umidade.

Os morangos *in natura* apresentaram conteúdo de umidade de 93,18 apresentado na tabela 2. Esse resultado está de acordo com aquele encontrado por Venencio (2010), que encontrou 93,3% de ao estudar a degradação das antocianinas em processos de secagem a 50, 60 e 65°C.

Assim sendo, os morangos submetidos aos processos de secagem em estufa e desidratação osmótica seguida de secagem em estufa apresentaram conteúdos de umidade abaixo de 25% após 13 horas de secagem em temperatura de 60 °C.

Enquanto que os morangos desidratados osmoticamente seguido de liofilização apresentaram conteúdo de umidade de 22,58 % (g/100 g) em 12 h, comparando com Macan (2017) que obteve no morango liofilizado o teor de umidade foi de  $5\% \pm 0,13$  através de processo de liofilização por 24 horas. O processo utilizado foi em menos tempo, pois utilizamos a desidratação osmótica, apresentando então menor umidade conforme a tabela 2, onde se visualiza que para a liofilização utilizando a desidratação osmótica a umidade inicial é de  $77,61 \pm 1,77$ .

Na figura 3, observa-se que o morango com o tratamento de osmose e colocado em estufa, perde umidade acentuada até a sétima hora, após a sétima hora a perda de umidade é gradualmente mínima até chegar ao parâmetro disposto em legislação na RDC 272 de 2005, nas 13 horas de estufa. Na figura 4, observa-se

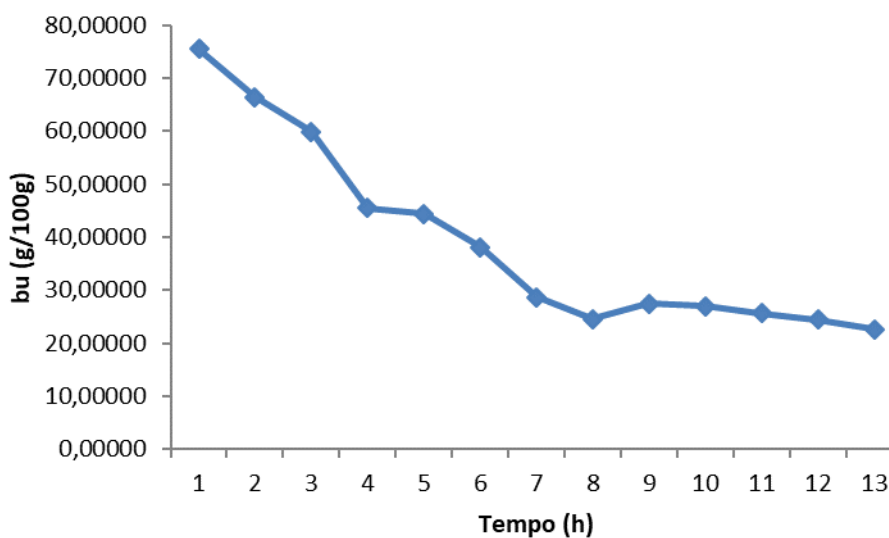
que o morango sem o tratamento de osmose e colocado em estufa, perde umidade gradualmente até a quarta hora, após a quarta hora a perda de umidade é acentuada mínima até chegar ao parâmetro disposto em legislação na RDC 272 de 2005, nas 13 horas de estufa.

Tabela 2: Umidade em base úmida

Umidade em base úmida% (g/100g)			
Tratamentos	Tempo 0 h	Tempo 12 h	Tempo 13 h
Morango com osmose*	77,61±1,77	-	22,55±0,49
Morango sem osmose**	91,92±0,75	-	23,08±1,23
Morango liofilizado***	77,61±1,77	22,58±0,24	-
Morango <i>in natura</i> ****	93,18±0,91	-	-

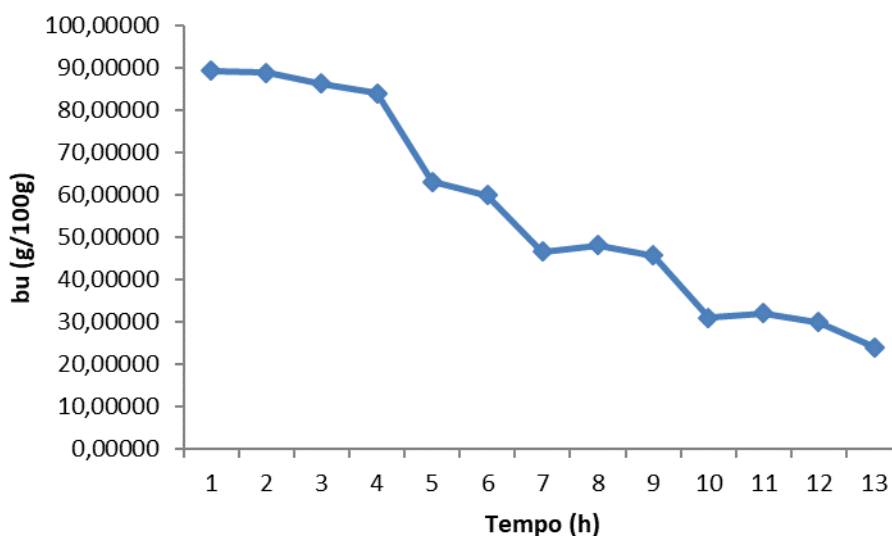
\*Morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h. \*\* Morango sem osmose: morango colocado na estufa sem tratamento com solução osmótica. \*\*\*Morango liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador. \*\*\*\*Morango *in natura*: não realizado nenhum tratamento. Fonte: os autores (2019).

Figura 3 Gráfico de perda de umidade morango com osmose x Tempo (h)



Morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 horas.  
Fonte: os autores (2019).

Figura 4 Gráfico de perda de umidade morango sem osmose x Tempo (h)



Morango não tratado com solução osmótica, colocado em estufa por 13 horas.  
Fonte: os autores (2019).

## 5.2 Perda de massa

A perda de massa apresentada na Tabela 3, quando realizado o pré-tratamento desidratação osmótica seguida de secagem em estufa, na primeira hora foi de  $19,93\text{g} \pm 0,30$ , ficando no tempo de 13 horas o valor de  $82,43\text{g} \pm 1,21$ . Já o morango onde não ocorreu a desidratação osmótica, mas a secagem em estufa por 13 horas, obteve-se o resultado na primeira hora de  $21,13\text{g} \pm 1,18$  e décima terceira hora  $90,47\text{g} \pm 0,29$ . Ficando então maior o resultado obtido no morango somente com secagem em estufa. Já na liofilização, a perda de massa foi de  $84,57\text{g} \pm 0,74$ . Observando-se que com o passar do tempo maior é a perda de massa.

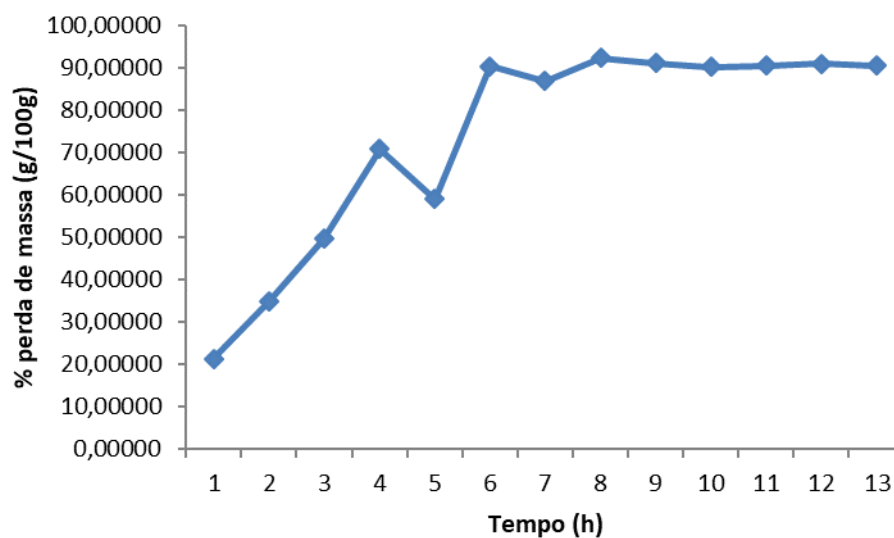
Na figura 6 do morango sem tratamento de osmose, mas tratamento de estufa por 13 horas, houve variação considerável entre os tempos de secagem 1 à 4 horas e não houve variação considerável entre os tempos 7 à 13 horas. Já na figura 5 que representa o morango com tratamento com solução osmótica e com colocação em estufa por 13 horas ocorreu uma diferença significativa entre as 1 e 5 horas de estufas. Comparando a perda de massa entre os dois tratamentos com morango e tratamento com solução osmótica e estufa por 13 horas e morango sem tratamento osmótico e uso de estufa por 13 horas, percebe-se que em ambos, a perda de massa se manteve constante a partir do tempo 7 horas de secagem.

Tabela 3 Perda de massa x Tempo h

Perda de massa (g/100g)			
Tratamentos	Tempo 1 h	Tempo 12 h	Tempo 13 h
Morango sem osmose*	21,13 ± 1,18	-	90,47 ± 0,29
Morango com osmose**	19,93 ± 0,30	-	82,43 ± 1,21
Morango liofilizado***	-	84,57 ± 0,74	-

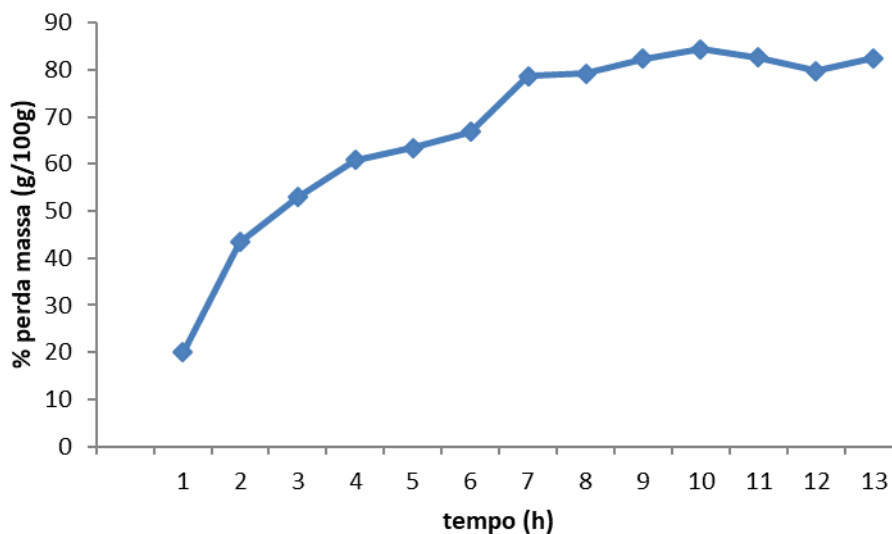
\*\*Morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h. \* Morango sem osmose: morango colocado na estufa sem tratamento com solução osmótica. \*\*\*Morango liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador. Fonte: os autores (2019).

Figura 5 Perda de massa morango com osmose x Tempo (h)



Morango não tratado com solução osmótica, colocado em estufa por 13 horas.  
Fonte: os autores (2019).

Figura 6 Perda de massa morango com osmose x Tempo (h)



Morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 horas.  
Fonte: os autores (2019).

### 5.3 Atividade de água ( $a_w$ )

Conforme a tabela 4, os menores valores de atividade de água foram encontrados quando os morangos foram submetidos aos processos de desidratação osmótica seguida de liofilização ( $0,439 \pm 0,65$ ) e desidratação osmótica seguida de secagem em estufa ( $0,45 \pm 0,028$ ). O maior valor de  $a_w$  foi encontrado para as amostras in natura. Segundo Braga (2015), as bactérias e microrganismos patogênicos não se desenvolvem em  $a_w$  abaixo de 0,86 enquanto que os fungos e leveduras não são capazes de se desenvolver em valores de  $a_w$  abaixo de 0,62.

Portanto os tratamentos de desidratação e secagem que foram realizados nos morangos obtiveram um bom resultado de  $a_w$ . Na figura 7, que apresenta o morango sem a utilização de solução osmótica, mas com tratamento de estufa por treze horas, percebe-se que ao decorrer do tempo ocorre um decréscimo gradual com o passar das 13 horas, como também na figura 8, que representa o morango com tratamento de solução osmótica, e após a colocação em estufa por 13 horas. Lima et al. (2012) ao estudar a avaliação das características físico-químicas de bananas desidratadas, enfoca que com a desidratação, ocorre a redução da atividade de água.

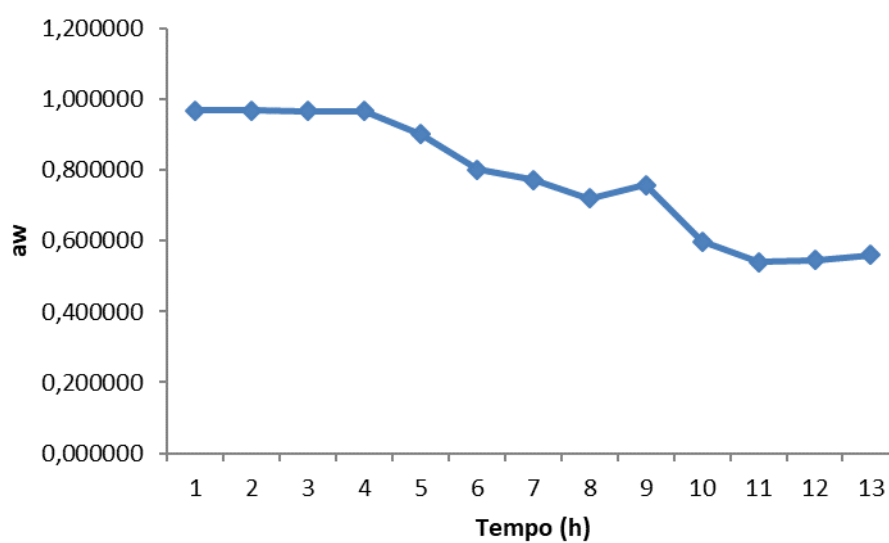


Tabela 4 Atividade de água x Tempo h

Atividade de água (aw)			
Tratamentos	Tempo 0 h	Tempo 12 h	Tempo 13 h
Morango sem osmose*	0,97±0,007	-	0,56±0,004
Morango com osmose**	0,96±0,0007	-	0,45±0,028
Morango liofilizado***	0,96±0,0007	0,43±0,65	-
Morango <i>in natura</i> ****	0,97±0,00	-	-

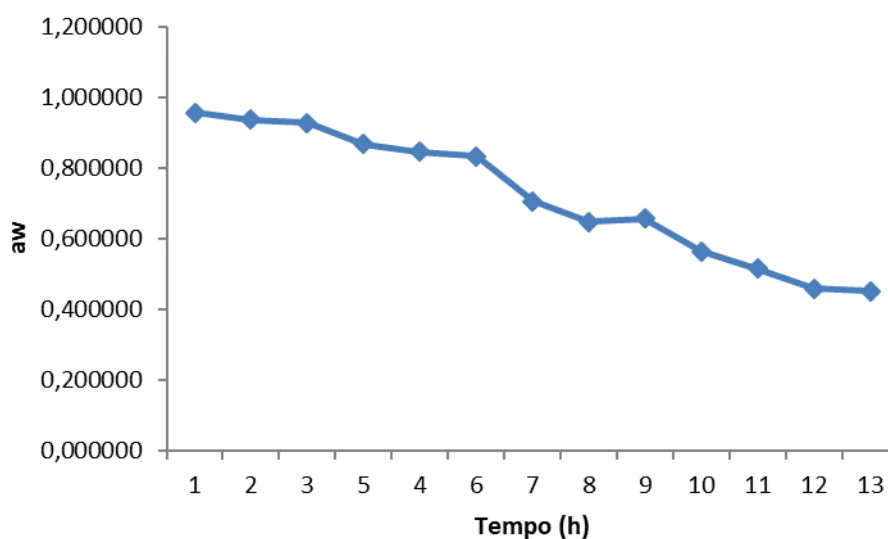
\*\*Morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h. \* Morango sem osmose: morango colocado na estufa sem tratamento com solução osmótica. \*\*\*Morango liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador. \*\*\*\*Morango *in natura*: não realizado nenhum tratamento. Fonte: os autores (2019).

Figura 7 Atividade de água morango sem osmose x Tempo (h)



Morango não tratado com solução osmótica, colocado em estufa por 13 horas.  
Fonte: os autores (2019).

Figura 8 Atividade de água morango com osmose x Tempo (h)



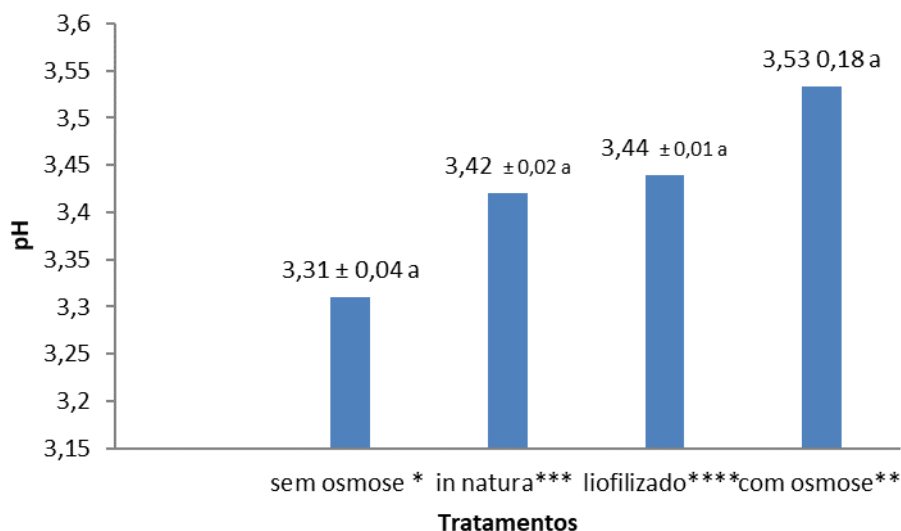
Morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 horas.  
Fonte: os autores (2019).

#### 5.4 pH

Nesse presente estudo obtivemos conforme a figura 9, os valores de pH de 3,31 até 3,53, o que indica que não diferiram entre si entre os morangos in natura e os morangos submetidos aos diferentes métodos de desidratação e secagem, resultados que se assemelham com os de França et al. (2008), que ao estudar as alterações físico-químicas em morangos irradiados e armazenados obteve valores de pH entre 3,30 e 3,62.

Castillo Pizarro (2009), obtiveram valores de pH em amostras de morango in natura variando entre 3,46 à e 3,61, resultados que não diferiram com os deste presente estudo.

Figura 9 pH dos morangos em seus diferentes tratamentos



\*\*Morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h. \* Morango sem osmose: morango colocado na estufa sem tratamento com solução osmótica. \*\*\*Morango liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador. \*\*\*\*Morango in natura: não realizado nenhum tratamento. Fonte: os autores (2019).

## 5.6 Cinzas

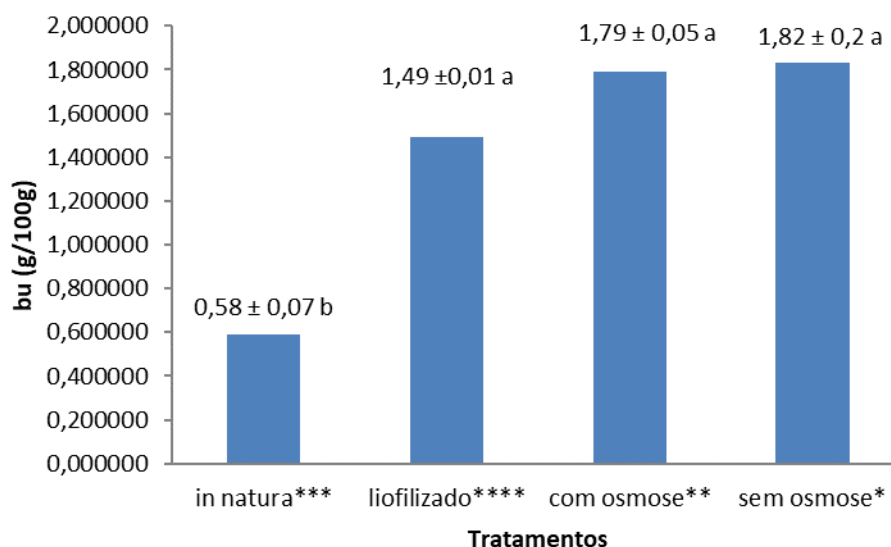
De acordo com os resultados obtidos na figura 10, foi encontrado no morango in natura no presente estudo, o teor de cinzas de (0,58 g/100g) esses resultados se assemelham a  $0,44 \pm 0,08$  encontrado por França (2008) que estudou as alterações físico-químicas em morangos irradiados e armazenados. Os resultados encontrados por este estudo estão de acordo com a tabela brasileira de composição de alimentos (TBCA, 2011), a qual aponta que os morangos *in natura* devem apresentar 0,5 g/100g de cinzas.

Os tratamentos com desidratação osmótica seguida de liofilização, desidratação osmótica seguido de secagem em estufa e somente secagem em estufa, não obtiveram diferença significativa em seus conteúdos de cinzas que obtiveram  $1,49 \pm 0,01$ ,  $1,79 \pm 0,05$  e  $1,82 \pm 0,2$  g/ 100 gramas de conteúdo de cinzas em base úmida respectivamente.

Duarte, Mata e Agra (2006) ao estudar a comparação entre as características físico-químicas da manga liofilizada e a manga-passa, obteve resultados para o conteúdo de cinzas da manga liofilizada de  $2,00 \pm 0,158$  g/ 100 gramas, valor que se

aproxima do obtido em teor de cinzas no morango liofilizado do presente estudo, assim como o teor de cinzas da manga passa  $1,91 \pm 0,080$  g/ 100 gramas em relação ao teor de cinzas dos morangos submetidos a desidratação osmótica seguida de secagem em estufa e somente secagem em estufa.

Figura 10 Cinzas dos morangos nos diferentes tratamentos



\*\*Morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h. \* Morango sem osmose: morango colocado na estufa sem tratamento com solução osmótica. \*\*\*Morango liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador. \*\*\*\*Morango in natura: não realizado nenhum tratamento. Fonte: os autores (2019).

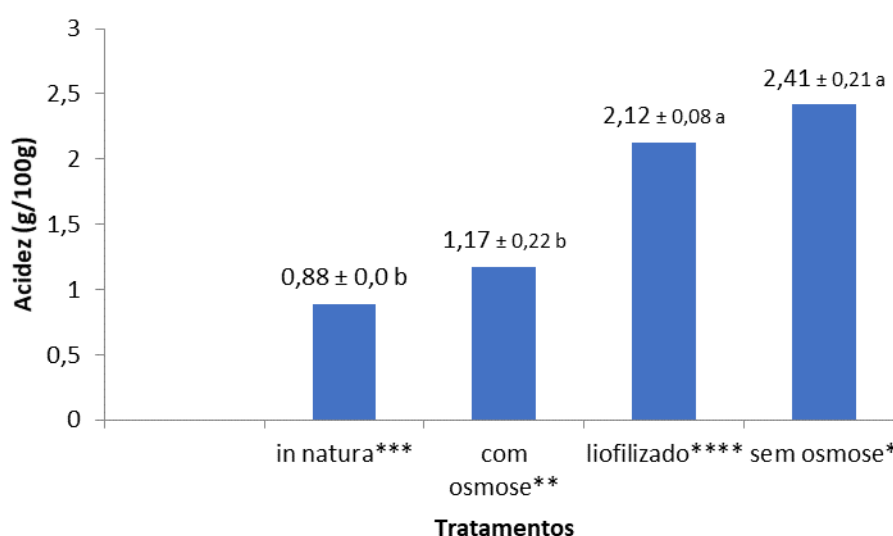
## 5.7 Acidez titulável

Os valores obtidos para acidez titulável para as amostras *in natura* no presente estudo atingiram  $0,88 \pm 0,0$ , valor que se aproxima com os resultados obtidos por SILVA et al. (2016) que obtiveram resultados de acidez titulável de 0,73b e de Nascimento, Cardoso e Coccozza (2014) que ao estudar a caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira no oeste da Bahia, obteve acidez titulável para o fruto *in natura* de 0,98.

Os valores de acidez titulável como demonstra a figura 11, não diferiram significativamente entre as amostras liofilizadas  $2,12 \pm 0,08$  e as a mostras submetidas ao processo de secagem em estufa  $2,41 \pm 0,21$ . Dentre os tratamentos, aquele o que obteve menor valor de acidez  $1,17b \pm 0,22$  foi aquele em que foi realizado desidratação osmótica seguida de secagem em estufa  $60^{\circ}\text{C}$ . Ressaltando assim que durante a desidratação osmótica, além da perda de água, houve

transferência do soluto da solução para o morango o que também está evidenciado no estudo de Alves (2018) que observou, que se espera um ganho de sólidos nas frutas a partir da solução de sacarose. Martins; Cunha; Silva (2008), enfocam que ocorreu uma redução dos valores de acidez titulável conforme o tempo de imersão em solução osmótica se elevou.

Figura 11 Acidez dos morangos nos diferentes tratamentos



\*\*Morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h. \* Morango sem osmose: morango colocado na estufa sem tratamento com solução osmótica. \*\*\*Morango liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador. \*\*\*\*Morango in natura: não realizado nenhum tratamento. Fonte: os autores (2019).

## 5.8 Cor (L\*a\*c\*)

Para demonstrar como ficou a cor dos morangos a figura 12, representa na primeira linha os morango sem osmose quando o morango colocado na estufa sem tratamento com solução osmótica. Na segunda linha demonstra o morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h. Na figura 13 demonstra como ficou o morango liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador por 12 h.

Em relação a cor dos morangos, verificou-se em relação ao parâmetro L\* na tabela 5, que no tratamento com desidratação osmótica seguida de secagem em estufa, não houve diferença significativa nos resultados entre os tempos de secagem, indicando que não ocorreu escurecimento dos morangos durante o tratamento. Já no tratamento de secagem em estufa ocorreu perda de luminosidade

entre os tempos zero até 5 horas e entre os tempos 11 até 13 horas de secagem.

Nos morangos submetidos a desidratação osmótica seguida de liofilização, ocorreu um aumento da luminosidade dos morangos que passaram 12 horas no liofilizador em relação aos morangos antes de passar pela liofilização.

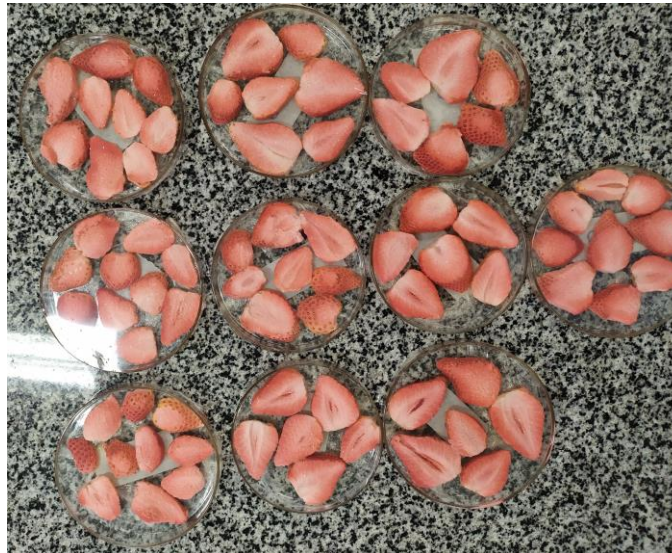
Duarte et al. (2012), ressalta que o tratamento de desidratação osmótica tem como vantagem a inibição do processo escurecimento enzimático e manutenção da cor natural da fruta.

Figura 12 Imagem dos morangos desidratados em estufa



Primeira linha Morango sem osmose: morango colocado na estufa por 13 h sem tratamento com solução osmótica.  
 Segunda Linha Morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h.  
 Fonte: os autores (2019).

Figura 13 Morango liofilizado



Morango Liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador por 12 h. Fonte: os autores(2019).

Tabela 5 Cor L dos morangos em diferentes tratamentos

Tempo h	Cor L			
	Morango sem osmose*	Morango com osmose**	Morango liofilizado***	Morango in natura****
0	40,93±1,14	39,33±1,34	39,33±1,34	39,22±1,34
1	41,71±2,28	42,69±1,11	-	-
2	43,46±7,32	36,05±4,37	-	-
3	44,71±4,05	40,15±3,08	-	-
4	36,66±3,16	34,12±2,85	-	-
5	39,32±6,34	45,13±3,51	-	-
6	26,87±0,60	31,84±1,15	-	-
7	27,95±1,82	34,14±1,48	-	-
8	31,11±3,51	33,65±2,54	-	-
9	28,72±2,30	34,04±5,56	-	-
10	31,34±2,06	34,07±1,56	-	-
11	41,44±2,24	39,88±2,98	-	-
12	43,93±2,98	38,14±2,83	58,11±1,82	-
13	45,58±0,93	37,09±2,86	-	-

\*\*Morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h. \* Morango sem osmose: morango colocado na estufa sem tratamento com solução osmótica. \*\*\*Morango liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador. \*\*\*\*Morango in natura: não realizado nenhum tratamento. Fonte: os autores (2019).

No presente estudo o parâmetro de cor A\*, a tabela 6 demonstra, que no tratamento de secagem em estufa, não houve mudança significativa na coloração vermelha durante o tratamento, já nos morangos submetidos a desidratação osmótica seguida de secagem em estufa, ocorreu leve aumento da intensidade da cor vermelha a partir do tempo 3 horas de secagem. Nos morangos submetidos ao processo de desidratação osmótica seguido de liofilização, ocorreu um aumento da intensidade da cor vermelha dos morangos que passaram 12 horas no liofilizador em relação aos morangos antes de passar pela liofilização.

O pré-tratamento com cloreto de cálcio pode ter interferido de maneira benéfica na intensidade da cor vermelha, já que segundo Silva et al. (2015), o tratamento com cloreto de cálcio tem diminuído o escurecimento dos frutos e mantendo o tempo de vida útil dos mesmos.



Tabela 6 Cor a dos morangos em diferentes tratamentos

Cor A				
Tempo h	Morango sem osmose*	Morango com osmose**	Morango liofilizado***	Morango in natura****
0	15,61±2,05	15,85±0,68	15,85±0,68	21,82±0,73
1	14,81±2,54	15,64±1,93	-	-
2	27,74±0,89	18,77±3,68	-	-
3	15,39±0,75	25,35±1,94	-	-
4	25,05±2,13	32,01±2,32	-	-
5	22,93±4,10	22,79±3,31	-	-
6	27,84±2,58	37,87±1,83	-	-
7	20,82±2,41	29,59±2,12	-	-
8	28,91±3,52	26,83±1,56	-	-
9	25,03±4,59	36,45±2,33	-	-
10	25,84±4,00	28,02±2,51	-	-
11	22,62±2,94	28,37±2,38	-	-
12	20,95±2,72	24,70±2,53	37,08±0,51	-
13	22,09±2,52	28,22±1,88	-	-

\*\*Morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h. \* Morango sem osmose: morango colocado na estufa sem tratamento com solução osmótica. \*\*\*Morango liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador. \*\*\*\*Morango in natura: não realizado nenhum tratamento. Fonte: os autores (2019).

Analisando o parâmetro de cor C\*, na tabela 7, no tratamento com desidratação osmótica seguida de secagem, ocorreu um leve aumento da saturação, o que indica ter um maior grau de pureza de uma cor, enquanto no tratamento de secagem em estufa, a saturação de cor se manteve com valores mais baixos, o que indica que os morangos tinham uma cor mais “diluída”. Nos morangos submetidos ao processo de desidratação osmótica seguido de liofilização, observou-se um aumento da intensidade da pureza de uma cor nos morangos que passaram 12 horas no liofilizador em relação aos outros métodos de desidratação ou secagem.

Gomes (2013), explica que a saturação (croma), é quantificada quando uma cor tem uma pureza mais elevada, sem adição da cor branca, o que indica que atingiu o máximo de saturação e quando tem adição de outras cores, ela perde a saturação

Tabela 7 Cor C dos morangos em diferentes tratamentos

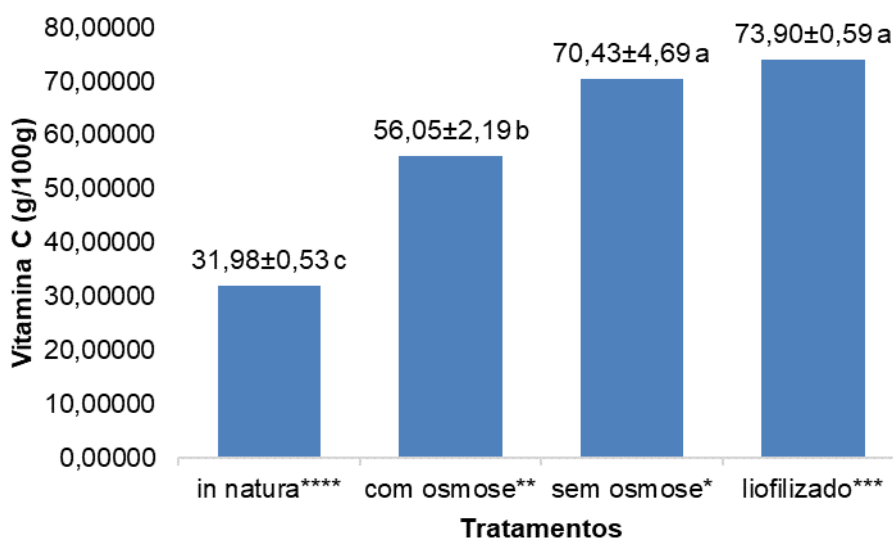
Tempo h	Cor C			
	Morango sem osmose*	Morango com osmose**	Morango liofilizado***	Morango in natura****
0	18,02±2,14	16,72±0,77	-	27,17±0,87
1	16,85±1,54	16,59±2,45	-	-
2	32,09±2,25	20,22±3,97	-	-
3	15,41±0,92	28,48±1,92	-	-
4	25,72±2,8	37,04±3,14	-	-
5	24,23±4,57	25,16±3,75	-	-
6	31,03±2,56	44,45±2,52	-	-
7	22,66±2,79	31,96±4,60	-	-
8	32,09±4,01	29,81±2,72	-	-
9	27,5±5,58	41,90±3,87	-	-
10	28,68±4,93	32,2±3,35	-	-
11	30,42±3,29	33,82±2,70	-	-
12	31,57±3,35	27,69±4,27	40,70±0,54	-
13	30,46±2,45	34,20±1,14	-	-

\*\*Morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h. \* Morango sem osmose: morango colocado na estufa sem tratamento com solução osmótica. \*\*\*Morango liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador. \*\*\*\*Morango in natura: não realizado nenhum tratamento. Fonte: os autores (2019).

## 5.9 Vitamina C

No presente estudo constatou-se que os teores de vitamina C, conforme a figura 14, nos morangos, aumentaram significativamente depois dos tratamentos de secagem ou desidratação, com maior relevância nos morangos submetidos a liofilização. Resultados que se assemelham os de Elias et al. (2008), que enfatiza que na secagem ou desidratação de caqui cv Fuyu, ocorreu o aumento da concentração de vitamina C em até 300% em relação ao fruto in natura. Conforme Chaves et al. (2007), a vitamina C tem menor degradação em baixas temperaturas, pois temperaturas menores são um fator de conservação de frutas. Além desse fator a perda de água pode ter contribuído para o aumento da vitamina C nos morangos submetidos aos métodos de secagem e desidratação.

Figura 14 Vitamina C nos morangos em diferentes tratamentos



\*\*Morango com osmose: morango tratado com solução osmótica e colocado em estufa por 13 h. \* Morango sem osmose: morango colocado na estufa sem tratamento com solução osmótica. \*\*\*Morango liofilizado: morango tratado com solução osmótica e colocado em liofilizador. \*\*\*\*Morango in natura: não realizado nenhum tratamento. Fonte: os autores (2019).

## 6 CONCLUSÃO

No processo de liofilização se obteve maiores valores de vitamina C no final do tratamento, por ser um tratamento que não aumenta a volatilização de conteúdo de ácido ascórbico. Também obteve os menores valores de atividade de água e umidade, o que é muito importante, pois quanto menor o valor de atividade de água e umidade, maior será o tempo de vida útil dos alimentos.

Notou-se que o tratamento com desidratação osmótica seguida de secagem em estufa e desidratação osmótica seguida de liofilização obteve melhores resultados em algumas análises devido a maior perda de água com o tratamento osmótico e absorção de sacarose desse mesmo tratamento.

No processo de liofilização se obteve maiores valores de vitamina C no final do tratamento, por ser um tratamento que não aumenta a perda de conteúdo de ácido ascórbico. Também obteve os menores valores de atividade de água e umidade, o que é muito importante, pois quanto menor o valor de atividade de água e umidade, maior será o tempo de vida útil dos alimentos.

Comparando os parâmetros físico químicos realizados neste presente trabalho, pH, acidez titulável, coloração ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $C^*$ ), perda de massa e teor de ácido ascórbico pode se notar que todos os tratamentos térmicos tiveram bons resultados em suas análises realizadas no tempo 13 horas de secagem e 12 horas no processo

de liofilização, pois atingiram o que preconiza a legislação e se aproximaram de resultados obtidos em outros estudos, indicando que os tratamentos foram eficientes para manutenção da qualidade nutricional dos morangos.

Assim sendo, para uma possível aplicação na indústria de alimentos poderia se escolher o método de secagem ou desidratação de morangos, mais barato e menos trabalhoso dentre os métodos estudados no presente trabalho, que mesmo assim esse método seria eficaz e seguro. Dentre os métodos estudados o que mais se encaixa como sendo eficaz e seguro é o método de secagem em estufa de circulação a ar a 60°C.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Ivan Rodrigues de *et al.* **Comunicado técnico 229**: Potenciais Regiões Produtoras de Morango durante a Primavera e Verão e Riscos de Ocorrência de Geada na Produção de Inverno no Estado do Rio Grande do Sul. Pelotas, Rs: Embrapa Clima Temperado, 2009. 5p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783267/1/comunicado229.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2019.
- ALVES, Vanessa *et al.* Aceitabilidade sensorial e características físico-químicas de morangos desidratados com diferentes tratamentos. **Demetra: Alimentos, Nutrição & Saúde**, (S.I.). v. 13, n.3, p. 745-763, set. 2018. ISSN 2238-913X. Disponível em <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/31920/26453>>. Acesso em: 10 mar.2019.
- ANDRADE, Ednilton Tavares de *et al.* Estudo da cinética de secagem, contração volumétrica e análise da difusão líquida do morango (*Fragaria Sp.*). **Engevista**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p.8-18, 31 mar. 2014. Pró Disponível em: <<http://periodicos.uff.br/engevista/article/view/8991>>. Acesso em: 04 maio 2019.
- ANTUNES, Bruna da Fonseca *et al.* ESTABILIDADE DE MORANGO (*FRAGARIA L.*) LIOFILIZADO E ARMAZENADO A VÁCUO. **Revistada Jornada da Pós-graduação e Pesquisa-congrega Urcamp**, Si, v. 1, n. 1, p.1-14, jan. 2017. Disponível em:<<http://trabalhos.congrega.urcamp.edu.br/index.php/14jpgp/article/view/2590>>. Acesso em: 27 maio 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Análise sensorial de alimentos e bebidas: terminologia** – NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. p. 8.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16. ed. Washington, v.1-2, 1995.
- ÁVILA, Julia Maria Machado de *et al.* Influência do sistema de produção e do armazenamento refrigerado nas características físico-químicas e no desenvolvimento de compostos voláteis em morangos. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 42, n. 12, p.2265-2271, 16 out. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782012001200026&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782012001200026&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 26 maio 2019.
- BALKE, M. E. *et al.* Avaliação sensorial de pêssegos obtidos por diferentes métodos de secagem. In: XX Congresso brasileiro de engenharia química, 2014, Florianópolis. **Cobeq**. Florianópolis: Cobeq, 2014. p. 1 - 8. Disponível em: <<1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/1050-2136271017.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2019.
- BASÍLIO, Emiliana Pereira; CHARBEL, Andrea Lúcia Teixeira; FERREIRA, André Guimarães. Avaliação da secagem de morango em estufa e em secador híbrido solar-elétrico. **Revista Acadêmica Conecta Fasf**, Minas Gerais, v. 1, n. 1,

p.01-16, maio 2016. Disponível em:  
<<http://revista.fasf.edu.br/index.php/conecta/article/view/16>>. Acesso em: 04 maio 2019.

BEZERRA, Tânia Sulamytha. **Desidratação de hortaliças: aspectos tecnológicos**. 2007. 54 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade de Brasília, Brasília DF, 2007. Disponível em:  
<<http://bdm.unb.br/handle/10483/318>>. Acesso em: 23 maio 2019.

BRAGA, Ana Valéria Ulhano. **Caracterização de Atividade de Água e Cinética de Dessorção de Água Em Alimentos**. Disponível em <  
<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/256425> >. Acesso em: 08 nov. 2019.

BRASIL. RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico Para Produtos De Vegetais, Produtos De Frutas E Cogumelos Comestíveis**. Brasília: Anvisa, 22 set. 2005. Disponível em:  
<<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao-por-categoria-de-produto>>. Acesso em: 27 maio 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Universidade Federal de Minas Gerais (Org.). **Na cozinha com as frutas, legumes e verduras**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 116 p. Disponível em:  
<[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cozinha\\_frutas\\_legumes\\_verduras.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cozinha_frutas_legumes_verduras.pdf)>. Acesso em: 02 jul. 2019.

CANTILLANO, Rufino Fernando Flores. Fisiologia e Manejo na colheita e pós-colheita de morangos. **2º Simpósio Nacional do Morango, 1º Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas**, EMBRAPA(org) p. 146-151, 2004. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/744606/1/documento124.pdf#page=70>>. Acesso em: 04 maio 2019.

CARVALHO, Sarah Fiorelli de et al. Comportamento e qualidade de cultivares de morango (Fragaria X Ananassa Duch.) Na região de Pelotas-RS. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, México, v. 14, n. 12, p.176-180, 2013. Disponível em:  
<<https://www.redalyc.org/html/813/81329290011/>>. Acesso em: 23 maio 2019.

CASTILLO PIZARRO, Cintya Alejandra. **Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas**. 2009. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Disponível em:  
<<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/256970>>. Acesso em: 26 maio 2019.

CELESTINO, Sonia Maria Costa. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina Df: Embrapa: Cerrados, 2010. 51 p. Disponível em:  
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883845/1/doc276.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2019.

CHAVES, M. D. L. et al. Avaliação Da Degradação Da Vitamina C Em Diferentes

Temperaturas. 2007. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/10/10-724-834.htm>. Acesso em: 17 nov. 2019.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. amp. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 783 p.

DIAS, Maria Clarice. Comida jogada fora. **Correio Braziliense**. Brasília, p. 1-10. 31 ago. 2003. Disponível em: <http://www.consciencia.net/2003/09/06/comida.html>. Acesso em: 02 jul. 2019.

DUARTE, Maria Elita Martins et al. **Desidratação osmótica de fatias de jaca**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 43, n. 3, p.478-483, set. 2012. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180666902012000300009&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180666902012000300009&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 17 nov. 2019.

DUARTE, Maria Elita Martins; MATA, Mario Eduardo R. M. Cavalcanti; AGRA, Nicole Gualberto. **Comparação entre as características físico-químicas da manga liofilizada e a manga-passa**. 2006. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev82/Art825.pdf>. Acesso em: 14 de dezembro de 2006.

EGEA, M. B.; LOBATO, L. P. A desidratação osmótica como pré-tratamento para frutas e hortaliças. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 73, n. 4, 2015.

EL-AOUAR, Ânoar Abbas. **Estudo do processo de secagem de mamão formosa (Carica Papaya L.) fresco e pré-tratado osmoticamente**. 2005.241 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/256334>. Acesso em: 23 maio 2019.

ELIAS, Nathalia de Felice et al. **Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 28 fev. 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395940087009>. Acesso em: 17 nov. 2019.

ENGEL, Bruno et al. Tecnologias de atomização e desidratação: alternativas para a produção de farinhas a partir de vegetais. **Revista Jovens Pesquisadores**, Santa Cruz do Sul, v. 6, n. 1, p.31-44, 7 jun. 2016. APESC - Associação Pró-Ensino em Santa Cruz do Sul. <http://dx.doi.org/10.17058/rjp.v6i1.7345>. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/jovenspesquisadores/article/download/.../4932>. Acesso em: 25 maio 2019.

FERREIRA, Luiz Cláudio. Morango do Planalto. **Agência Brasil**. Brasília, p. 1-10. 31 ago. 2017. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/especiais/morango-do-planalto>. Acesso em: 02 jul. 2019.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia**

moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa- Mg: Ufv, 2012. 421 p.

FRANÇOSO, Iara Luiza Tassim et al. **Alterações físico-químicas em morangos (Fragaria anassa Duch.) irradiados e armazenados**. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a17v28n3.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2019.

GOMES, Juliana Freitas Santos. **PADRONIZAÇÃO DE METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO DE COR POR IMAGEM APLICADA À SELEÇÃO DE FRUTAS**. 2013. 279 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013. Disponível em: <<http://www.mec.uff.br/pdfteses/JulianaFreitasSantosGomes2013.pdf> >. Acesso em: 17 nov. 2019.

GONÇALVES, Alex Augusto; BLUME, Aline Roberta. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi. **Estudos Tecnológicos**, [s.l.], v. 4, n. 2, p.124-134, maio 2008. Disponível em: <[revistas.unisinos.br/index.php/estudos\\_tecnologicos/article/view/5498/2731](http://revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/5498/2731)>. Acesso em: 24 maio 2019.

GOUVEIA, Rosimar. Toda Matéria conteúdos escolares: Diagrama de fases. 2018. Disponível em <<https://www.todamateria.com.br/diagrama-de-fases/>>. Acesso em 20 de abril de 2019.

KRÜGER, Cíntia; DALAGNOL, Mayara Tramontin. **Desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem de abacaxi (Ananascomosus L. Merrill) variedade SmoothCayenne**. 2014. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco Pr, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4012>>. Acesso em: 23 maio 2019.

KUROZAWA, Louise Emy; COSTA, Stella Regina Reis da. **Tendências e inovações em ciência, tecnologia e engenharia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2014. 299 p.

KUSKOSKI, Eugenia Marta; ASUERO, Agustín García; MORALES, Maria Teresa and FETT, Roseane. **Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas**. *Cienc. Rural* [online]. 2006, vol.36, n.4, pp.1283-1287. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010384782006000400037&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010384782006000400037&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 23 maio 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005. 1018p.

LIDON, Fernando; SILVESTRE, Maria Manuela. **Conservação de Alimentos: Princípios e Metodologias**. Lisboa: Escolar, 2008. 232 p.

LIMA, Ana Patrícia Barreto de et al. **Avaliação das características físico-químicas de bananas desidratadas**. 2012. Disponível em:



<<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2062/2876>>. Acesso em: 14 dez. 2019.

MACAN, Luana da Rosa; DEWES, Deisi Cristine; PILETTI, Raquel. Avaliação físico-química comparativa do morango (Albion), desidratado pelos métodos de secagem e liofilização. **Revista CiênciasAgroveterinarias e Alimentos**, Itapiranga, v. 2, n. 1, p.1-9, fev. 2017. Disponível em: <<http://revista.faifaculdades.edu.br/index.php/cava/article/view/393>>. Acesso em: 09 maio 2019.

MARQUES, Luanda Gimeno. **Liofilização de frutas tropicais**. 2008. 293 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos SP, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/3870?show=full>>. Acesso em: 23 maio 2019.

MARTINS, Mayra Conceição Peixoto; CUNHA, Thays Louzada; SILVA, Mara Reis. Efeito das condições da desidratação osmótica na qualidade de passas de caju-do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, p.158-165, dez. 2008. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0101-20612008000500025&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0101-20612008000500025&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 17 nov. 2019.

MOLON, Rosemeri. **Qualidade e composição físico-química de frutas de morangueiro**. 2013. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira - Pr, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1707>>. Acesso em: 23 maio 2019.

NASCIMENTO, Roxana S. M.; CARDOSO, José A.; COCOZZA, Fabio D. M. **Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (Hancornia speciosa Gomes) no oeste da Bahia**. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n8/v18n08a12.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2019.

OLIVEIRA, Gabriel Henrique Horta de et al. Modelagem e propriedades termodinâmicas na secagem de morangos. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [s.l.], v. 18, n. 4, p.314-321, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S198167232015000400314&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198167232015000400314&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 04 maio 2019.

OETTERER, Marília *et al.* **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, São Paulo, nº1: Manole, 2006. 612 p.

PARK, Kil Jin; YADO, Maurício Kenze Moreno; BROD, Fernando Pedro Reis. Estudo de secagem de pêrabartlett (pyrus sp.) em fatias. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 3, n. 21, p.288-292, 19 set. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cta/v21n3/8545.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2019.

PASSOS, et al. Morango. In: AGUIAR, Ate; GONÇALVES, C; PATERNIANI, Meagz; TUCCI, MIs; CASTRO, Ceff (eds). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7a rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônômico. p.283-287 (Boletim IAC, n 200).

RIBEIRO, Pedro Francisco Folque de Almeida e Costa. **Processo de liofilização de produtos alimentares perecíveis**. 2012. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2138/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2019.

SEBRAE. **Mercado De Fruticultura: Panorama do setor no Brasil**. Brasília: Boletim de inteligência outubro 2015, 2015. 5 p. Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/mercado-de-frutas-no-brasil/>>. Acesso em: 23 maio 2019.

SILVA, Willian Batista et al. Tratamento Com Cloreto De Cálcio Na Póscolheita Retarda O Desverdecimento E A Perda De Firmeza Do Mamão Uenf/Caliman01. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p.588- 599, set. 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010029452015000300588&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010029452015000300588&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 17 nov. 2019.

SILVA, Maria José Silveira da *et al.* **Caracterização físico-química de blend de abacaxi com acerola obtido pelo método de liofilização**. Disponível em <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4786/4122>>. Acesso em: 08 nov. 2019.

SILVA, Polyanna Alves. **Qualidade de morangos cultivados na região de Lavras - MG, armazenados em temperatura ambiente**. 2007. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2007. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1512/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Qualidade%20de%20morangos%20cultivados%20na%20regi%C3%A3o%20d%20Lavras%2C%20MG%2C%20armazenados%20em%20temperatura%20ambiente..pdf>>. Acesso em: 23 maio 2019.

SPERS, Eduardo Eugênio et al. Mercado de frutas secas: Novos produtos. **Agroanalysis: Mercado & Negócios**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 12, p.13-14, dez. 2008. Disponível em: <[bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/download/36929/35698](http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/download/36929/35698)>. Acesso em: 23 maio 2019.

SOUZA, Tatiana Sant'anna de. **Desidratação osmótica de frutículos de jaca (Artocarpus Integrifolia L.): aplicação de modelos matemáticos**. 2007. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Uesb, Itapetinga - Bahia, 2007. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/TATIANA-SANT-%CC%81ANNA-DE-SOUZA.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2019.

Tabela brasileira de composição de alimentos-**TACO** / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p. Disponível em <[http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf?arquivo=taco\\_4\\_versao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf)>. Acesso em 02 jul. 2019.

TADINI, Carmen Cecília et al. **Operações Unitárias na indústria de alimentos**. Rio de Janeiro: Ltc-livros Técnicos e Científicos, 2016. 484 p.

VENENCIO, Gaspar. **Avaliação de degradação da pelargonidina durante a secagem de morangos**. 2010. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre Rs, 2010. Disponível

em:<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28411/000769962.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 24 maio 2019.

VIEIRA, Ana Paula; NICOLETI, Joel Fernando; TELIS, Vânia Regina Nicoletti. Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [s.l.], v. 15, n. 1, p.50-58, mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/27063>>. Acesso em: 24 maio 2019.