



**ESTUDO DO PROCESSO DE SECAGEM DE FRUTOS DO CERRADO EM SECADOR
DE BANDEJAS COM CIRCULAÇÃO FORÇADA DE AR**

MARIA LUIZA BASÍLIO GRAÇA COUTO

Brasília - DF

2015

MARIA LUIZA BASÍLIO GRAÇA COUTO

**ESTUDO DO PROCESSO DE SECAGEM DE FRUTOS DO CERRADO EM SECADOR
DE BANDEJAS COM CIRCULAÇÃO FORÇADA DE AR**

Trabalho de Conclusão de curso apresentada à Universidade de Brasília, como parte das exigências do programa de graduação em Química Tecnológica, para obtenção do título de Bacharel.

Orientador (a): Andressa Regina Vasques Mendonça

**BRASÍLIA
DISTRITO FEDERAL – BRASIL**

2015

Dedico este trabalho especialmente a minha família, que sempre me apoiou e incentivou meu crescimento profissional.

Obrigada por tudo!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força e paciência para enfrentar todos os obstáculos superados.

Agradeço aos meus pais, minhas irmãs, meus amigos e namorado que sempre me incentivaram e apoiaram em todos os momentos.

Agradeço a minha orientadora Professora Andressa Regina Vasques Mendonça, por toda a atenção, paciência e, principalmente, pelo entusiasmo com esse projeto.

Agradeço também a todos os professores e colegas de laboratório que me apoiaram durante todo este processo. Especialmente as alunas Débora, Renata, Isabela, Lorrana, Suelen e Bárbara que participaram diretamente desse trabalho.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE EQUAÇÕES	ix
SIMBOLOGIA E NOMECLATURA	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. Cultivo dos frutos do cerrado	3
2.2. Caracterização físico-química de alimentos	4
2.3. Secagem	4
2.3.1. Curvas de secagem	5
2.3.2. Desidratação de alimentos	7
2.3.2.1. Atividade de água em alimentos.....	8
2.3.2.2. Atividade da água e conservação dos alimentos.....	10
2.3.3. Fluxograma geral para produção de frutas desidratadas	11
2.3.4. Tipos de secadores	14
2.3.4.1. Secador de bandeja com fluxo de ar	15
2.4. Análise sensorial	20
3. METODOLOGIA	22
3.1. Análises físico-químicas dos frutos do cerrado	22
3.2. Curvas de secagem	23
3.3. Modelagem matemática	25
3.4. Análise sensorial	27
3.5. Análise econômica	29
3.5.1. Custo de implantação da planta	29
3.5.2. Custo de operação da planta	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Análises físico-químicas	31

4.2. Curvas de secagem	32
4.3. Modelagem matemática	35
4.4. Análise sensorial	37
4.5. Viabilidade econômica	38
4.5.1. Memorial de cálculos	38
4.6. Fluxograma de processamento	44
5. CONCLUSÃO	46
6. REFERÊNCIAS	47
Anexo I – Teste de escala da ação modificado para o araticum	51
Anexo II – Teste de escala da ação modificado para o pequi	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipo de secadores.....	14
Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas.	31
Tabela 3 - Valores de espessuras das fatias dos frutos.....	32
Tabela 4 - Difusividades efetivas (Def) obtidas nas secagens do araticum e do pequi para o primeiro e segundo período de secagem.....	36
Tabela 5 - Energias de ativação (Ea) do processo de secagem do araticum e do pequi.....	37
Tabela 6 - Custos anualizados para a implantação e utilização da planta de desidratação de frutos do cerrado que funciona 8h por dia durante os dias úteis.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva típica de velocidade de secagem constante. Fonte: Adaptado de GEANKOPOLIS, 1998.	6
Figura 2 - Relações entre a atividade da água e a preservação dos alimentos. Fonte: Adaptado de BOBBIO, 2001.	10
Figura 3 - Isoterma de sorção. Fonte: FILHO, 2011.	11
Figura 4 - Fluxograma geral para desidratação de frutas (MELONI, 2003).	12
Figura 5 - Secador de bandeja fixas com circulação de ar sobre as bandejas (MELONI, 2003).	15
Figura 6 - Secador de bandejas fixas com circulação de ar através das bandejas (MELONI, 2003).	16
Figura 7 - Esquema do fluxo de ar quente circulando sobre a camada de produto (MELONI, 2003).	16
Figura 8 - Esquema do fluxo de ar quente atravessando a camada de produto (MELONI, 2003).	17
Figura 9 - Esquema do secador tipo túnel concorrente (MELONI, 2003).....	18
Figura 10 - Esquema do secador tipo túnel contracorrente (MELONI, 2003).	18
Figura 11 - Esquema de secador de bandejas a vácuo (MELONI, 2003).	19
Figura 12 - Desidratador utilizado na secagem: (A) vista frontal, (B) lateral e (C) interna (Modelo: Desidratador Pardal PEG 60).	24
Figura 13 - Cabine sensorial.	28
Figura 14 - Interior da cabine sensorial.....	28
Figura 15 - Amostras codificadas de pequi e araticum desidratados.....	28
Figura 16 - Pequi (A): antes e (B) depois da desidratação.....	33
Figura 17 - Araticum: (A) antes e (B) depois da desidratação.....	33
Figura 18 - Curva de secagem adimensional do araticum.	33
Figura 19 - Curva de secagem adimensional do pequi.....	34
Figura 20 - Curvas obtidas em diferentes temperaturas para determinação da difusividade efetiva do araticum.	35
Figura 21 - Curvas obtidas em diferentes temperaturas para determinação da difusividade efetiva do pequi.	35

Figure 22 - Curvas obtidas na determinação da energia de ativação (A) 1 e (B) 2 do araticum e do pequi.	36
Figura 23 - Aceitação das amostras de araticum.	37
Figura 24 - Aceitação das amostras de pequi.....	38
Figura 25 - Fluxograma do processo de desidratação do araticum (A) e do pequi (B).	44

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Índice de acidez	22
Equação 2 - Equação do fator de correção da concentração.....	23
Equação 3 - Teor de umidade	23
Equação 4 - Teor de cinzas.....	23
Equação 5 - Balanço de massa	25
Equação 6 - Balanço de massa	25
Equação 7 - Balanço de massa	26
Equação 8 - Balanço de massa	26
Equação 9 - Balanço de massa	26
Equação 10 - Inclinação do gráfico $\ln(x/x_0)$ versus t	27
Equação 11 - Equação de Arrhenius da dependência da difusividade efetiva com a temperatura	27
Equação 12 - Custo do equipamento anualizado.....	29
Equação 13 - Custo de operação e manutenção da planta.....	30
Equação 14 - Quantidade de energia consumida	30

SIMBOLOGIA E NOMECLATURA

C_E	Concentração esperada (mol/L)
C_e	Custo do equipamento (R\$)
C_{ea}	Custo do equipamento anualizado (R\$)
$C_{O\&M}$	Custo de operação e manutenção do equipamento (R\$/ano)
C_R	Concentração real (mol/L)
D_{ef}	Difusividade efetiva (m^2/s)
D_0	Fator de Arrhenius (m^2/s)
E_a	Energia de ativação (J/mol)
f	Fator de correção da concentração de NaOH (adimensional)
i	Taxa de juros (%)
L	Comprimento característico, semi-espessura da amostra (m)
M	Molaridade da solução (mol/L)
$m_{amostra}$	Massa da amostra (g)
m_{cinzas}	Massa de cinzas (g)
$m_{úmida}$	Massa de água contida na amostra (g)
N_{du}	Número de dias de utilização do equipamento (dias)
N	Vida útil do equipamento (anos)
N_t	Número de trabalhadores
P_D	Potência do desidratador (kWh)
$Q_{energia}$	Quantidade de energia elétrica consumida (kW/ano)
R	Constante universal dos gases (8,314 J/mol K)
R_t	Remuneração de cada trabalhador (R\$/trab)
t	Tempo (s)
T	Temperatura absoluta (K)
t_D	Tempo que o desidratador fica ligado durante por dia (hora)
V	Volume utilizado na titulação (L)
X	Conteúdo de umidade ($kg_{\text{água}} / kg_{\text{massa seca}}$)
\bar{X}	Conteúdo médio de umidade ($kg_{\text{água}} / kg_{\text{massa seca}}$)
X_{eq}	Conteúdo de umidade de equilíbrio ($kg_{\text{água}} / kg_{\text{massa seca}}$)

X_0	Conteúdo de umidade no instante inicial ($\text{kg}_{\text{água}} / \text{kg}_{\text{massa seca}}$)
\bar{Y}	Conteúdo adimensional de umidade
Z	Direção da transferência (m)

RESUMO

COUTO, Maria Luiza Basílio Graça. **Estudo do Processo de secagem de frutos do cerrado em secador de bandejas com circulação forçada de ar.** Universidade de Brasília, julho de 2015.

Orientador(a): Andressa Regina Vasques Mendonça.

O processo de secagem visa a redução do teor de água fazendo com que a atividade de água dos produtos *in natura* diminua, aumentando o tempo de conservação e a vida útil do produto e facilitando seu transporte, manuseio e armazenamento. Duas espécies muito presentes no Bioma Cerrado são o pequi e o araticum, sendo a desidratação dessas frutas um processo economicamente viável. Esses frutos foram caracterizados por meio de análises físico-químicas, como teor de umidade, pH, acidez total titulável e teor de cinzas. Através do uso de um secador convectivo de bandejas, determinaram-se curvas de secagem do Pequi e do Araticum nas temperaturas de 50, 60 e 70° C, dispostas paralelamente a um fluxo de ar, obtendo-se seis curvas de secagem. Através destas curvas, o estudo da secagem foi conduzido avaliando os parâmetros físicos e cinéticos das secagens, como as difusividades efetivas e as energias de ativação. Obtiveram-se dois coeficientes difusivos devido à mudança no mecanismo de transferência de massa dentro das fatias dos frutos. Para verificar a aceitação dos frutos desidratados no mercado foram realizadas análises sensoriais, estabelecendo assim as condições ideais de temperatura, teor de umidade e tempo de secagem, a fim de se obter produtos com características organolépticas atraentes ao consumidor. A temperatura mais aceita foi de 70°C para ambos os frutos. Assim, verificou-se a viabilidade econômica do processo de desidratação a 70°C, determinando-se o consumo de energia elétrica do desidratador, e propôs uma estratégia de produção desses frutos desidratados aplicado ao caso do pequeno produtor.

Palavras-chave: secagem, curvas de secagem, modelagem matemática, frutos do cerrado, viabilidade econômica.

ABSTRACT

COUTO, Maria Luiza Basílio Graça. **Study of the drying process of cerrado's fruits in a tray dryer with forced air circulation.** University of Brasília, July 2015. Advisor: Andressa Regina Vasques Mendonça.

The drying process aims reduce the water content causing the decrease of water activity of fresh products, increasing the shelf-life and the life of the product and facilitating their transport, handling and storage. Two very present species in the Brazilian Cerrado are the pequi and araticum, being the dehydration of these fruits an economically viable process. These fruits were characterized by physical-chemical analysis, such as moisture content, pH, titratable acidity and ash content. Through the use of a convection tray dryer, drying curves of Pequi and Araticum were determined at temperatures of 50, 60 and 70 ° C, arranged parallel to a flow of air, obtaining six drying curves. Through these curves, the study of drying was conducted to evaluate the physical and kinetic parameters of drying, as the effective diffusivity and activation energy. Two diffusive coefficients were obtained due the change in mass transfer mechanism within the fruit slices. To verify acceptance of dehydrated fruits in the market sensory analyzes were conducted, thereby establishing the optimum conditions of temperature, humidity and drying time, in order to obtain products with attractive organoleptic characteristics to the consumer. The most accepted temperature was 70 ° C for both fruits. Thus, the economic viability of the dehydration process at 70 ° C was verified, by determination of the power consumption of the dehydrator, and it was proposed a production strategy of these dried fruits applied to the case of small producers.

Keywords: drying, drying-rate curves, mathematical modeling, fruits of the Brazilian cerrado, economic viability

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios do mundo globalizado é produzir alimentos para uma população que não para de crescer. O Brasil surge como uma das grandes forças produtoras mundial, com mais de 150 milhões de hectares agricultáveis (MELONI, 2003). A região dos cerrados é um dos mais importantes polos de produção de alimentos do país, contribuindo com mais de 25% da produção nacional de grãos alimentícios, além de abrigar mais de 40% do rebanho bovino do país (AVIDOS, 2000).

O Cerrado ocupa cerca de 23% do território nacional (206 milhões de hectares), constituindo o segundo maior bioma do país. Apesar das limitações impostas ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas pelo regime de chuvas e pelas características do solo, o ecossistema cerrado apresenta surpreendente variedade de espécies. Apresenta uma flora, que é considerada a mais rica dentre as savanas do mundo, estimando-se um número entre 4 mil e 10 mil espécies de plantas vasculares (SOUZA et al., 2002; PEREIRA, 1997 apud VIEIRA et al., 2006).

As frutas nativas, tradicionalmente utilizadas pela população local, ainda não foram inseridas no contexto do agronegócio brasileiro, seja por aspectos socioculturais, forma de exploração extrativista, falta de tecnologia para a produção em escala ou mesmo pelo desconhecimento do seu potencial de aproveitamento. Estas frutas estão adaptadas aos solos locais e praticamente não necessitam de insumos químicos, apresentando baixo custo de implantação e manutenção do pomar (VIEIRA et al., 2006).

Duas das principais frutas nativas são o araticum e o pequi, que são pouco utilizadas além da sua forma in natura (VIEIRA et al., 2006). Uma maneira muito simples de se aproveitar essas frutas é por meio da desidratação, que diversifica a forma que as frutas são apresentadas aos consumidores e também preserva as mesmas.

Apesar dessa necessidade de aumentar a produção de alimentos e ampliar as exportações é muito importante reduzir as perdas que ocorrem em toda a cadeia produtiva. A secagem é um processo simples e barato que conserva alimentos extremamente perecíveis. O processo de secagem reduz o teor de água, fazendo com que a atividade de água nos frutos diminua, aumentando o tempo de vida útil do produto, disponibilizando o produto durante qualquer época do ano. O processo também reduz o peso do fruto,

reduzindo os custos de transporte, de embalagem e de armazenamento. Além de ser econômica, a desidratação de frutas é um mercado com grande potencial de crescimento e muito pouco explorado empresarialmente no Brasil (MELONI, 2003).

Para a escolha de um processo ideal de secagem devem-se analisar vários fatores como: propriedades organolépticas (sabor e aroma), tempo e energia gasta. O tempo de processo, ou seja, a velocidade de troca de calor entre a matéria-prima e o ar pode ser analisada através da difusividade efetiva nas diversas temperaturas de processo. Então, dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo principal realizar um estudo da influência dos parâmetros físico-químicos relacionados na secagem de pequi e de araticum em um secador de bandejas com circulação forçada de ar com vistas na otimização do processo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Cultivo dos frutos do cerrado

O Cerrado está localizado basicamente no Planalto Central do Brasil e constitui o segundo maior bioma nacional, ocupando uma área de 206 milhões de hectares (VIEIRA et al. 2006).

As frutas do cerrado ocupam lugar de destaque, pois apresentam características sensoriais altamente apreciadas pela população. Esses frutos, fonte de energia, açúcares e micronutrientes, são capazes de contribuir para a obtenção de uma dieta variada e rica em nutrientes (CARDOSO, 2011). Como exemplos de frutos típicos do cerrado têm o pequi e o araticum.

O pequi é encontrado nos cerrados brasileiros nas espécies: *Caryocar brasiliense* Camb., *C. coriaceum* Wittm e *C. cuneatum* Wittm. Contudo, em função de sua maior ocorrência, a primeira espécie é considerada a mais importante do ponto de vista socioeconômico, sendo as outras duas restritas a algumas áreas dessa região (BARRADAS, 1972; MENDONÇA et al., 2005 apud VIEIRA et al., 2006). Naves (1999) verificou em seus estudos sobre espécies nativas do cerrado, em Goiás, que o pequi predomina sobre as outras espécies, tanto em área de ocorrência como em frequência. Os frutos do pequi iniciam a maturação em meados de setembro, prolongando-se até o início de fevereiro (NAVES, 1999). Dessa forma, o pequi merece atenção especial por sua ocorrência, volume de frutos comercializados na região e pelas características organolépticas de seu fruto.

Segundo Soares et al. (2009), uma das 25 espécies mais frequentes do cerrado é o Araticum (*Annona crassiflora* Mart.). É considerada uma espécie muito interessante, do ponto de vista econômico, principalmente pelo aproveitamento de seus frutos na culinária. Os frutos são muito apreciados pela sua polpa doce e de sabor característico que pode ser consumida ao natural ou sob a forma de doces, geleias, sucos, licores, tortas, iogurtes ou sorvetes. A maturação dos frutos ocorre de fevereiro a abril (VIEIRA et al., 2006).

2.2. Caracterização físico-química de alimentos

O araticum, por ser uma planta alógama, há variedade em relação as suas características em geral, que podem ser influenciadas por componentes genéticos e ambientais. Já o pequi tem um extenso período de oferta de frutos e uma diversidade de regiões produtoras, possivelmente propiciando o desenvolvimento de frutos com variadas características físicas e químicas. Sendo assim, a avaliação das características física e físico-químicas de frutos de araticum e de pequi é de fundamental importância.

As análises realizadas foram de teor de umidade, teor de cinzas, pH e acidez total. Segundo Cohen et al. (2010) os frutos de araticum apresentam acidez baixa, variando de 0,35% ácido cítrico e um máximo de 4,87% ácido cítrico. O pH das polpas do araticum tem uma variação significativa, variando de 3,66 a 4,87, podendo ser classificado como muito ácidos (pH 4,0) a pouco ácidos (pH 4,5). Já o teor de umidade tem um mínimo de 71,17% e um máximo de 81,18%. De acordo com Cardoso (2011), o teor de cinzas da polpa do araticum é em média 0,47%.

Segundo Vera et al. (2007), o pequi apresenta uma variação de umidade entre 42,25% a 59,51% e pH variando entre 5,98 e 7,51. O trabalho de Enes et al. (2011) determina o teor de cinzas do pequi de aproximadamente 0,5%. De acordo Oliveira et al. (2010), a acidez total titulável da polpa do pequi é 2,25%.

2.3. Secagem

No geral, secagem de um sólido significa a remoção de uma quantidade relativamente pequena de água ou outro líquido do material sólido para reduzir o conteúdo líquido residual a um valor baixo aceitável. Água e outros líquidos podem ser removidos mecanicamente dos sólidos por prensas ou centrífugas ou por vaporização térmica. Geralmente, é mais barato remover o líquido mecanicamente do que termicamente, porém mecanicamente o sólido é afetado. (MCCABE, 1993).

Os sólidos a serem secos podem estar em diferentes formas e podem ter propriedades diversas. O líquido a ser vaporizado pode estar na superfície do sólido, pode estar inteiramente dentro do sólido ou pode estar parte fora e parte dentro do sólido. O

produto seco pode ser capaz de suportar manuseio e um ambiente muito quente ou pode requerer tratamento delicado em temperaturas baixas ou moderadas. O teor de umidade do produto final seco varia, uma vez que depende do tipo de produto (MCCABE, 1993).

Os métodos e processos de secagem são classificados de diversas formas. Eles são divididos em processo em batelada, quando o material é introduzido no equipamento de secagem e o processo é realizado por um determinado período; contínuo, quando o material é adicionado continuamente no equipamento, obtendo-se o material seco de forma contínua; ou semi-contínuo, onde somente a alimentação ou o produto é obtido de forma contínua (GEANKOPOLIS, 1998).

Os processos de secagem se classificam também de acordo com as condições físicas usadas para adicionar o calor e extrair o vapor d'água: ar quente, secagem a vácuo ou por liofilização. Na primeira categoria, o calor é adicionado por contato direto com o ar quente à pressão atmosférica e o vapor de água formado é removido pelo mesmo ar. Na secagem a vácuo, a evaporação da água é mais rápida a baixas pressões e se tem calor indiretamente pelo contato com uma parede de metal ou por radiação. Nesse processo podem-se utilizar baixas temperaturas com o vácuo, para certos materiais que se descolorem ou decompõem-se a temperaturas elevadas. Na liofilização, a água sublima diretamente a partir do material congelado (GEANKOPOLIS, 1998).

2.3.1. Curvas de secagem

A cinética de secagem, ou seja, a rapidez com que o alimento perde umidade, é controlada pelas características da matriz do alimento e pelas variáveis temperatura, velocidade e umidade relativa do ar. O conteúdo de umidade de um alimento, durante um processo de secagem, apresenta o comportamento mostrado pela curva da Figura 1. Para obtenção dessa curva, amostras de alimento são retiradas de tempos em tempos e a massa é anotada, assim, a umidade é determinada.

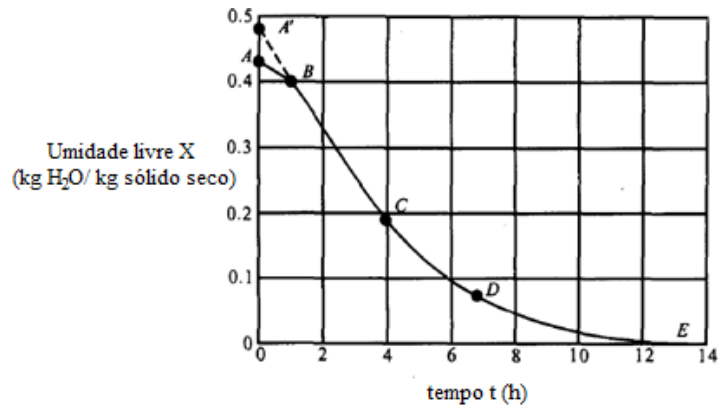


Figura 1 - Curva típica de velocidade de secagem constante. Fonte: Adaptado de GEANKOPOLIS, 1998.

Na Figura 1, o conteúdo de umidade livre inicial corresponde ao ponto A. Geralmente, o sólido está a uma temperatura inicial inferior da temperatura final e a taxa de evaporação é crescente. Por outro lado, se o sólido está bastante quente no início da operação, a velocidade de secagem pode começar no ponto A'. Ao chegar ao ponto B, a temperatura da superfície alcança seu valor de equilíbrio. Esse segmento AB corresponde ao período em que o alimento se adapta às condições de secagem e sua temperatura de bulbo úmido do ar, enquanto a água livre estiver sendo evaporada. Essa igualdade se mantém durante o segmento BC.

Durante o período BC, a superfície exposta do alimento está saturada, existindo um filme contínuo de água sobre o sólido, que age como se não existisse sólido, ou seja, a água do alimento não tem nenhuma resistência para "sair" dele. A água removida nesse período é principalmente a água superficial se o sólido for não poroso (cereais, vegetais e outros), sendo curto esse período. Se o sólido for poroso (sal, açúcar, ácido cítrico e outros) o período BC é um pouco mais longo, pois a água superficial vai sendo substituída pela do interior do sólido, que não encontra dificuldade de escoamento em razão dos poros do alimento. Portanto, o período de secagem constante (segmento BC) é mais pronunciado em materiais com umidade elevada.

O ponto C corresponde ao fim do período de secagem constante, e a umidade, nesse ponto, é conhecida como umidade crítica. A partir desse ponto, há um aumento na resistência interna e o movimento de líquido do interior para a superfície do sólido é insuficiente para compensar o líquido que está sendo evaporado, iniciando-se o primeiro período decrescente (segmento CD). Nesse segmento, cada vez menos líquido se encontra

na superfície do sólido para evaporar, e essa se torna cada vez mais seca, podendo haver rachaduras na superfície do alimento.

Do ponto D em diante, tem-se o segundo período de velocidade decrescente, em que a umidade do alimento diminui até alcançar a umidade de equilíbrio para as condições de temperatura e umidade relativa do ar. Quando a umidade de equilíbrio (teor mínimo de umidade) é atingida, cessa-se o processo de secagem. A umidade de equilíbrio é atingida quando o alimento é deixado por tempo suficientemente longo em determinada condição de temperatura e umidade relativa do ar que o envolve. Nessa condição, a pressão parcial de vapor da água na superfície do produto é igual à pressão parcial do vapor de água contida no ar (GEANKOPOLIS, 1998; CELESTINO, 2010).

2.3.2. Desidratação de alimentos

A secagem ou desidratação de material biológico (especialmente alimentos) normalmente significa remoção da umidade de sólido por evaporação, e tem por objetivo assegurar a conservação do material por meio da redução do seu teor de água livre. Os microrganismos que provocam a deterioração dos alimentos não podem crescer e se multiplicarem na ausência de água. Além disso, muitas das enzimas que causam alterações químicas nos alimentos e outros materiais biológicos não podem funcionar sem água. Porém, essa redução deve ser efetuada até um ponto, onde a concentração de açúcares, ácidos, sais e outros componentes sejam suficientemente elevados para reduzir a atividade de água e inibir, portanto, o desenvolvimento de microrganismos. Os microrganismos deixam de ser ativos quando o teor de água é reduzido abaixo de 10% em peso. No entanto, é geralmente necessário reduzir esse teor de umidade abaixo de 5%, em peso, em alimentos, para preservar o seu sabor e valor nutricional. Deve ainda conferir ao produto final características sensoriais próprias e o seu valor nutricional preservado ao máximo.

A desidratação de alimentos apresenta muitas vantagens como a diminuição do peso e do volume original, necessitando de menos material de embalagem por unidade do alimento, os produtos secos não necessitam de refrigeração durante o transporte ou armazenamento, como é o caso dos produtos frescos ou congelados, e o valor nutritivo dos legumes e hortaliças não é muito depreciado pela desidratação (MELONI, 2003).

A conservação do teor de umidade e do teor de sólidos solúveis totais de alimentos desidratados é confirmada por Ramos et al. (2008). Em seu trabalho Ramos et al. (2008) observou que na embalagem de policloreto de vinilideno a vácuo o teor de umidade e no teor de sólidos totais solúveis do abacaxi desidratado não se altera com o tempo de armazenamento. Os sólidos solúveis presentes na polpa dos frutos incluem importantes compostos responsáveis pelo sabor, como o açúcar, e pela consequente aceitação por parte dos consumidores.

Yuyama et al. (2008) estudou o processo de desidratação do tucumã em estufa com circulação de ar forçada e observou em seu trabalho a diminuição do teor de umidade do tucumã. A fruta in natura apresentou umidade igual a 48,46% e a sua polpa desidratada teve umidade igual a 1,67%. Já Oliveira et al. (2011) estudou a secagem por liofilização do sapoti e observou que o teor de umidade do sapoti in natura é 75,04% e o liofilizado é de 12,30%, tendo uma diminuição significativa. Goneli et al. (2008) também estudou sobre desidratação de frutas e observou em seu trabalho de secagem de frutos de mamona que a umidade dos frutos caiu de 71,36 para 11,63 % com a desidratação.

Gouveia et al. (2003) estudou em seu trabalho a secagem de frutos de cajá em secador de leito fixo. Observou que a cinética de secagem é fortemente influenciada pela temperatura. A aplicação de temperatura mais elevada reduz significativamente o tempo necessário para secar o cajá, ou seja, para um mesmo tempo de processo, quanto maior for a temperatura do ar, maior é a taxa de secagem. Para a temperatura de 50 °C, ele obteve um período de secagem de 38h e 30 min., já para a temperatura de 80 °C obteve-se 9h30min de secagem, indicando que a temperatura é a variável de maior influência no processo.

2.3.2.1. Atividade de água em alimentos

A água é um dos principais componentes da maioria dos alimentos. Diversas funções importantes são exercidas pela água nos alimentos, influenciando suas características física e químicas.

Uma das funções é a atividade da água, que é definida como a relação existente entre a pressão de vapor de uma solução ou de um alimento com a pressão de vapor de água pura a mesma temperatura. A atividade de água (a_w) de um alimento e a umidade relativa do ambiente no qual se encontram tendem sempre a equilibrar-se (FILHO, 2011).

Usualmente o conteúdo de água de um alimento é expresso pelo valor obtido na determinação da água total contida no alimento. Entretanto, esse valor não nos fornece indicações de como está distribuída a água nesse alimento, como também não permite saber se toda a água está ligada do mesmo modo no alimento (BOBBIO, 2001).

É a atividade de água que fornece informação sobre: crescimento microbiano, migração da água, estabilidade química e bioquímica, propriedades físicas e vida útil. A umidade não fornece estas informações. Isto quer dizer que quando nos referimos a conservação dos alimentos, a atividade de água é a melhor medida quando comparada ao teor de umidade (FILHO, 2011).

Tais fatos nos levam a admitir a existência de moléculas de água com propriedades e distribuição diferentes num mesmo alimento. É evidente que o conhecimento das propriedades e distribuição da água contida num alimento é na verdade mais importante do que simplesmente o conhecimento do valor total da quantidade de água determinável pelos métodos usuais de análise (BOBBIO, 2001).

Com base no exposto, pode-se concluir que água se encontra em dois estados nos alimentos, livre ou combinada. A água livre está fracamente ligada ao substrato, pode ser mais facilmente eliminada, como por exemplo, no processo de secagem de alimentos, e está disponível para o crescimento microbiano e reações químicas. Já água combinada está fortemente ligada ao substrato, é mais difícil de ser eliminada e não é utilizável como solvente, portanto, não permite o desenvolvimento de microrganismos e retarda as reações químicas.

Quando falamos em água livre estamos nos referindo a atividade de água, entretanto quando falamos em umidade estamos mencionando a água livre mais água combinada, ou seja, estamos falando da água total contida no alimento.

Em seu trabalho sobre o estudo da atividade de água em farinhas de mandioca, Neto, C. J. F. (2005) observou que as atividades de água aumentam com a elevação da temperatura, o que pode ser devido a solubilização de substâncias favorecida pelo aumento da temperatura. Ele também notou que, assim como verificado com relação a temperatura, a atividade de água aumentou com o decorrer do período de armazenamento em todas as amostras estudadas em seu trabalho. Já Neto, M. A. S. (2005) estudou em seu trabalho sobre a desidratação da manga e concluiu que a desidratação proporcionou considerável

redução nos níveis da atividade de água. Com isso, pode-se observar que a atividade de água depende de vários fatores, como a redução da umidade, o tempo de armazenamento do alimento e a temperatura que o alimento é exposto.

2.3.2.2. Atividade da água e conservação dos alimentos

O valor máximo da atividade da água é 1, na água pura. Nos alimentos ricos em água com valores da a_w acima de 0,90 poderão se formar soluções diluídas com componentes do alimento que servirão de substrato para o microrganismos poderem crescer. Nessa diluição, as reações químicas e enzimáticas podem ter sua velocidade diminuída pela baixa concentração dos reagentes. Alimentos nessas condições sofrem facilmente contaminação biológica.

Quando a atividade de água abaixar para 0,4-0,8 haverá a possibilidade de reações químicas e enzimáticas rápidas pelo aumento das concentrações dos reagentes, enquanto com a_w próxima de 0,6 teremos pequeno ou nenhum crescimento de microrganismos. Em regiões de atividade de água inferiores a 0,3 estaremos atingindo a zona de absorção primária, onde as moléculas de água estarão fortemente ligada ao alimento, recobrando o alimento com uma camada, de poucos Angstroms de espessura, não utilizável para dissolver componentes do alimento, o que leva as reações a terem velocidade tendente a zero, com exceção da oxidação de lipídios que é consideravelmente mais rápida, e ao não-desenvolvimento de microrganismos. As relações entre a atividade da água e a preservação dos alimentos estão resumidas na Figura 2 a seguir.

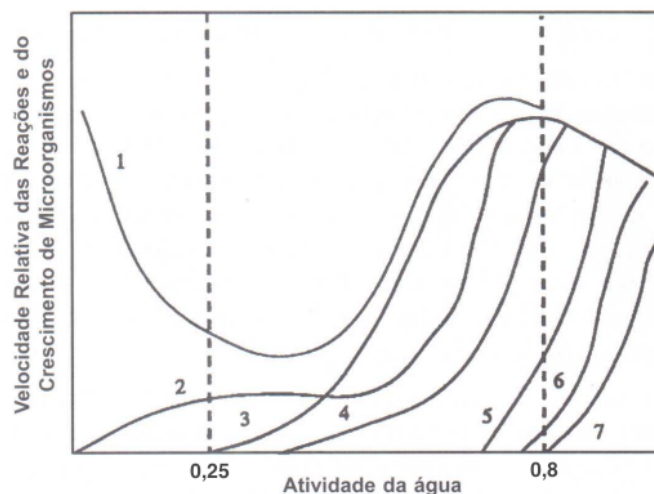


Figura 2 - Relações entre a atividade da água e a preservação dos alimentos. Fonte: Adaptado de BOBBIO, 2001.

Onde, 1 é a oxidação de lipídios, 2 é a isoterma de sorção de umidade, 3 é o escurecimento não-enzimático, 4 é a atividade enzimática, 5 é o crescimento de fungos, 6 é o crescimento de leveduras e 7 é o crescimento de bactérias.

O crescimento da variação da a_w num alimento não só está ligado ao crescimento de microrganismos ou a deterioração química, mas também a deterioração da sua consistência. Além dos efeitos texturais e modificações químicas, o aumento da atividade da água acima de limites críticos pode ter como consequência um rápido crescimento de microrganismos que, por sua vez, obriga ao uso de preservativos químicos para evitar a deterioração do alimento (BOBBIO, 2001).

O estudo da atividade de água é realizado pelas isotermas de sorção. São gráficos que demonstram a relação entre a atividade de água no alimento e o seu conteúdo de umidade a uma dada temperatura. O conhecimento das isotermas de sorção é imprescindível para determinar o teor de água final necessário para estabilizar o produto alimentício. É importante lembrar que, cada produto alimentício tem sua isoterma de sorção própria, devido a diferentes interações entre a água e os outros componentes dos alimentos (carboidratos, proteínas, lipídios, sais minerais, etc.) com diferentes conteúdos de umidade. A Figura 3 a seguir ilustra um exemplo de isoterma de sorção (FILHO, 2011).

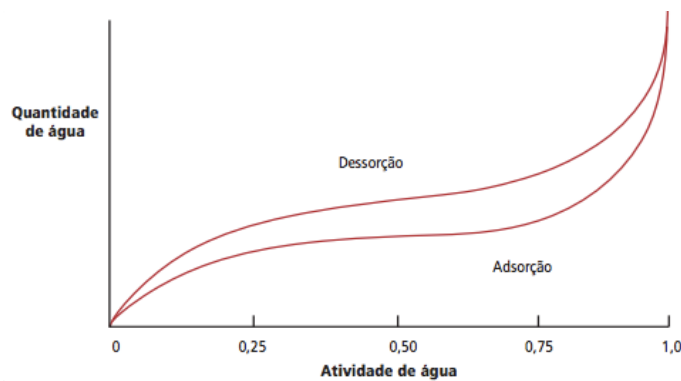


Figura 3 - Isoterma de sorção. Fonte: FILHO, 2011.

2.3.2.2. Fluxograma geral para produção de frutas desidratadas

Na desidratação de alimento são necessários vários cuidados com a matéria prima e com seu processamento. A Figura 4 apresenta um fluxograma geral para a desidratação de frutas. As etapas e/ou sequências podem sofrer modificação de acordo com o produto utilizado.

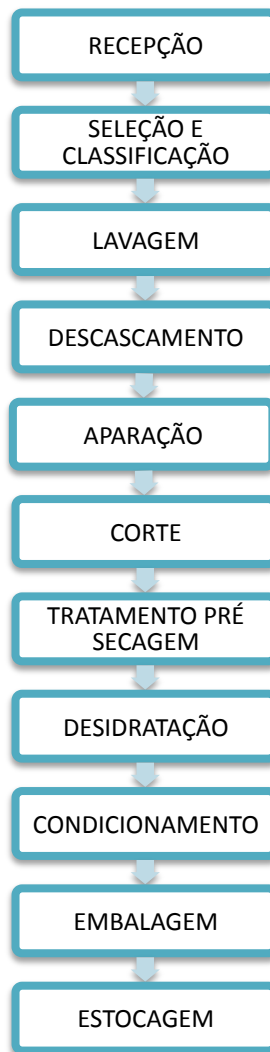


Figura 4 - Fluxograma geral para desidratação de frutas (MELONI, 2003).

Na primeira etapa é onde realiza o controle da recepção da matéria prima, pesando o material recebido, retirando amostras para análises e tendo uma pré-visualização do lote recebido. Nessa fase é importante que não falte matéria prima. É preciso que todas as seções da fábrica estejam operando com o máximo de sua capacidade, sem ociosidade de funcionários e máquinas.

Na seleção e classificação são considerados diversos fatores, como tamanho e forma, cor, textura, densidade, manchas e presença de insetos. A vantagem de se trabalhar com material classificado está no desempenho e rendimento dos equipamentos de descascamento e corte, necessitando de menos ajustes e regulagens, na melhor

uniformidade das operações de branqueamento e desidratação, além da qualidade do produto final.

A lavagem pode ocorrer por imersão, onde se deve utilizar cloro e tempo de imersão adequados para uma eficiente desinfecção da matéria-prima, por agitação na água ou por jatos de água. A matéria prima deve ser lavada em três etapas, podendo utilizar dois ou três tipos combinados.

No descascamento é onde determina o rendimento do produto e a extensão do trabalho durante a aparação. Os métodos de descascamento correntemente usados podem ser classificados em quatro tipos gerais: manual, mecânico, químico e térmico. Após o descascamento, uma aparação final feita manualmente é necessária para remover a casca residual, “olhos” profundos, áreas descoloridas, lesões e machucaduras, porções podres, porções estragadas por ataques de insetos e outros defeitos.

No corte as frutas são cortadas o mais uniformemente possível. O tipo de corte deve ser definido em conformidade com as necessidades do mercado, levando em consideração a capacidade de carga das bandejas do secador, o tempo de secagem, a eficiência dos tratamentos pré-secagem, entre outros. O corte pode ser realizado por processadores de alimentos específicos ou manualmente.

Os tratamentos pré-secagem mais comumente utilizados são a sulfuração, a sulfitação, o tratamento com ácido ascórbico e o branqueamento. Esses têm o objetivo de branquear ou evitar o escurecimento das frutas. Depois vem a desidratação que é a etapa principal, onde as frutas reduzem seu conteúdo de umidade.

O condicionamento tem como objetivo uniformizar a umidade entre as frutas. O ideal é condicionar as frutas secas por um período de 10 a 15 dias à temperatura ambiente. Em seguida, o produto é embalado para poder ser comercializado. Antes de ser embalado deve ser inspecionado para que as extremidades ou partes escuras que depreciem sua aparência final sejam eliminadas. Sua embalagem deve conter o máximo de informações acerca do produto e deve ser prática para abrir e conservar o produto após aberto. Durante a estocagem as caixas devem permanecer em local seco, fresco, arejado e protegido contra a ação de insetos e roedores (MELONI, 2003).

2.3.4. Tipos de secadores

No projeto dos equipamentos para desidratação de alimentos, busca-se obter a máxima taxa de secagem com o menor dano ao produto e com um menor custo possível. O método de escolha depende do tipo de alimento a ser desidratado, do nível de qualidade que se deseja obter e de um custo que possa ser justificado (MELONI, 2003).

Na Tabela 1 é apresentado um resumo com os tipos de secadores mais adequados para a desidratação de alimentos.

Tabela 1 - Tipo de secadores.

Secador	Tipo de alimento	Princípio de operação/ transferência de calor	Vantagem	Desvantagem
Bandejas/ Cabines	Pedaço.	Batelada ou contínuo, por condução ou convecção.	Construção simples e de custo relativamente baixo.	Longos ciclos de secagem (4-48h). Trabalho com carga e descarga.
Esteira	Pedaço.	Contínuo, por convecção.	Possuem módulos com controle das condições de secagem independentes, melhorando seu desempenho e reduzindo os custos. Larga escala.	Pode haver perda de material se o sólido tiver partículas muito finas.
Leito fluidizado	Pedaço pequeno e granulado.	Batelada ou contínuo, por convecção.	A mistura e a transferência de calor são bem rápidas, Uma partícula fica no secador por 30-120 s quando só o líquido da superfície é vaporizado e de 15-30 min. se tiver difusão interna.	Partículas podem ser quebradas em partículas menores, sendo levadas no gás de saída.
Atomização/ Spray	Purê pouco viscoso e líquido.	Contínuo, por convecção.	Produtos de qualidade. Temperaturas não são altas (até 80°C).	Somente alimentos que podem ser atomizados.
Tambor	Purê e líquido.	Contínuo, por condução.	Usado para materiais granulares e cristalinos que precisam ser mantidos limpos e não devem ser expostos a gases muito quentes.	Altas temperaturas (120°C). Dificuldade para variar a temperatura em diferentes regiões da superfície do cilindro.
Vácuo	Pedaço, purê e líquido.	Batelada ou contínuo, por condução e radiação.	Alimentos com alta qualidade.	Custos elevados.
Liofilizador	Pedaço e líquido.	Batelada ou contínuo, por condução.	Baixas temperaturas. Preserva as características sensoriais e o valor nutritivo. Sublimação da água.	Muito cara, usada somente para produtos nobres.

Fonte: MCCABE, 1993; GEANKOPOLIS, 1998; MELONI, 2003; PARK, 2007.

2.3.4.1. Secador de bandeja com fluxo de ar

O secador mais utilizado na desidratação de alimentos é o secador de bandejas com fluxo de ar, e esse será abordado mais profundamente já que foi o secador utilizado no experimento. São secadores onde a transferência de calor se dá por convecção forçada de ar quente.

Os secadores de bandejas fixas são secadores que operam em bateladas, ou seja, é preciso desidratar um lote de produto de cada vez. São de construção simples e de custo relativamente baixo. É constituído por uma câmara retangular de metal com parede dupla e um isolamento térmico entre elas. A câmara de secagem contém as bandejas onde se coloca o material a ser seco. A distância entre uma bandeja e outra, a dimensão das bandejas e a quantidade de produto a ser colocada, dependem do tipo de produto a ser desidratado.

Os secadores de bandejas fixas são dotados de ventiladores centrífugos ou axiais para realizar a circulação do aquecido que pode ser sobre as bandejas (Figura 5) ou através delas (Figura 6) (MELONI, 2003).

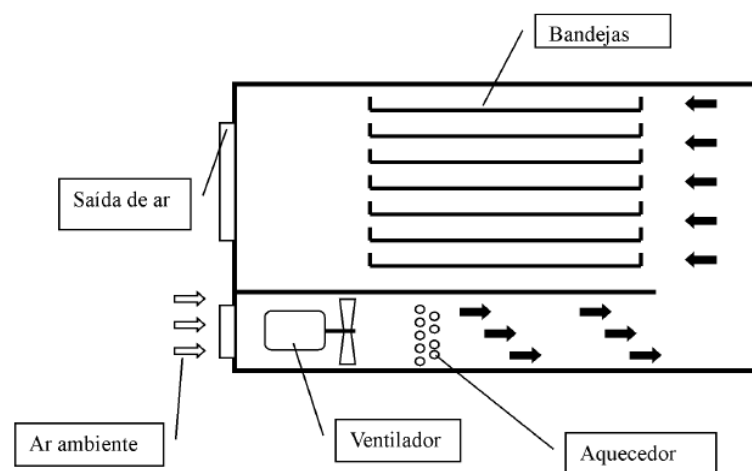


Figura 5 - Secador de bandeja fixas com circulação de ar sobre as bandejas (MELONI, 2003).

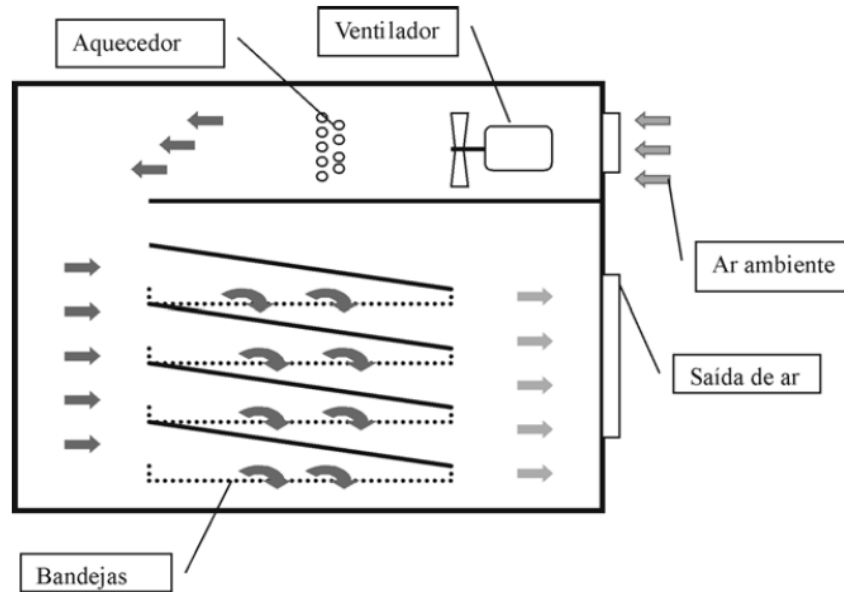


Figura 6 - Secador de bandejas fixas com circulação de ar através das bandejas (MELONI, 2003).

Cerca de 10 a 20% do ar que passa sobre as bandejas é novo, e o resto é ar recirculado. Durante o processo, deve-se fazer o revezamento das bandejas, para ter maior uniformidade do produto seco final. Quando termina a secagem, a câmara é aberta e as bandejas são substituídas por outras com mais material para a secagem (CRUZ, 1990; GEANKOPOLIS, 1998).

Na desidratação, principalmente de frutas inteiras ou em pedaços maiores, onde a distribuição do produto sobre a bandeja é feita em uma única camada, o sentido de movimentação do ar adotado é sobre as bandejas ou paralelo a elas, conforme apresenta a Figura 7.

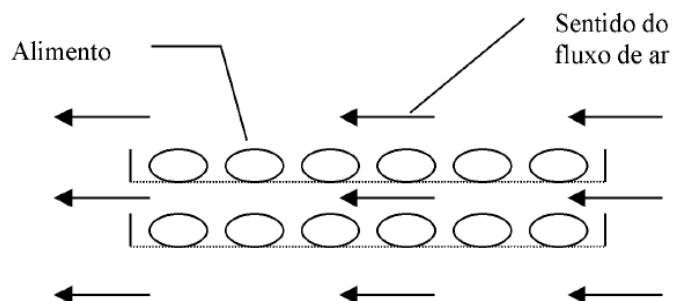


Figura 7 - Esquema do fluxo de ar quente circulando sobre a camada de produto (MELONI, 2003).

A velocidade do ar aquecido pode variar (0,5 a 3 m/s) conforme o seu sentido de movimentação em relação às bandejas. Velocidades mais baixas podem ser empregadas sem

prejuízo ao processo de desidratação quando o ar quente atravessa a camada de produto disposta sobre a bandeja, conforme esquema apresentado na Figura 8. Com este fluxo cruzado se obtém tempos de secagem mais curtos, devido à maior área superficial exposta ao ar. Somente determinados alimentos podem ser desidratados desta maneira, pois é preciso que quando uma camada seja distribuída sobre a bandeja, o ar quente consiga atravessá-la.

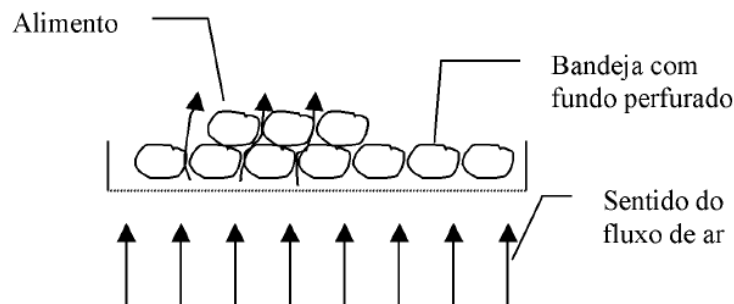


Figura 8 - Esquema do fluxo de ar quente atravessando a camada de produto (MELONI, 2003).

Secadores de bandeja são úteis quando a taxa de produção é pequena, pois possibilitam maior flexibilidade na operação conforme maior ou menor disponibilidade das diferentes matérias-primas. Eles podem secar quase tudo, mas por causa do trabalho necessário para carga e descarga, eles são caros para operar. A secagem por circulação de ar através de camadas fixas de sólido é lenta, e ciclos de secagem são longos: 4 a 48 h por batelada. A secagem com circulação cruzada de ar encurta o ciclo de secagem, mas não reduz o trabalho exigido para carregar e descarregar cada batelada. No entanto, a economia de energia pode ser significativa (MCCABE, 1993).

Uma das modificações deste tipo de secador é o secador com bandejas apoiadas sobre uma base móvel, onde as bandejas são colocadas em carrinhos rolantes que são introduzidos no secador e se movimentam no interior da câmara de secagem. Isto significa uma economia de tempo considerável, uma vez que os veículos podem ser carregados e descarregados para fora do secador.

Estes secadores são semi-contínuos com capacidade de secagem muito superior aos de bandejas fixas, sendo indicados para fábricas de média a grande capacidade. Os túneis de secagem são secadores de maior porte, portanto, demandam mais espaço dentro da fábrica. Basicamente, constituem-se de uma grande câmara de secagem, neste caso designada de

túnel, capaz de comportar vários carrinhos que se movimentam no seu interior de maneira programada e semi-contínua. A operação é simples, enquanto em uma extremidade do túnel se efetua a carga de um carrinho com produto úmido, na outra é retirado um carrinho com produto desidratado (MELONI, 2003; GEANKOPOLIS, 1998).

Os túneis secadores são construídos em dois modelos: concorrente e contracorrente. No concorrente (Figura 9), a secagem inicial é rápida em função do contato do ar quente e seco com o produto úmido. No final, a secagem é mais lenta, pois o carrinho ocupa uma posição dentro do túnel em que o ar é relativamente mais frio e úmido.

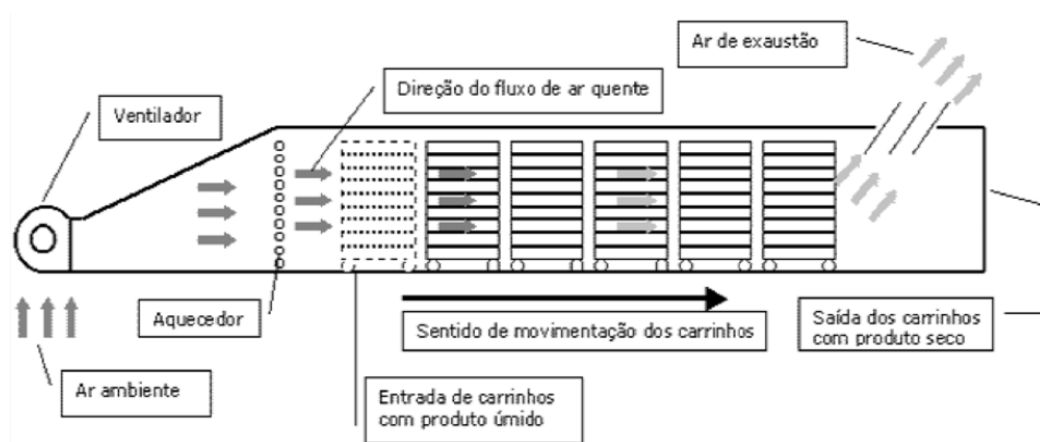


Figura 9 - Esquema do secador tipo túnel concorrente (MELONI, 2003).

Já no secador contracorrente (Figura 10), a secagem inicial é lenta, com ar mais frio e úmido e à medida que caminha dentro do túnel perde água, chegando às posições finais recebendo ar mais quente e seco.

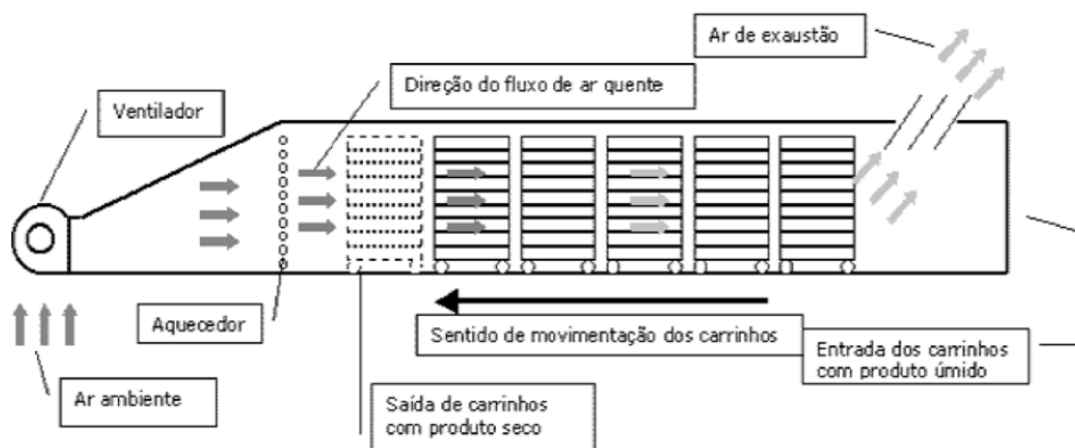


Figura 10 - Esquema do secador tipo túnel contracorrente (MELONI, 2003).

O aquecimento do ar pode ser realizado por meio de resistências elétricas, queima de gás GLP, uso de vapor em trocadores de calor, mas a escolha deve ser feita levando-se em consideração principalmente o aspecto econômico e de poluição ambiental. O projeto desses secadores pode ser melhorado, no que diz respeito à eficiência, através de dispositivos que permitam o reaproveitamento de parte do ar de exaustão, ou seja, através da recirculação de parte do ar que passou sobre o produto. A quantidade de ar a ser reaproveitada depende do produto que está sendo desidratado e do período da curva de secagem em que o produto se encontra (MELONI, 2003).

Secadores de bandejas podem ser operados a vácuo, muitas vezes com aquecimento indireto. Em uma câmara, dispõem-se placas ocas horizontais e paralelas, aquecidas internamente pela circulação de água quente ou vapor d'água. As placas são distribuídas no interior da câmara umas sobre as outras, transportando calor por condução para as bandejas contendo o produto acima delas e por radiação da placa logo acima de uma bandeja. As temperaturas utilizadas são entre 30 a 60°C. Eles são utilizados para produtos muito sensíveis ao calor, como vitaminas e sucos de frutas (MELONI, 2003; MCCABE, 1993). A Figura 11 mostra um esquema de secador de bandejas a vácuo.

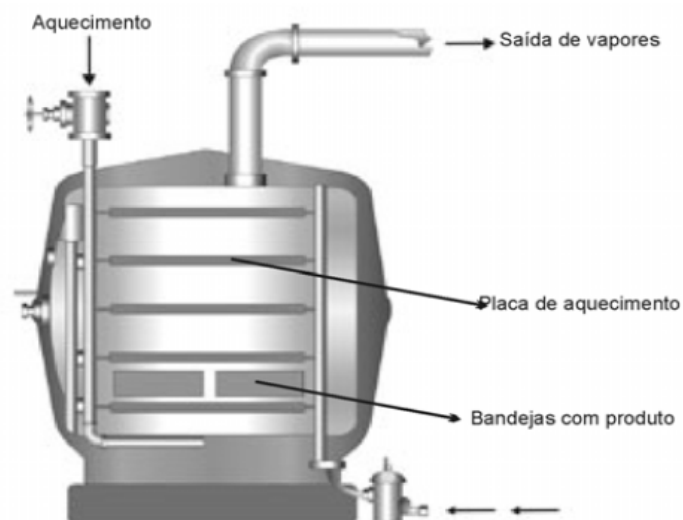


Figura 11 - Esquema de secador de bandejas a vácuo (MELONI, 2003).

2.4. Análise sensorial

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. No setor de alimentos, a análise sensorial é de grande importância por avaliar a aceitabilidade no mercado e a qualidade do produto, sendo parte essencial ao plano de controle de qualidade de uma indústria. Pode se avaliar a seleção da matéria prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros. O resultado, que deve ser expresso de forma específica conforme o teste aplicado, é estudado estatisticamente concluindo assim a viabilidade do produto (TEIXEIRA, 2009).

Para se fazer uma análise sensorial de um produto, existem vários métodos com objetivos específicos, que são selecionados conforme o objetivo da análise, como, por exemplo, métodos afetivos para se verificar a aceitabilidade do mercado consumidor. Os métodos podem ser divididos em três grandes grupos, método afetivo, método de diferença ou discriminativo e o método analítico ou descritivo, e para cada grupo existem testes específicos (MEILGAARD et al., 2006).

O método afetivo consiste na manifestação subjetiva do julgador sobre o produto testado, expressando o seu estado emocional ou reação afetiva ao escolher um produto pelo outro. É a forma usual de se medir a opinião de um grande número de consumidores com respeito as suas preferências, gostos e opiniões. Os julgadores não precisam ser treinados bastando ser consumidores frequentes do produto em avaliação. Basicamente, os testes afetivos podem ser classificados em duas categorias: de preferência (escolha), com o objetivo de verificar qual amostra é preferida em detrimento de outra, e de aceitação (categoria), no qual se deseja saber a probabilidade de uma pessoa adquirir o produto testado.

Os testes sensoriais discriminativos ou de diferença são considerados métodos objetivos, utilizados em controle de qualidade, desenvolvimento de novos produtos e para testar a precisão e a confiabilidade dos provadores, com os efeitos das opiniões dos indivíduos minimizados. Medem atributos específicos pela discriminação simples, indicando

por comparações, se existem ou não diferenças estatísticas entre amostras analisadas. Os testes discriminativos ou de diferença mais empregados em análise sensorial são o triangular, duo-trio, ordenação, comparação pareada e comparação múltipla ou diferença do controle.

Os testes descritivos ou analíticos descrevem os componentes ou parâmetros sensoriais e medem a intensidade em que são percebidos. Geralmente, a equipe sensorial define previamente os termos relativos às propriedades mais relevantes do produto e sua sequência de avaliação. Os julgadores devem ser treinados a usar a escala de forma consistente em relação à equipe e às amostras, durante todo período de avaliação. As técnicas descritivas mais utilizadas são o do perfil de sabor, perfil de textura, a análise descritiva quantitativa (ADQ) e os testes de duração (tempo-intensidade) (ZENEBO, 2008).

O teste utilizado neste trabalho foi o teste de escala de ação, também chamado de teste de escala de atitude ou intenção. Esse teste expressa a vontade do avaliador de consumir, adquirir ou comprar, um produto que lhe é oferecido. Geralmente utiliza uma escala de sete pontos, sendo (7) comeria sempre; (6) comeria muito frequentemente; (5) comeria frequentemente; (4) comeria ocasionalmente; (3) comeria raramente; (2) comeria muito raramente; (1) nunca comeria (ARAÚJO, 2009). Com os testes de escala de ação é possível perceber se a comercialização do produto analisado sensorialmente é viável ou não, sendo estes muito importantes para as indústrias, pois podem ajudar a elaborar novos produtos e controlar os produtos produzidos de modo a terem maior aceitação junto do consumidor final e para fins de controle de qualidade interno (SILVA, 2011).

3. METODOLOGIA

3.1. Análises físico-químicas dos frutos do cerrado

As análises físico-químicas das amostras de pequi e araticum foram realizadas com base nas normas do Instituto Adolf Lutz (ZENEBON et al, 2008). As análises realizadas foram: determinação da acidez titulável por volumetria com indicador (Norma 310/IV), determinação do pH (Norma 017/IV), perda por dessecação - umidade (Norma 012/IV) e resíduo por incineração – cinzas (Norma 018/IV).

Para realizar a determinação de pH do pequi pesou-se 10,0648 g de amostra em um béquer e a diluição foi feita com auxílio de 100 ml de água destilada. O conteúdo foi agitado até que as partículas ficassem uniformemente suspensas. Calibrou-se o pHmetro e, em seguida, mediu-se o pH da amostra preparada. Já para o araticum realizou-se o mesmo procedimento, pesando-se 10,8557g de amostra.

Para determinar o índice de acidez do pequi e do araticum, preparou-se uma solução de NaOH 0,1 M, a qual foi padronizada para o cálculo da sua concentração real. Pesaram-se três amostras de pequi, para realizar a triplicata, e cada uma foi diluída com 100 ml de água destilada e em seguida, 3 gotas de solução de fenolftaleína foram adicionadas. As amostras foram tituladas com a solução anteriormente preparada, sob agitação constante, até a coloração rósea persistir por 30 segundos. Os volumes gastos de solução de hidróxido de sódio foram anotados e o índice de acidez calculado utilizando-se a Equação 1.

$$\text{Índice de Acidez} = \frac{V \cdot f \cdot M \cdot 100\%}{m} \quad (1)$$

Onde: V = volume utilizado na titulação (L);

f = fator de correção da concentração de NaOH (adimensional);

M = molaridade da solução (mol/L);

m = massa de amostra usada na titulação (g).

Sendo f dado por:

$$f = \frac{C_R}{C_E} \quad (2)$$

Onde: C_R = concentração real (mol/L)

C_E = concentração esperada (mol/L).

Para determinação do teor de umidade do pequi, pesou-se 4,0233 g de amostra em uma cápsula de porcelana, de massa conhecida. Colocou-se a amostra na estufa a 105°C durante 24 horas. Decorrido este tempo, obteve-se 2,4041 g de massa seca. Depois, com essa amostra seca, obteve-se o teor de cinzas. Colocou-se a amostra em uma mufla a 550°C durante uma hora. Retirou a amostra da mufla e obteve 0,0314 g de massa de cinzas. Para o araticum, pesou-se 5,0394 g de amostra, após as 24h na estufa obteve-se 1,084 g de massa seca e após passada 1h na mufla obteve-se 0,0138 g de massa de cinzas. Os cálculos realizados para a determinação do teor de umidade do produto, bem como cinzas foram feitos mediante aplicação das equações 3 e 4.

$$\text{Teor de umidade} = \frac{m_{\text{úmida}} \times 100\%}{m_{\text{amostra}}} \quad (3)$$

$$\text{Teor de cinzas} = \frac{m_{\text{cinzas}} \times 100\%}{m_{\text{amostra}}} \quad (4)$$

Onde: $m_{\text{úmida}}$ = massa de água contida na amostra (g);

m_{amostra} = massa da amostra (g);

m_{cinzas} = massa de cinzas (g).

3.2. Curvas de secagem

Após das análises físico-químicas, determinou-se a curva de secagem de cada fruto, com as amostras já caracterizadas.

Primeiramente, o secador de bandejas (Figura 12) foi colocado em funcionamento sem carga durante 30 minutos, para uniformização da temperatura do ar de secagem. Em

seguida os pequis foram lavados com água corrente para retirada das impurezas e a polpa dos mesmos foi cortada em lascas visando simular a geometria de uma placa plana infinita. Em seguida, colocou-se em um béquer, 1 litro de água e aproximadamente 15 ml de água sanitária para higienização das fatias as quais permaneceram nessa solução por 10 minutos.

Após, retirou-se as fatias da solução e mediu com o auxílio de um paquímetro as espessuras de três fatias de pequi, realizando a triplicata. Depois, as fatias do fruto foram colocadas separadamente em um recipiente com furos, e foram pesadas em uma balança digital. Em seguida, o recipiente contendo as fatias de pequi, foi colocado em um desidratador a 50°C mantendo o fluxo de ar paralelo às fatias. O mesmo procedimento foi realizado para secagem nas temperaturas de 60 e 70 °C. O acompanhamento da redução da umidade da amostra foi realizado por pesagens em intervalos de tempo pré-determinados em balança digital com precisão de $\pm 0,01$ g até peso constante.

Após a obtenção das curvas de secagem, mediram-se novamente as espessuras de três fatias do fruto, para poder comparar com a espessura inicial. Enfim, as amostras secas foram acondicionadas em sacos plásticos e os mesmos foram armazenados dentro de um pote a vácuo. O mesmo procedimento para obtenção das curvas de secagem foi realizado para o araticum.

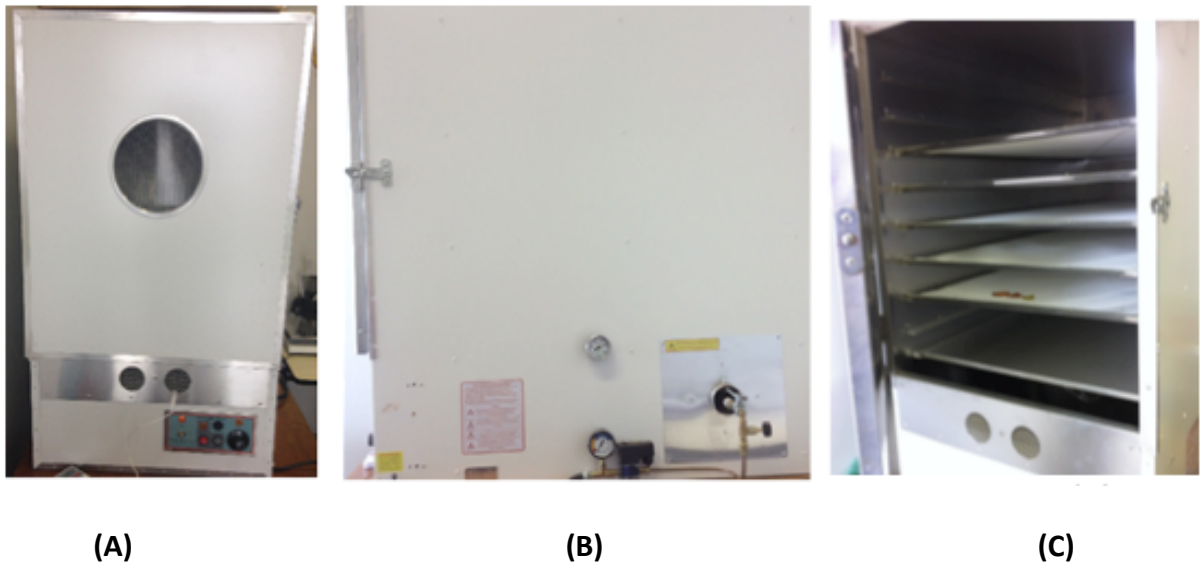


Figura 12 - Desidratador utilizado na secagem: (A) vista frontal, (B) lateral e (C) interna (Modelo: Desidratador Pardal PEG 60).

3.3. Modelagem matemática

Devido à complexidade dos fenômenos que ocorrem durante a secagem, vários pesquisadores já propuseram diversas teorias para descrever o comportamento da secagem. Entre essas teorias encontra-se a teoria difusional, a teoria capilar, a teoria de Luikov, a teoria de Phillip & de Vries, a teoria de Krisher–Berger & Pei, a teoria da conservação–evaporação. Como as duas primeiras teorias fundamentam as outras teorias, os dados da secagem foram ajustados à teoria difusional.

Para a escolha de um processo ideal de secagem devem-se analisar vários fatores como: propriedades organolépticas (sabor e aroma), tempo e energia gasta. O tempo de processo, ou seja, a velocidade de troca de calor entre a matéria-prima e o ar que pode ser analisado através da difusividade efetiva nas diversas temperaturas de processo.

A Teoria Difusional se apoia exclusivamente sobre a Lei de Fick, que expressa que o fluxo de massa por unidade de área é proporcional ao gradiente de concentração da água. Utilizando a Lei de Fick, na equação de balanço de massa de água no interior do produto, tem-se:

$$\frac{\partial X}{\partial t} = \nabla \cdot (D_{ef} \cdot \nabla X) \quad (5)$$

Onde: X = conteúdo de umidade ($\text{kg}_{\text{água}} / \text{kg}_{\text{massa seca}}$);

t = tempo (s);

D_{ef} = difusividade efetiva (m^2/s).

Esta forma da Lei de Fick está simplificada, já que ela despreza a interdifusão, mas esta hipótese é justificada, uma vez que a água migra no interior de uma matriz fixa.

Para o caso de secagem em sistemas de coordenadas cartesianas, com direção unidirecional (z) em uma placa de espessura $2L$, a equação (5) pode ser escrita por:

$$\frac{\partial X}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D_{ef} \cdot \frac{\partial X}{\partial z} \right) \quad (6)$$

As seguintes condições iniciais e de contorno para a equação (6) são:

Umidade inicial uniforme: $X(z,t) = X(z,0) = X_0$

Umidade máxima no centro: $\left. \frac{\partial X}{\partial z} \right|_{z=0} = 0$

Umidade constante na superfície: $X(z,t) = X(L,t) = X_{eq}$

E aplicando-se a definição de média, tem-se:

$$\bar{X} = \frac{1}{L} \int_0^L X(z,t) dz \quad (7)$$

Assumindo-se que a umidade se distribui uniformemente e, que a resistência externa é insignificante, a solução da lei de Fick é representada por uma série infinita:

$$\bar{Y} = \frac{\bar{X} - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} = \frac{8}{\pi^2} \cdot \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{(2i+1)^2} \cdot \exp \left[-(2i+1)^2 \cdot \pi^2 \cdot D_{ef} \cdot \frac{t}{4L^2} \right] \quad (8)$$

Onde: D_{ef} = difusividade efetiva (m^2/s);

\bar{Y} = conteúdo adimensional de umidade (adimensional);

\bar{X} = conteúdo médio de umidade ($kg_{\text{água}} / kg_{\text{massa seca}}$);

X_{eq} = conteúdo de umidade de equilíbrio ($kg_{\text{água}} / kg_{\text{massa seca}}$);

X_0 = conteúdo de umidade no instante inicial ($kg_{\text{água}} / kg_{\text{massa seca}}$);

i = número de termos na série;

t = tempo (s);

L = comprimento característico, semi-espessura da amostra (m);

z = direção da transferência (m).

Para longos períodos de secagem, essa equação pode ser simplificada para somente o primeiro termo da série, conforme representado pela equação (9).

$$\ln \left(\frac{X}{X_0} \right) = \ln \left(\frac{8}{\pi^2} \right) - \frac{\pi^2}{4L^2} \cdot D_{ef} \cdot t \quad (9)$$

Os valores de difusividade efetiva foram determinados pela plotagem dos dados de secagem experimental, em termos do logaritmo natural da razão de umidade pelo tempo de secagem da equação simplificada. O gráfico resultante fornece a seguinte reta de inclinação representada pela equação (10).

$$\text{Inclinação} = - \frac{\pi^2}{4L^2} \cdot D_{\text{ef}} \quad (10)$$

Assim, com o dado do coeficiente angular obtido do gráfico é possível calcular a difusividade efetiva.

A dependência da difusividade com a temperatura é expressa pela energia de ativação baseada em uma equação do tipo Arrhenius:

$$\ln(D_{\text{ef}}) = \ln(D_0) - \frac{E_a}{R \cdot T} \quad (11)$$

Onde: D_{ef} = difusividade efetiva (m^2/s);

D_0 = fator de Arrhenius (m^2/s);

E_a = energia de ativação (J/mol);

R = constante universal dos gases ($8,314 \text{ J/mol K}$);

T = temperatura absoluta (K).

Da inclinação da reta do gráfico $\ln(D_{\text{ef}})$ (eixo y) pelo inverso da temperatura (K) (eixo x), conforme descrito pela equação de Arrhenius, a energia de ativação foi calculada.

3.4. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com voluntários não treinados no Instituto de Química da Universidade de Brasília. Todos os voluntários já tinham comido antes e gostado das frutas in natura. Ela aconteceu aproximadamente dois meses após as desidratações dos frutos, fazendo com que o produto absorvesse um pouco de umidade do ar. Uma cabine sensorial foi montada, de forma que os provadores não aparecessem para outras pessoas, fazendo assim, que a sua reação não influenciasse outros consumidores ao redor. A análise sensorial ocorreu no Instituto de Química no período da tarde, um horário não muito movimentado e que ainda tinha luz natural. A total quarenta voluntários analisaram os produtos. A cabine sensorial está mostrada na Figura 13 e 14.



Figura 13 - Cabine sensorial.



Figura 14 - Interior da cabine sensorial.

As amostras foram nomeadas A, B e C, sendo a amostra A o pequi ou araticum desidratado a 70°C, a amostra B foi desidratada a 50°C e a amostra C a 60°C.



Figura 15 - Amostras codificadas de pequi e araticum desidratados.

Um questionário de avaliação foi apresentado aos consumidores não treinados para se avaliar as diferentes amostras dos frutos desidratados. O questionário tem como base o teste de escala de atitude ou de intenção e o teste de preferência, sendo uma mistura desses dois testes modificados para se adequar melhor a análise desejada. No Anexo I e II encontram-se os questionários entregues aos voluntários para analisar o araticum e o pequi desidratado, respectivamente.

De acordo com a escala apresentada no questionário, 10 a 8 é aprovação e 7 a 6 é reprovação do produto.

3.5. Análise econômica

No contexto da análise econômica, é importante levar em consideração os custos necessários para implantar e operar a indústria de desidratação de frutos, assim como todas as variáveis que influenciam seu funcionamento, onde serão levados em conta:

1) Custo de implantação da planta: valor do equipamentos e depreciação dos mesmos.

2) Custos de operação da planta: custo da matéria prima, custo de funcionários, custo do tempo de utilização do equipamento e custo das embalagens (FREITAS et al., 2006; ALMEIDA 2014).

3.5.1. Custo de implantação da planta

O custo de implantação da planta pode ser calculado mediante aplicação da equação (8) (FREITAS et al., 2006).

$$C_{ea} = C_e \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1} \quad (12)$$

Onde: C_{ea} = Custo do equipamento anualizado (em R\$).

C_e = Custo do equipamento (em R\$).

i = Taxa de juros (%).

n = Vida útil do equipamento (em anos).

3.5.2. Custo de operação da planta

O custo de operação da planta pode ser calculado mediante aplicação da equação (9) (FREITAS, et al. 2006).

$$C_{O\&M}=0,05.C_e+(12.R_t.N_t) \quad (13)$$

Onde: $C_{O\&M}$ = Custo de operação e manutenção do equipamento (R\$/ano).

C_e = Custo do equipamento (R\$).

R_t = Remuneração de cada trabalhador (R\$/trab).

N_t = Número de trabalhadores.

A quantidade de energia pode ser calculada mediante aplicação da equação (10) (FREITAS, et al. 2006).

$$Q_{\text{energia}} = N_{du} \cdot t_D \cdot P_g \cdot F_c \quad (14)$$

Onde: Q_{energia} = Quantidade de energia elétrica consumida (kW/ano).

N_{du} = Número de dias de utilização do equipamento (dias).

t_D = Tempo que o desidratador fica ligado durante por dia (hora).

P_D = Potência do desidratador (kWh).

F_c = Fator de carga (adimensional).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises físico-químicas

Os valores obtidos dos cálculos realizados mediante aplicação das equações 1, 2 e 3 são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas.

	pH	Acidez (% v/m)	Teor de umidade (% B.U.)	Teor de cinzas (%)
Araticum	4,09	18,23	78,5	0,27
Pequi	6,79	0,62	40,25	0,78

Os valores de pH do araticum e do pequi podem ser comparados com valores encontrados na literatura. Para o araticum, o valor encontrado é entre 3,66 a 4,87 (COHEN et al. 2010), e para o pequi é de 5,98 a 7,51 (VERA et al., 2007). Para o araticum, o valor médio da acidez total titulável ultrapassou os valores encontrados na literatura. Para Cohen et al. (2010) os valores de acidez total titulável variaram de 0,35% a 4,87%.

Essa diferença pode ter ocorrido devido ao longo tempo que o araticum ficou armazenado até ser feita a análise. Soares Júnior (2007) mostra em seu trabalho que a acidez total titulável aumenta com o tempo independentemente do tipo de embalagem, em razão da fermentação dos açúcares com formação de ácidos.

Já para o pequi, os valores encontrados podem ser comparados a valores encontrados na literatura, já que o esperado é entre 0,5% a 3,75% (OLIVEIRA et al., 2010). O teor de umidade teve um resultado um pouco abaixo do esperado para o pequi, mas dentro da faixa provável para o araticum. O teor de umidade do araticum encontrado na literatura é de 71,17% a 81,18% (COHEN et al. 2010) e o do pequi é de 42,25% a 59,51% (ENES et al., 2011). Outro parâmetro analisado foi o teor de cinzas, o valor para o araticum é de aproximadamente 0,47% (CARDOSO, 2011) e para o pequi é entre 0,75% a 5,25% (OLIVEIRA et al., 2010).

No geral os resultados foram satisfatórios apesar de alguns valores desviarem um pouco da faixa esperada quando comparados aos dados disponíveis na literatura. Isso pode

ser devido à diferença de regiões dos frutos coletados nesse experimento com os frutos coletados nos outros trabalhos. Essa diversidade de regiões gera uma variedade nas características físico-químicas dos frutos analisados.

A Tabela 3 apresenta os valores das espessuras das fatias dos frutos.

Tabela 3 - Valores de espessuras das fatias dos frutos.

	Antes da secagem (cm)	Depois da secagem (cm)
Araticum	0,71	0,14
	0,60	0,12
Média	0,66	0,13
Pequi	0,23	0,13
	0,51	0,30
Média	0,37	0,22

O encolhimento é explicado pelo fato de que a remoção da água durante a desidratação diminui a tensão exercida pelo líquido nas paredes celulares do produto, provocando a contração volumétrica. A desidratação reduz os espaços intracelulares assim, a matéria seca ocupa o lugar que anteriormente era ocupado pela água (AFONSO JR et al., 2003).

Porém nesse trabalho, não iremos considerar o encolhimento do alimento durante a secagem, como forma de simplificar a modelagem matemática do processo de secagem.

4.2. Curvas de secagem

Após a realização das curvas de secagem, é possível observar diferenças na aparência dos frutos do cerrado, como o encolhimento, o ressecamento, a textura e a mudança de cor. As figuras 16 e 17 mostram essas diferenças. O pequi fica duro e com uma cor mais uniforme. Já o araticum sofre mais modificações, ficando menor, mais escuro e duro.



(A)

(B)

Figura 16 - Pequi (A): antes e (B) depois da desidratação.



(A)

(B)

Figura 17 - Araticum: (A) antes e (B) depois da desidratação.

A Figura 18 apresenta as curvas típicas de secagem do araticum para três temperaturas do ar de secagem distintas, 50, 60 e 70 °C.

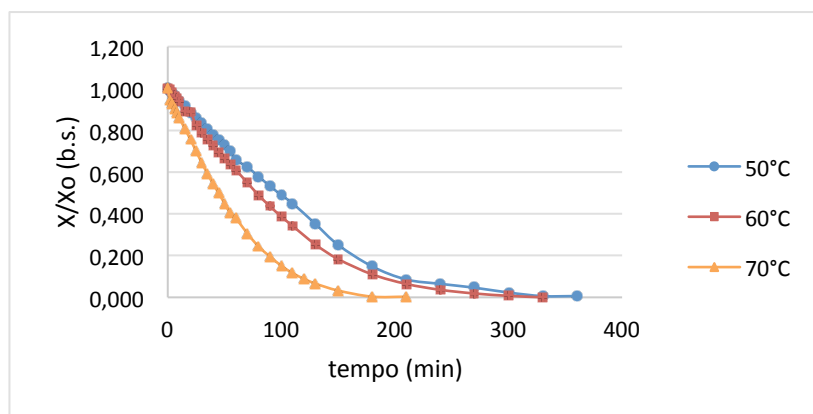


Figura 18- Curva de secagem adimensional do araticum.

A Figura 19 apresenta as curvas típicas de secagem do pequi para três temperaturas do ar de secagem distintas, 50, 60 e 70 °C.

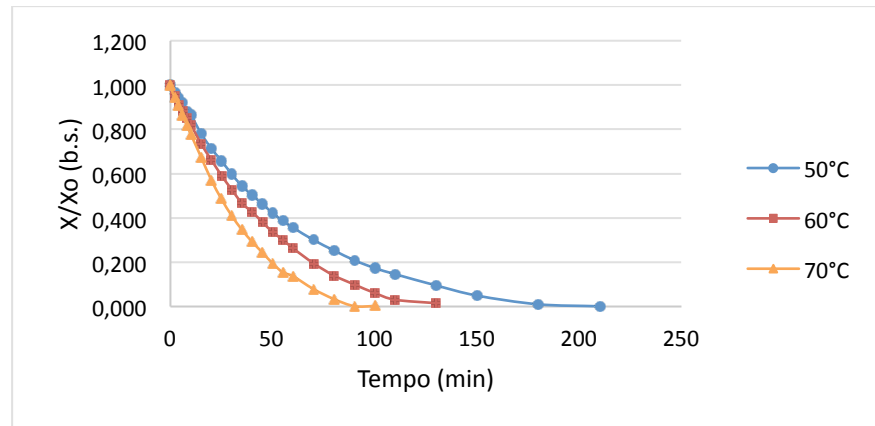


Figura 19 - Curva de secagem adimensional do pequi.

Analisando os gráficos apresentados nas Figuras 18 e 19, pode-se observar que quanto maior for a temperatura do ar de secagem, maior é a taxa de secagem, e conseqüentemente, menor é o tempo de secagem. Também se pode comparar o tempo de secagem entre os frutos. A secagem do pequi levou menos tempo do que a secagem do araticum devido ao maior teor de água encontrado no araticum.

O araticum apresentou umidade inicial (in natura) igual a 78,5%, já o pequi apresentou teor de umidade in natura de 40,25%.

Gouveia et al. (2003) estudou em seu trabalho a secagem de frutos de cajá em secador de leito fixo. Observou que a cinética de secagem é fortemente influenciada pela temperatura, a aplicação de temperatura mais elevada reduziu significativamente o tempo necessário para secar o cajá, ou seja, para um mesmo tempo de processo, quanto maior for a temperatura do ar, maior é a taxa de secagem. Para a temperatura de 50 °C, ele obteve um período de secagem de 38h e 30 min., já para a temperatura de 80 °C obteve-se 9h30min de secagem, indicando que a temperatura é a variável de maior influência no processo.

Além disso, o processo de secagem ocorre na ausência do período da taxa constante de secagem, o que sugere o processo de difusão de umidade, do interior do produto para a superfície do mesmo, como o mecanismo físico predominante ao longo do

processo. Concordantes com essa observação encontram-se os estudos realizados por Silva, A. S. A. et al. (2009) e Almeida et al. (2006), para a secagem de banana maça e acerola, respectivamente.

4.3. Modelagem matemática

As Figuras 20 e 21 apresentam as curvas obtidas para determinação da difusividade efetiva (Equação 9 e 10) do araticum e do pequi, respectivamente, para as diferentes temperaturas.

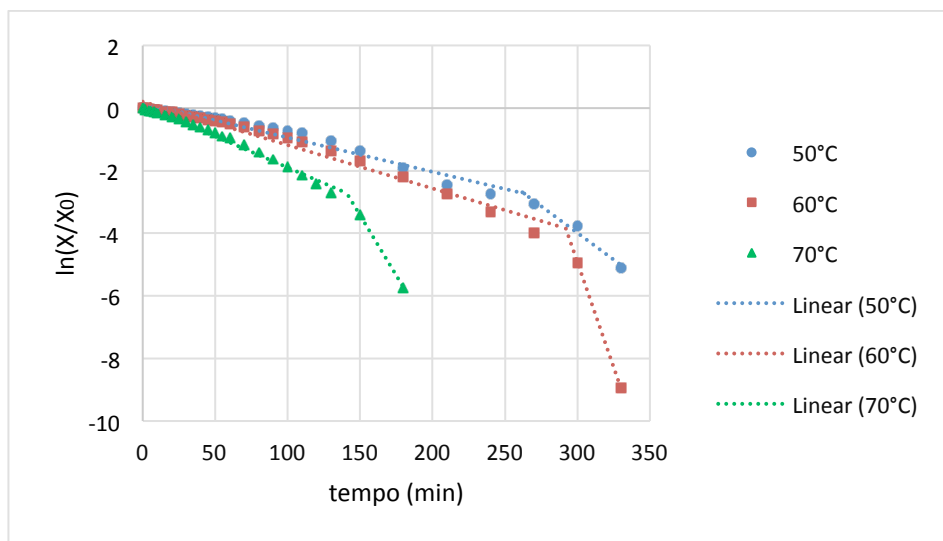


Figura 20 - Curvas obtidas em diferentes temperaturas para determinação da difusividade efetiva do araticum.

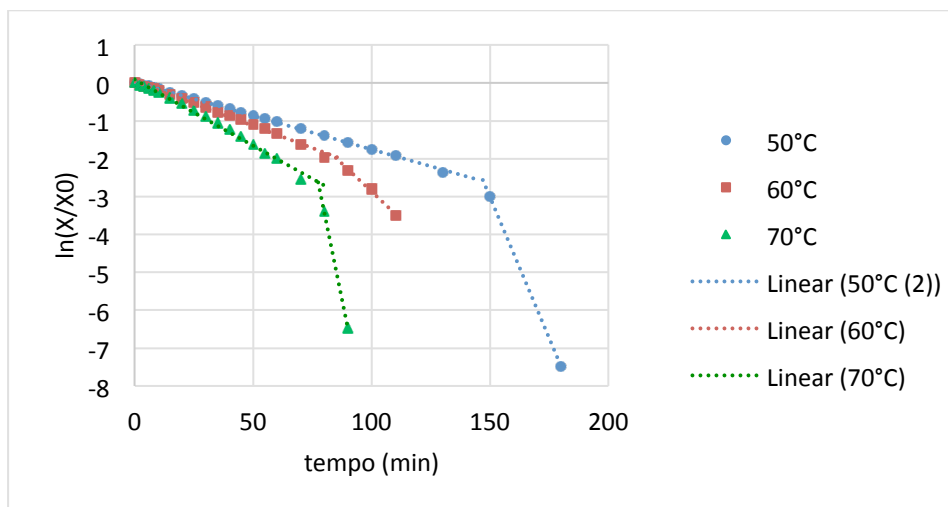


Figura 21 - Curvas obtidas em diferentes temperaturas para determinação da difusividade efetiva do pequi.

Foi verificada a existência de dois coeficientes de difusão nas duas curvas, indicando que há alteração no mecanismo de transferência de massa dentro das fatias de pequi e de araticum durante o processo de secagem. A existência de dois coeficientes está associada ao aumento dos espaços intercelulares que se formam à medida que a água vai sendo removida, podendo formar pequenos canais de condução de vapor até a superfície da fatia (VASQUES, 2003). O aumento dos espaços intracelulares é intensificado para temperaturas mais elevadas. Os coeficientes de difusão obtidos para as diferentes temperaturas do ar de secagem estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Difusividades efetivas (Def) obtidas nas secagens do araticum e do pequi para o primeiro e segundo período de secagem.

Frutos	Temperatura (°C)	Def ₁ (m ² /s)	Def ₂ (m ² /s)	R ₁ ²	R ₂ ²
Araticum	50	1,39 x 10 ⁻⁰⁷	4,34 x 10 ⁻⁰⁷	0,96	0,97
	60	1,77 x 10 ⁻⁰⁷	1,71 x 10 ⁻⁰⁶	0,97	1
	70	2,54 x 10 ⁻⁰⁷	9,77 x 10 ⁻⁰⁶	0,99	1
Pequi	50	6,07 x 10 ⁻⁰⁸	5,08 x 10 ⁻⁰⁷	0,99	1
	60	7,98 x 10 ⁻⁰⁸	2,01 x 10 ⁻⁰⁷	0,99	0,99
	70	1,19 x 10 ⁻⁰⁷	1,05 x 10 ⁻⁰⁶	0,99	1

A Figura 22 fornece a curva para o cálculo da energia de ativação (Equação 10) do processo de desidratação do araticum e do pequi para diferentes temperaturas.

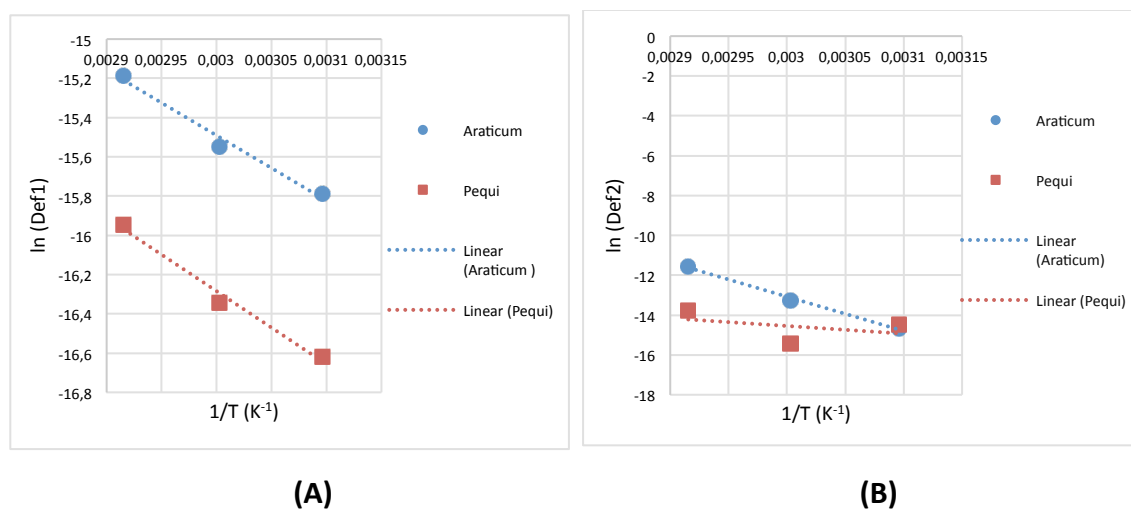


Figure 22 - Curvas obtidas na determinação da energia de ativação (A) 1 e (B) 2 do araticum e do pequi.

A Tabela 5 apresenta os valores da energia de ativação para o processo de desidratação do araticum e do pequi em diferentes temperaturas para os dois períodos de secagem.

Tabela 5 - Energias de ativação (Ea) do processo de secagem do araticum e do pequi.

Amostra	$D_{0,1}$ (m ² /s)	$D_{0,2}$ (m ² /s)	Ea ₁ (J/mol)	Ea ₂ (J/mol)	R ₁ ²	R ₂ ²
Araticum	4×10^{-3}	$5,78 \times 10^{16}$	27.634,90	143.183,71	0,98	0,99
Pequi	$5,98 \times 10^{-3}$	$5,26 \times 10^{-2}$	30.940,55	32.140,26	0,98	0,18

Comparando os resultados apresentados, pode-se perceber que a energia de ativação é maior para o pequi do que para o araticum. Trabalhos desenvolvidos na área apresentam valores de energia de ativação para o pequi na faixa de 27,21 a 41,30 kJ/mol (SOUZA et al., 2014). Já para o araticum não foram encontrados valores de energia de ativação. Porém, ZOGZAS et al. (1996) ressalta que a energia de ativação para produtos agrícolas varia entre 12,7 a 110 kJ/mol. Portanto, o pequi e o araticum se apresentam dentro da faixa de energia de ativação esperada.

4.4. Análise sensorial

As Figuras 23 e 24 apresentam os gráficos de aceitação das amostras de araticum e pequi baseados nas respostas dos consumidores não treinados à avaliação sensorial aplicada.

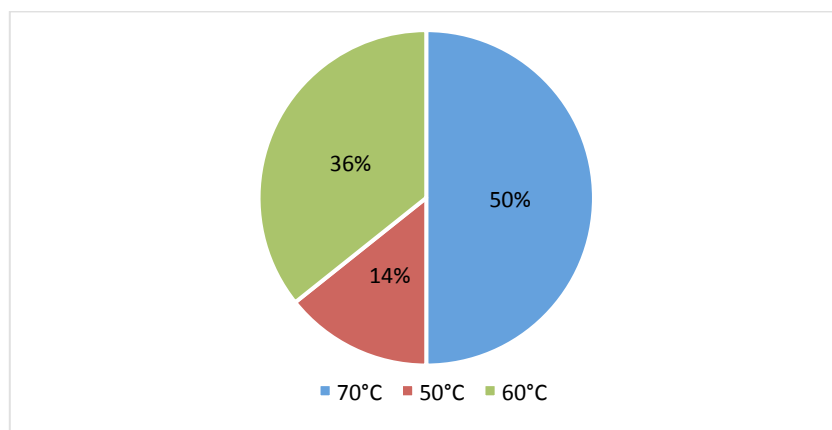


Figura 23 - Aceitação das amostras de araticum.

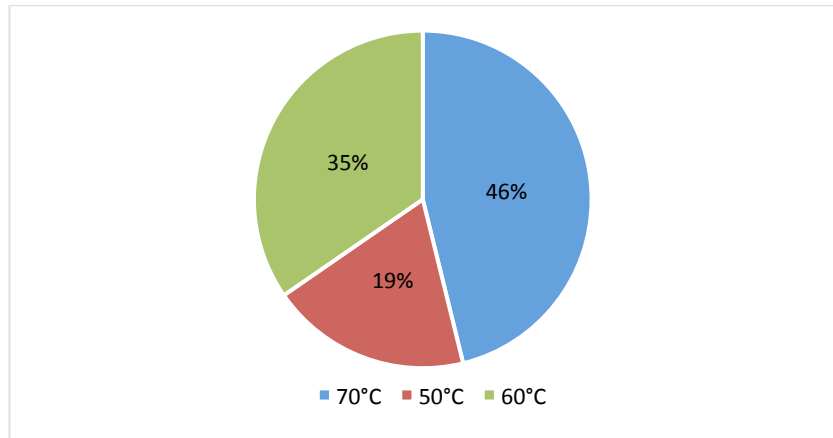


Figura 24 - Aceitação das amostras de pequi.

A partir desses gráficos é possível concluir que as amostras de araticum foram mais bem aceitas pelos consumidores não treinados do que as de pequi. E no caso de ambas as amostras, a temperatura de secagem preferida foi a de 70°C, esta justificada pelas fatias estarem mais crocantes. Portanto, a temperatura utilizada no processo de secagem para analisar a viabilidade econômica será a de 70°C.

4.5. Viabilidade econômica

4.5.1. Memorial de cálculos

Custo operacional (CTO)

O custo total operacional é baseado no custo da matéria-prima, nos custos com a contratação de funcionários e no custo de energia elétrica que o desidratador consome.

Considerando que será uma empresa colaborativa, o custo com matéria prima e funcionários é nulo. Os frutos serão coletados do assentamento Márcia Cordeiro Leite, mas conhecido como Monjolo, e os funcionários serão pessoas da própria comunidade.

O assentamento Monjolo está localizado na antiga Fazenda Monjolo e Lagoa Bonita, Região Administrativa (RA) de Planaltina, Brasília - DF (SILVA, 2011). Nesse assentamento são coletados em média 500 kg de araticum e 500 kg de pequi por ano. Os 500 kg de araticum

coletados contam com casca e semente, e como no processo de secagem são usados somente a polpa do fruto, deve-se desconsiderar o peso da casca e das sementes.

Em trabalho publicado por Silva, A. M. L. et al. (2009), encontra-se que o rendimento médio em polpa de fruto de araticum é de 55% a 65%. Logo, o rendimento médio em polpa é de 60%. Assim, o assentamento produziria, em média, 300 kg de polpa de araticum/ano. No caso do pequi, o fruto já viria sem a casca, somente com o caroço. O rendimento médio em polpa do caroço do pequi é de 40,74% (VERA et al., 2005). Assim, o assentamento produziria 203,7 kg de polpa de pequi/ano.

Como em uma batelada de secagem de araticum utiliza-se 7,79 kg de polpa araticum, para os 300 kg de araticum são necessárias 39 bateladas, ou seja, 39 dias de trabalho, considerando uma batelada por dia. Já para o pequi, em uma batelada de secagem, utiliza-se 4,17 kg de polpa de pequi e para desidratar 203,7 kg de polpa de pequi são necessárias 49 bateladas, ou seja, 49 dias de trabalho.

Portanto, a empresa funcionará adequadamente somente com um desidratador, já que a produção do assentamento Monjolo é baixa. Dado que a época de maturação dos frutos é uma seguida da outra, primeiramente o desidratador será utilizado para o pequi, já que sua época de colheita é de setembro até início de fevereiro, e depois para o araticum, que tem sua colheita realizada entre fevereiro e abril.

É importante ressaltar que antes da troca de fruto, deve-se realizar uma limpeza para retirada das impurezas, o cheiro e os restos de frutos desidratados. Considerando as épocas de colheita, a empresa trabalhará somente oito meses por ano no processo de desidratação dos frutos.

$$\begin{aligned} CEC_{\text{araticum}} &= 1,3 \text{ kWh} * 5\text{h} * R\$ 0,56844749/\text{kWh} = R\$ 3,69/\text{batelada} \\ R\$ 3,69/\text{batelada} * 39 \text{ bateladas/ano} &= R\$ 144,10/\text{ano} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CEC_{\text{pequi}} &= 1,3 \text{ kWh} * 4,5\text{h} * R\$ 0,56844749/\text{kWh} = R\$3,33/\text{batelada} \\ R\$3,33/\text{batelada} * 49 \text{ bateladas/ano} &= R\$162,95/\text{ano} \end{aligned}$$

Logo, o custo total operacional é dado pelo seguinte somatório:

$$CTO = CEC_{araticum} + CEC_{pequi} = R\$ 144,10/\text{ano} + R\$162,95/\text{ano} = R\$ 307,05/\text{ano}$$

Custo total de manutenção do equipamento (CTME)

O custo de manutenção pode ser calculado somando o valor referente à manutenção dos equipamentos e o valor referente à depreciação dos mesmos. Os equipamentos utilizados são o desidratador e a seladora de embalagem.

Levando em conta que o valor de manutenção anual do equipamento (CME) representa 5% do valor deste tem-se:

$$CME_{\text{DESIDRATADOR}} = R\$ 2.961,99 * 0,05 = R\$148,0995/\text{ano}$$

$$CME_{\text{SELADORA}} = R\$ 475,00 * 0,05 = R\$23,75/\text{ano}$$

O custo de depreciação (CD) do desidratador e da seladora corresponde a 10% do valor total do equipamento, pois a vida útil estimada dos equipamentos é de 10 anos.

$$CD_{\text{DESIDRATADOR}} = R\$ 2.961,99 * 0,1 = R\$296,199/\text{ano}$$

$$CD_{\text{SELADORA}} = R\$ 475,00 * 0,1 = R\$ 47,5/\text{ano}$$

O total dos custos de manutenção representa então o seguinte somatório:

$$CTME = CME + CD$$

$$CTME_{\text{DESIDRATADOR}} = R\$148,0995/\text{ano} + R\$296,199/\text{ano} = R\$ 444,2985/\text{ano}$$

$$CTME_{\text{SELADORA}} = R\$23,75/\text{ano} + R\$ 47,5/\text{ano} = R\$ 71,25/\text{ano}$$

$$CTME = CTME_{\text{DESIDRATADOR}} + CTME_{\text{SELADORA}}$$

$$CTME = R\$ 444,2985/\text{ano} + R\$ 71,25/\text{ano} = R\$ 515,5485/\text{ano}$$

Custo de embalagem (CE)

A embalagem ideal para frutos desidratados é o saco de polietileno com 25 µm de espessura por parede, para conter de 5 a 10 kg de produto. Porém, atualmente existe uma grande tendência em oferecer aos consumidores embalagens para consumo individual, ou seja, com pequenas porções para consumo imediato (MELONI, 2003).

Nesse trabalho, o araticum possuiu o teor de umidade igual a 78,5%. Com isso, após os 300 kg de polpa do araticum serem desidratados, obtém-se 64,5 kg de araticum seco. Já o pequi apresentou o teor de umidade igual a 40,25%. Após a desidratação das 203,7 kg de polpa de pequi, obtém-se 121,7 kg de pequi desidratado. Levando em conta que a embalagem irá conter 100g de produto desidratado, serão necessárias 1862 embalagens/ano, sendo 645 unidades para o araticum e 1217 unidades para o pequi.

$$CE = R\$155,25/\text{mil unidades} * 1,862 \text{ unidades/ano} = R\$289,0755/\text{ano}$$

Custo de Produção (CP)

O custo de produção representa o somatório dos custos de manutenção, embalagem, operação e equipamento. Dessa forma, o custo de geração é:

$$CP = CTME + CE + CO$$

$$CP = R\$ 515,5485/\text{ano} + R\$289,0755/\text{ano} + R\$ 241,87/\text{ano} = R\$ 1.046,494/\text{ano}.$$

Comercialização (C)

A comercialização depende do rendimento de frutos desidratados (R), da quantidade de pacotes necessários (QP) e do preço de venda sugerido para cada pacote (Ps).

$$R = 503,7 \text{ kg de frutos desidratados/ano}$$

$$QP = R/100g = 503,7 \text{ kg}/100g = 5037 \text{ pacotes/ano}$$

As frutas desidratadas possuem uma grande faixa de preços. De acordo com pesquisas realizadas em mercados locais as frutas desidratadas embaladas em pacotes com

100g variam de R\$3,00 a R\$8,99, tendo uma média de R\$5,99 por pacote. Com base nesses dados, o preço por pacote de araticum e de pequi foi considerado R\$5,99. Assim, a comercialização é dada por:

$$C = P_s * QP = R\$5,99/\text{pacote} * 1862 \text{ pacotes/ano} = R\$ 11.153,38/\text{ano}$$

Total dos Lucros Anuais (LT)

O total dos lucros anuais pode ser obtido pela diferença dos custos de comercialização e dos custos de produção, como mostrado a seguir.

$$(L) = (C) - (CP)$$

A Tabela 6 apresenta os dados obtidos com base na operação do equipamento durante 8h por dia, 5 dias/semana x 12 meses por ano, considerando-se apenas os dias úteis da semana.

Tabela 6 - Custos anualizados para a implantação e utilização da planta de desidratação de frutos do cerrado que funciona 8h por dia durante os dias úteis.

Custo de implantação	
Valor do desidratador ¹	R\$ 2.961,99
Consumo energia desidratador ¹	1,3 kWh
Meses de operação	8
Horas de operação	8 horas/dia
Depreciação do desidratador ²	10 anos
Dias	5 dias/semana
Valor da seladora ⁴	R\$ 475,00
Depreciação da seladora	R\$ 47,50/ano
Custo de Operação	
• Custo total operacional (CTO)	
Custo de energia consumida (CEC)	R\$ 307,05/ano
• Custo Total de manutenção (CTME)	
5% (valor do equipamento) (CME)	R\$148,10/ano
Depreciação (CD)	R\$296,20/ano
CTME	R\$ 444,30/ano
• Custo da Embalagem (CE)	
Custo do material utilizado (CMU) ³	R\$ 135,00/mil unidades
Custo do material utilizado (com 15% de IPI) ³	R\$ 155,25/mil unidades
CE	R\$289,08/ano
• Custo de produção (CP)	
(CTO) + (CTME) + (CE)	R\$ 1.046,49/ano.
Comercialização (C)	
• Rendimento (R)	186,20 kg de fruto desidratado/ano
• Quantidade de pacotes (QP)	1862 pacotes de 100 g/ano
• C	R\$ 11.153,38/ano
TOTAL DOS LUCROS ANUAIS (LT)	
(C) – (CP)	R\$10.106,89/ano

Fonte: ¹= Site desidratador Pardal, ² = NOGUEIRA et al., 1997., ³=Site Abdo embalagens, ⁴ = Site casa das balanças.

Com o lucro de R\$10106,89/ano tem-se um lucro de 90,6%. Ou seja, o custo de produção é menor que 10% do preço das vendas. Com isso, podemos comprovar que a desidratação de frutas com secador de bandejas é um processo de baixo custo para pequenos produtores. Nesse trabalho não foram considerados gastos com utensílios utilizados no processamento dos frutos.

4.6. Fluxograma de processamento

A Figura 25 apresenta o fluxograma de processamento proposto para o trabalho.

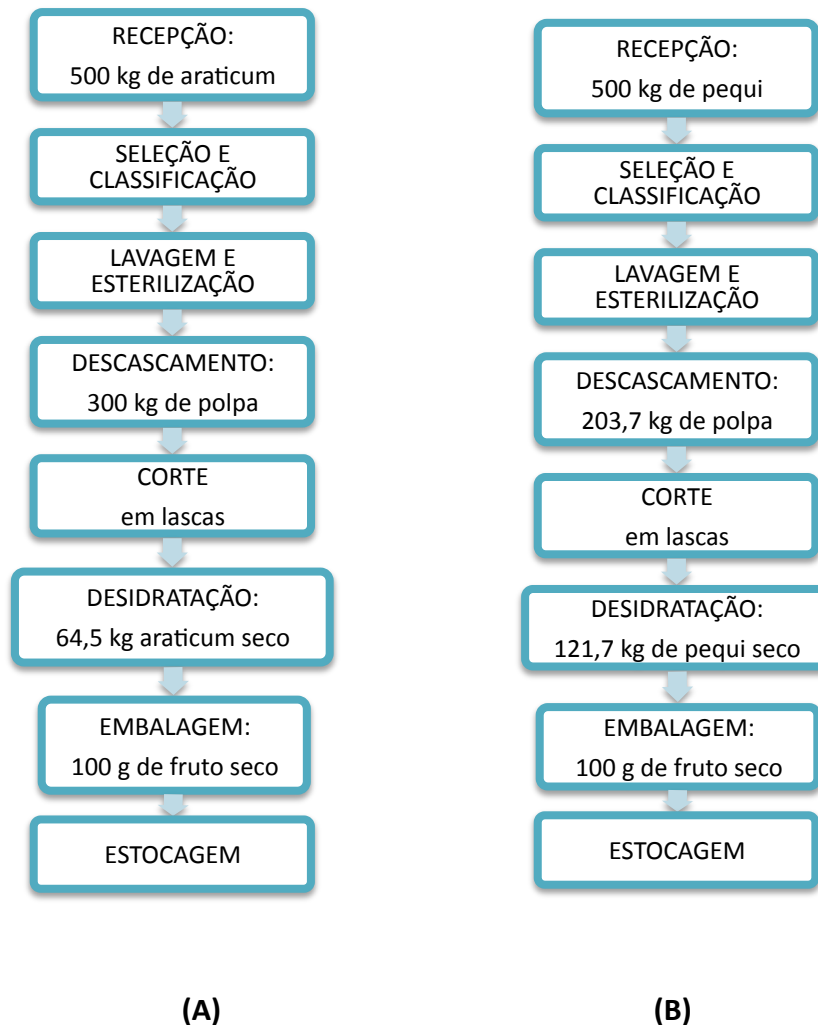


Figura 25 - Fluxograma do processo de desidratação do araticum (A) e do pequi (B).

Como observado no fluxograma, os dois frutos passam pelas mesmas etapas de processamento.

Na recepção da matéria prima chegam os frutos, e a primeira ação a ser feita é a pesagem e a pré-seleção. As matérias primas estragadas, atacadas por insetos e fungos, germinadas e as que se encontram maduras demais serão descartadas. Na etapa seguinte, as frutas impróprias e podres serão descartadas, assim como pedaços de folhas, caules, pedras, etc. Depois, classifica-se a matéria prima de acordo com o grau de maturação, cor, rendimento (peso) e tamanho.

Já na lavagem, os frutos são submetidos à imersão em tanques contendo água clorada, por uns 10 minutos. Esse processo permite remover as sujidades e contaminantes que se encontram junto com as matérias primas. A quantidade de cloro a ser adicionada dependerá da porcentagem de cloro ativo no produto comercial.

No descascamento, a casca é removida manualmente, assim como extremidades e partes danificadas. O corte é realizado com uma faca esterilizada, devendo ser laminar e fino, para facilitar a secagem. A desidratação é realizada num período de 5h para o araticum e de 4,5h para o pequi. Depois da desidratação, a fruta já deve ser embalada, mas antes disso, as frutas desidratadas devem estar à temperatura ambiente. A estocagem deve ser feita em local seco, fresco, arejado e protegido contra a ação de insetos e roedores.

5. CONCLUSÃO

A secagem de alimentos é um método de baixo custo que possui principalmente a vantagem de conservar o alimento e diminuir o peso do mesmo, facilitando assim o manuseio e diminuindo o custo com transporte e embalagem.

Observou-se que nas diferentes temperaturas do ar de secagem que o alimento é submetido, as características organolépticas dos frutos são modificadas e os custos de produção também são alterados. A temperatura de 70°C foi a mais aceita no teste de análise sensorial, devido ao fato de que as fatias apresentam mais crocância. Outra vantagem do processo ser realizado nessa temperatura é o seu menor custo de produção, já que é necessário um menor tempo para desidratar as fatias dos frutos, e com isso, o consumo de energia elétrica é menor.

O pequi demora menos tempo para ser desidratado do que o araticum, pois possui menor teor de umidade. Os valores de difusividade efetiva encontrados aumentam com o aumento da temperatura do ar de secagem, mostrando a diminuição das resistências internas de secagem com o aumento da temperatura. Para o araticum a difusividade efetiva do primeiro período de secagem subiu de $1,39299 \cdot 10^{-07}(\text{m}^2/\text{s})$, na curva de 50°C, para $2,54195 \cdot 10^{-07}(\text{m}^2/\text{s})$, na curva de 70°C.

As energias de ativação mostraram que o pequi possui maior resistência interna de secagem do que o araticum. Para o primeiro período de secagem, o araticum apresentou energia de ativação igual a 27634,9kJ/mol, e o pequi apresentou igual a 30940,55 kJ/mol.

O desenvolvimento deste trabalho demonstrou que a implantação de uma empresa colaborativa de desidratação de frutos no assentamento Márcia Cordeiro Leite (Monjolo) é vantajosa para a comunidade. A comunidade poderá ter um melhor aproveitamento alimentar dos frutos que já são coletados no próprio assentamento e, além disso, ter uma fonte de renda lucrativa.

6. REFERÊNCIAS

- AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C.; PINTO, F. A. C.; SAMPAIO, C.P. **Shrinkage evaluation of Five different varieties of coffee berries during the process**. Bio systems Engineering, v. 86, n. 4, p. 841-485. 2003.
- ALMEIDA, C. A.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A.; SILVA, F. L. H. **Avaliação da cinética de secagem em frutos de acerola**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 6, n.1, 2006.
- ALMEIDA, C. M. **Aproveitamento energético da biomassa Eucalyptus a partir da gaseificação para utilização na geração de energia**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Química Tecnológica) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília. 2014.
- ARAUJO, E. R.; SILVA, P. K.; REGO, E. R.; BAIRRAL, M. A. A.; SANTOS, R. M. C.; SAPUCAY, M. J. C.; FARIAS, G. A.; REGO, M. M. **Análise sensorial e de aceitação comercial de geléia de pimenta com acerola**. Horticultura Brasileira, v. 27, n. 2: p. 1545-1550, agosto 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p.
- AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. **Frutos dos Cerrados**. Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento, v. 3, n. 15, p. 36-41, 2000.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2ª Edição. São Paulo: Varela, 1992. 143 p.
- CARDOSO, L. de M. **Araticum, cagaita, jatobá, mangaba e pequi do cerrado de Minas Gerais: ocorrência e conteúdo de carotenóides e vitaminas**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) - Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2011.
- CELESTINO, S. M. C. **Princípio de secagem de alimentos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.
- Desidratador Pardal**. Disponível em <<http://www.pardal.com.br/desidratador-peg-60>>. Acesso em 31 de Mar. 2015.
- COHEN, K. O.; SANO, M. S.; SILVA, J. C. S.; MELO, J. T. de. **Avaliação das características físicas e físico-químicas dos frutos de araticum procedentes de cabeceiras, GO**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 16 p.
- CRUZ, G. A. **Desidratação de alimentos**. 2ª edição. São Paulo: Editora Globo, 1990. 207 p.
- ENES, B. N.; CASTRO, P. M.; CARDOSO, L. M.; CESÁRIO, C. C.; SANTANA, H. M. P.; PELUZIO, M. C. G.; MOREIRA, A. V. B. **Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.): composição centesimal**,

perfil de ácidos graxos e promissora relação W6:W3. Nutrire, vol.36, n. Suplemento (11º Congresso Nacional da SBAN), p.17-17, 2011.

FILHO, A. B. M.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química dos alimentos.** Recife: UFRPE, 2011. 78 p.

FREITAS, K. T., SOUZA, R. C. R., SEYE, O., SANTOS, E. C. S., XAVIER, D. J. C., BACELLAR, A. A. **Custo de geração de energia elétrica em comunidade isolada no Amazonas: Estudo preliminar do projeto NERAM.** Revista Brasileira de Energia, Volume 12 N 1. 2006.

GEANKOPOLIS, C. J. **Procesos de transporte y operaciones unitárias.** 3ª Edição. México: CECSA, 1998. 1008 p.

GONELI, D.; CORREA, P. C.; RESENDE, O.; BOTELHO, F. M. **Propriedades físicas dos frutos de mamona durante a secagem.** Revista Brasileira de Armazenamento 33, 148-155. 2008.

GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; FARIA, E. S.; SILVA, M. M.; CHAVES, M. da C. V.; REIS, L. S. **Determinação das curvas de secagem em frutos de cajá.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, Especial, n.1, p.65-68, 2003.

MC CABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P. **Unit operations of chemical engineering.** 5ª edição. New York: McGraw-Hill, 1993. 1130 p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques.** 4ª edição. New York: CRC, 2006.

MELONI, P. L. S. **Desidratação de frutas e hortaliças.** Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 87p.

Naves, R.V. 1999. **Espécies frutíferas nativas dos cerrados de Goiás: caracterização e influências do clima e dos solos.** Tese Doutorado. Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. Goiânia, Goiás. 206 p.

NETO, C. J. F.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. **Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 29, n. 4, p. 795-802, jul./ago., 2005.

NETO, M. A. S.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; FILHO, M. S. M. S.; LIMA, A. S. **Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, set./out., 2005.

NOGUEIRA, R. I.; CORNEJO, F. E. P.; PARK, K. J.; VILLAÇA, A. C. **Manual para construção de um secador de frutas.** 2º edição revisada. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1997. 20 p. (EMBRAPA-CTAA. Documentos; n.10).

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; MAIA, A. H. N.; ALVES, R. E., MATOS, N. M. S.; SAMPAIO, F. G. M.; LOPES, M. M. T. **Características químicas e físico-químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará.** Revista Brasileira de Fruticultura, vol.32, no.1, Jaboticabal, p. 114-125, Mar. 2010.

OLIVEIRA, V. S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. **Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado.** Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 2, p. 342-348, abr-jun, 2011.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A. de; PARK, K. J. B.; **Conceitos de processo e equipamentos de secagem.** 2007. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/ctea/projpesq.html>>. Acesso em 11 Jun. 2015.

RAMOS, A. M.; QUINTERO, A. C. F.; FARAONI, A. S.; SOARES, N. F. F.; PEREIRA, J. A. M. **Effect of packing type and storage time on the physical-chemical and microbiological quality of dehydrated pineapple.** Alim. Nutr., Araraquara, v.19, n.3, p. 259-269, jul./set. 2008.

Seladora Barbi Pedal 400. Disponível em <http://www.casadasbalancas.com.br/ecommerce_site/index.php?zt=1&cdg=5905>. Acessado em 09 de Jun. de 2015.

SILVA, A. S. A.; MELO, K. S.; ALVES, N. M.; FERNANDES, T. K. S.; FARIAS, P. A. **Cinética de secagem em camada fina da banana maçã em secador de leito fixo.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.11, n.2, p.129-136, 2009.

SILVA, C. C. **Composição de um Plano de Desenvolvimento de Assentamento (PDA): PA “Márcia Cordeiro Leite”.** Relatório de estágio supervisionado (Graduação) - Gestão do Agronegócio, Faculdade UnB Planaltina – FUP/UNB, PLANALTINA – DF, 2011.

SILVA, A. M. L.; GOMES, G. A. C.; MARTINS, B. A. **Alterações físico-químicas e estudo enzimático da polpa de araticum (*Annona crassiflora* Mart.).** Estudos, v. 36, n.5/6, p. 775-783, 2009.

SILVA, F. D. da; PANTE, C. F.; PRUDENCIO, S. H.; RIBEIRO, A. B. **Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais.** Alim. Nutr., Araraquara v. 22, n. 1, p. 63-69, jan./mar. 2011.

Site Abdo embalagens. Disponível em: <<http://www.abdoembalagens.com.br/>>. Acessado em 12 de Jun. de 2015.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R. C.; STEIN, V. C.; SANTANA, J. R. F. **Marolo: uma frutífera nativa do Cerrado.** Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2009. (Boletim Técnico, 82).

SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; VERA, R.; MELO, C. S. **Filmes plásticos e ácido ascórbico na qualidade de araticum minimamente processado.** Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.6, p.1779-1785, nov-dez, 2007.

- SOUSA, E. P. ; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F.; LEMOS, D. M. **Comportamento reológico e efeito da temperatura da polpa de pequi em diferentes concentrações.** Brazilian Journal Food and Technology, vol.17, no.3, Campinas, p. 226-235, Sept. 2014.
- TEIXEIRA, L. V. **Análise sensorial na indústria de alimentos.** Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”, nº 366, 64: p.12-21, 2009.
- VASQUES, A. R.; VALLE, R. C. S. C.; VALLE, J. A. B. **Influência da temperatura no cálculo da difusividade efetiva e da energia de ativação em secagem de maçãs gala.** In: XVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia, 2003, Itajaí –SC.
- VERA, R.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L.; CHAVES, L. J.; LEANDRO, W. M.; SOUZA, E. R. B. **Caracterização física de frutos do pequi (Caryocar brasiliense Camb.) no estado de Goiás.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 35 (2): p. 71-79, 2005.
- VERA, R.; SOUZA, R. B.; FERNANDES, E. P.; NAVES, R. V.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; XIMENES, P. A. **Caracterização física e química de frutos do pequi (Caryocar brasiliense Camb.) oriundos de duas regiões no estado de Goiás, Brasil.** Pesquisa Agropecuária Tropical 37 (2), Goiânia, p. 93-99, jun 2007.
- VIEIRA, R. F.; COSTA, T. S. A.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. **Frutas nativas da região Centro-Oeste.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 320 p.
- YUYAMA, L. K. O.; MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; AGUIAR, J. P. L.; MARINHO, H. A. **Processamento e avaliação da vida de prateleira do tucumã (Astrocaryum aculeatum Meyer) desidratado e pulverizado.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(2): 408-412, abr.-jun. 2008.
- ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- ZOGZAS, N. P.; MAROULIS, Z. B.; MARINOS-KOURIS, D. **Moisture diffusivity data compilation in foodstuffs.** Drying Technology, New York, v. 14, n. 10, p. 2225-2253, 1996.

ANEXOS

ANEXO I – Teste de escala da ação modificado para o araticum.

Teste da Escala de Ação Modificado – Avaliação Sensorial

Provedor: _____ Data: _____ Local: _____

Instruções:

- Você irá receber amostras de lascas de polpa de araticum desidratadas que foram produzidas na UnB;
- Primeiro, observe se o produto é “conhecido” ou “não conhecido” e, em seguida, deguste as fatias cuidadosamente, avaliando-as de acordo com a seguinte escala e respondendo as perguntas posteriores.

() Produto conhecido () Produto não-conhecido

- eu comeria isto, em cada oportunidade que tivesse..... 10
- eu comeria isto, freqüentemente..... 9
- eu comeria isto, se possível, mas não sairia da minha rotina..... 8
- eu comeria isto, raramente..... 7
- eu comeria isto, se fosse forçado..... 6

1. Indique qual das amostras você considera ser a melhor e qual o parâmetro que foi decisivo na escolha da fatia?

Código da amostra	

- Textura Gosto
- Aparência Cor
- Odor

2. Marque com um “X” o pior produto e o principal parâmetro que fez com que você recusasse o produto.

Código da amostra	

- Textura Gosto
- Aparência Cor
- Odor

ANEXO II – Teste de escala da ação modificado para o pequi.

Teste da Escala de Ação Modificado – Avaliação Sensorial

Provedor: _____ Data: _____ Local: _____

Instruções:

- Você irá receber amostras de lascas de polpa de pequi desidratadas que foram produzidas na UnB;
- Primeiro, observe se o produto é “conhecido” ou “não conhecido” e, em seguida, deguste as fatias cuidadosamente, avaliando-as de acordo com a seguinte escala e respondendo as perguntas posteriores.

() Produto conhecido () Produto não-conhecido

- eu comeria isto, em cada oportunidade que tivesse..... 10
- eu comeria isto, freqüentemente..... 9
- eu comeria isto, se possível, mas não sairia da minha rotina..... 8
- eu comeria isto, raramente..... 7
- eu comeria isto, se fosse forçado..... 6

1. Indique qual das amostras você considera ser a melhor e qual o parâmetro que foi decisivo na escolha da fatia?

Código da amostra	

- Textura Gosto
- Aparência Cor
- Odor

2. Marque com um “X” o pior produto e o principal parâmetro que fez com que você recusasse o produto.

Código da amostra	

- Textura Gosto
- Aparência Cor
- Odor