

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA SECAGEM DA BATATA DOCE

Cristina Leise Bastos Monteiro*

Roberto Petruy**

Nádia Krieger***

RESUMO

A batata doce (*Ipomoea batatas*) é amplamente utilizada na preparação de diversos alimentos para alimentação humana e animal e também para a produção do álcool.

Neste trabalho, foram determinadas várias curvas de secagem para flocos de batata doce utilizando-se uma estufa com bandejas, com circulação de ar forçada, mantendo-se constantes as condições deste ar, sendo a temperatura de bulbo seco utilizada durante a secagem de 40 a 50°C.

Para a confecção das curvas nos gráficos de secagem, a batata doce foi fatiada transversalmente em lâminas de 1 a 3mm de espessura, sendo espalhadas nas bandejas em camadas de 3cm e tiveram os seguintes tratamentos: solução com sulfito de sódio a 0,2%; solução com ácido cítrico a 0,5%; imersão em água quente; solução com sulfito de sódio a 0,2% mais imersão em água quente e solução com sulfito de sódio a 0,2% mais solução de ácido cítrico a 0,5%.

Estes tratamentos foram realizados com o objetivo de se obter um produto com característica e aspecto agradável bem como a pesquisa da influência destes tratamentos na velocidade de secagem e tempo para realizá-la.

* Bióloga - Aluna do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Química - Nível Mestrado - Área de Alimentos e Tecnologista das Usinas Piloto do Setor de Tecnologia da UFPR.

** Engenheiro Químico - Aluno do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Química - Nível Mestrado - Área de Alimentos da UFPR.

*** Química - Aluna do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Química - Nível Mestrado - Área de Alimentos da UFPR.

1.0 - INTRODUÇÃO

1.1 - Histórico:

A batata doce é originária da América, da região compreendida do Peru ao México. Seu cultivo é bem anterior ao descobrimento da América, mas não podemos ainda precisar desde quando. A introdução da batata doce para Europa, África, Ásia e América do Norte ocorreu em tempos mais recentes.

1.2 - Classificação:

A batata doce, *Ipomoea batatas* (L) LAM, é uma planta dicotiledônea pertencente a família das convulvuláceas. Esta família inclui cerca de 45 gêneros e 1000 espécies, mas somente a *Ipomoea batatas* é de importância econômica e alimentar. Existe um grande número de cultivar de batata doce. O número é muito maior que para iame e mandioca. Muitos desses cultivares também procede-se por meio de uma geração sistemática mais resistente, mas um apreciável número deles também, melhora-se por meio de mutação e hibridação natural.

Os cultivares de batata doce também diferem um do outro na cor das cascas dos tubérculos (usualmente branca escura, amarela ou rosada); a cor da polpa (usualmente branca ou amarela); forma dos tubérculos, forma das folhas, caule e raiz, tempo de maturação, resistência às pragas e diversas outras características vegetativas.

1.3 - Meio de cultivo:

Embora tenha seu crescimento em regiões das Terras tropicais, subtropicais, subtropicais e temperadas quentes, a batata doce é essencialmente cultivada em regiões quentes, cresce em temperaturas médias de 24°C, quando a temperatura fica em torno de 10°C, o crescimento é severamente retardado. A colheita pode sofrer prejuízo pelas geadas, e este fato restringe o cultivo nas regiões temperadas para áreas com um mínimo de clima seco por um período de 4 a 6 meses.

1.4 - Classificação botânica:

Tipo: Fanerógamas

Sub tipo: Angiosperma

Classe: Dicotiledônea

Ordem: Convulvuláceas
Gênero: Ipomoea
Espécie: Ipomoea batatas

1.5 - Descrição sumária:

É uma planta herbácea rasteira pubescente. As folhas geralmente verdes na parte superior, podendo ser arroxeadas em alguns cultivares. São relacionadas, codiformes ou quase saginatas, inteiras ou lobadas. Se dispõem alternadamente nos talos. Talos e ramas são cilíndricas variando em comprimento (0,5 a 4,0m de grossura) e a coloração conforme o cultivar. A inflorescência é cimeira e as flores companuladas de coloração branca, rosa, vermelha e roxa; são pedunculadas e as vezes solitárias. As raízes são bem desenvolvidas em comprimento e formam zonas tuberificadas, cilíndricas, elipsóides esferóides ou fusiformes, de coloração branca, creme, salmon ou roxa, para película e polpa.

Dado a sua riqueza em fécula e açúcar são utilizadas na alimentação humana e animal.

1.6 - Utilização:

Da batata doce se aproveita ramas e raízes. As ramas na alimentação animal "in natura" ou ensilada. As raízes são utilizadas na alimentação humana, cozida, assada e frita; na alimentação animal, crua ou cozida, sendo preferencialmente crua para melhor aproveitamento das vitaminas, e industrialmente, a sua transformação fornece diversos produtos tais como xarope, compota, marmelada, raspas, fécula, dextrina, cerveja, aguardente e álcool.

1.7 - Batata doce como matéria prima:

A produção total do país deste produto, em.... 1947 ultrapassou um milhão de toneladas, sendo aproximadamente igual a produção Rio Grandense de mandioca. A Ipomoea batatas, é de fácil cultivo, dando as condições favoráveis um rendimento de 10 a 12 toneladas por hectare. Nos países intertropicais pode chegar excepcionalmente a 20 ou mais toneladas por hectare. O valor da produção por hectare da batata doce aproxima-se muito do obtido com o arroz, de muito mais difícil cultura, suplantando o do trigo por mais de 50% e sendo mais de três vezes superior ao do milho.

1.8 - Composição química:

A batata doce apresenta uma composição química aproximada de:

Água.....	50 - 81%
Amido.....	8 - 29%
Proteína.....	0,95-2,4%
Gordura.....	0,63%
Eter extrat.....	1,8- 6,4%
Açúcar redutor.....	0,5-2,5%
Carboidratos não amiláceos.....	0,5-7,5%
Fibras.....	0,61%
Minerais.....	6,88-1,38%

1.9 - Composição vitamínica:

A batata doce constitui uma boa fonte de vitaminas. O principal pigmento amarelo da batata doce é o Beta-caroteno.

Caroteno.....	1 - 12 mg/100g
Tiamina.....	0,10mg/100g
Riboflavina.....	0,06 mg/100g
Ácido nicotínico.....	0,90 mg/100g
Ácido ascórbico.....	29 - 40 mg/100g

A fração do amido é composto de cerca de 1/4 de amilose e 3/4 de amilopectina. Muitos dos amidos são convertidos para maltose durante o cozimento e estes fazem com que o produto cozido semelhante ou mais açucarado, para gosto e aroma.

Os minerais predominantes são: K, Na, P e Ca,

A vantagem da batata doce sobre a mandioca é não apresentar o ácido cianídrico e seu teor de vitaminas.

2.0 - ASPECTOS TEÓRICOS DA DESIDRATAÇÃO DA BATATA.

2.1 Desidratação de batata doce:

As conhecidas qualidades culinárias de batata doce dependem muito da seleção das variedades adequadas para a desidratação. Um elevado teor de matéria seca é desejável, pois assegura um alto rendimento do produto. Entretanto, nenhuma variedade foi desenvolvida para satisfazer as necessidades tanto dos plantadores como dos industrializadores da batata doce. Tem sido comprovada a existência de diferença na qualidade dos produtos finais obtidos com as diferentes variedades das batatas doce plantadas sob diferentes condições.

As características mais importantes na qualidade das batatas para a desidratação são:

Alto peso específico ou conteúdo de matéria prima seca;

Textura, cor;

Baixo conteúdo de açúcar, especialmente açúcares redutores;

Alto grau de maturação;

Relativamente livre de defeitos e

Baixas perdas no descascamento.

O conteúdo de açúcares redutores é um dos principais fatores que influem no processamento da batata doce. As batatas podem perder muito facilmente a qualidade durante a desidratação, ou escurecer durante o armazenamento do produto, quando apresentam alto teor de açúcares redutores. A descoloração resulta de reações envolvendo amíácidos e açúcares redutores. O nível de açúcares redutores usualmente é baixo na matéria prima madura recém escolhida. Algumas variedades que apresentam elevado teor em açúcares redutores não são recomendadas para o processamento.

2.2 - Etapas de preparo para a secagem:

A matéria prima selecionada e considerada adequada para a desidratação é submetida a sucessivas etapas de preparo para a secagem, como a lavagem, descascamento, a paração e inspeção, corte em fatias ou cubo, branqueamento e sulfitação.

A) Lavagem: as batatas doce são lavadas para remover as substâncias aderentes e reduzir o número de microrganismos contaminantes na matéria prima. Se a terra aderente não for removida, ela será transportada para o equipamento de descascamento, interferindo nesta operação. Em muitos casos, as batatas são conduzidas por canaletas desde as áreas de estocagem até a usina, e a água tanto para transportá-las, como meio de limpeza. Este procedimento é útil na remoção da terra, bem como na separação de pedras e gravetos. Os lavadores de rolos ou cilindros rotativos são também muito usados, com boa vantagem em lugar dos canais de lavagem ou em adição a estes. São utilizados jatos de água sob pressão, com colunas de água proporcional ao fluxo de batatas doce. Uma inspeção preliminar imediatamente após a lavagem é desejável para remoção das batatas com sérios defeitos ou danificadas mecanicamente, e ainda para a remoção de materiais estranhos introduzidos pela colheita mecânica.

B) Descascamento: as perdas no descascamento, aparação e corte podem atingir cerca de 1/3 da matéria prima utilizada para o processamento de todos os produtos da batata doce. Por isso, é importante considerar os meios de redução, distribuição ou utilização dos resíduos de batata doce nas usinas de processamento. O descascamento contínuo é preferível ao descascamento por batata, devido ao menor custo de mão de obra. Os tipos de descascamento incluem abrasão, salmoura, chama, soda e vapor e soda são os principais métodos utilizados e algumas vezes têm sido combinados. O descascamento caústico seco é o mais recente método desenvolvido para o descascamento com soda e está praticamente superando os métodos mais antigos.

C) Aparação e inspeção; uma aparação manual é necessária para a remoção de casca residual, áreas descoloridas, pontos pretos, machucaduras e defeitos devido a ataques de insetos, além de outros aspectos indesejáveis ou inadequados. O trabalho de aparação dependerá da qualidade da matéria prima que está sendo processada bem como da eficiência da operação de descascamento. A aparação e a inspeção têm grande efeito sobre o custo total do processamento. Cuidado especial deve ser tomado no sentido de prevenir a oxidação. A superfície da batata doce deve ser mantida úmida.

dade por jatos de água durante a inspeção e a aparação.

D) Corte em fatias ou em pedaços de outras formas: são utilizados cortadores mecânicos, que podem ser ajustados para cortar em tamanhos e formas variados. alguma perda de material acompanha necessariamente o corte, uma vez que nesta operação células são rompidas e o conteúdo celular é eliminado numa proporção que está diretamente relacionada com o grau de subdivisão.

E) Branqueamento: a batata doce é composta de tecido vivo que contém numerosas enzimas que desempenham papel no processo metabólico de todos os tecidos vivos. Algumas destas enzimas causam o escurecimento das superfícies cortadas e expostas ao ar; outros envolvidos em transformações de carboidratos e outros causam hidrólise da matéria graxa na batata doce. A maioria destas enzimas precisam ser destruídas ou inativadas pelo calor ou outros meios. Se isso for feito, os pedaços de batata doce escurecerão durante a desidratação e apresentarão sabor e aroma estranhos durante o armazenamento. O branqueamento por vapor ou água quente, cuja finalidade principal é inativar as enzimas, também reduz a contaminação microbiana e afeta a reconstituição do produto desidratado. Os tempos de branqueamento podem variar em torno de 2 a 12 minutos, dependendo da temperatura usada, tamanho do pedaço, carregamento do branqueador, uniformidade de distribuição do calor no branqueador, variedade e maturação das batatas doce. O operador será orientado pela qualidade desejada no produto final, temperatura de descarregamento do produto e teste de enzimas para determinar os tempos apropriados para o branqueamento. Se o branqueamento for prolongado resultará num maior amolecimento do produto reconstituído e diminuirá o tempo requerido para a reconstituição. A consistência do produto varia substancialmente com a variedade da batata doce e como conteúdo de sólidos. Assim, o grau de branqueamento pode ter um marcante efeito sobre a textura, tanto do produto desidratado como do reconstituído.

F) Sulfitação: O efeito do SO_2 , no retardamento do escurecimento não enzimático é bem conhecido. Também ajuda na proteção contra a descoloração que muitas vezes ocorre. O uso da sulfitação no processamento permite a utilização de temperatura mais altas durante a desidratação, aumentando a velocidade de secagem e a capacidade das usinas. A uti-

lização do SO_2 , além de influir sobre os custos de produção, também afeta a velocidade de reidratação do produto final. Tem sido constatado que a desidratação lenta, a baixas temperaturas, resulta em produtos duros e pesados, enquanto o uso de temperaturas mais altas resulta em produtos mais porosos e que reidratam mais rapidamente. O sulfito ou dióxido de enxofre protege o produto do escurecimento não enzimático ou da queima durante a desidratação, como já foi mencionado, e também aumenta a vida de prateleira durante o armazenamento do produto, mesmo sob condições adversas de temperaturas. A vida de prateleira é aumentada não somente pelo fato de que o produto inicia o armazenamento em melhores condições, mas também porque a velocidade de deterioração é substancialmente diminuída enquanto o sulfito é dissipado.

2.3 - Condições de secagem:

A desidratação compreende essencialmente duas fases. A primeira durante a qual a umidade livre persista na superfície dos pedaços de batata doce e a taxa de evaporação varia muito pouco enquanto o teor de umidade vai sendo reduzido, é comumente denominada de fase de taxa constante. A segunda, na qual a difusão da umidade do interior até a superfície de cada pedaço torna-se o fator limitando da velocidade de secagem, é conhecida como fase de taxa decrescente. As velocidades de secagem são altas durante a primeira fase, e o ar com temperatura mais alta pode ser empregado neste estágio relativamente à fase seguinte. O tempo necessário para o produto permanecer na fase de taxa constante afeta a velocidade de secagem na fase de taxa decrescente; as fatias de batata desidratadas rapidamente na faixa de alta umidade continuam a secar relativamente rápido na faixa de baixa umidade, porque se tornam porosos e esta estrutura favorece a difusão mais rápida e esta estrutura favorece a difusão mais rápida da água. Uma velocidade de secagem inicialmente alta tem um efeito benéfico sobre a qualidade do produto final. A velocidade de secagem também afeta a densidade do produto final; em geral, quanto mais rápida a velocidade de secagem, mais baixa será a densidade. As velocidades de reidratação tendem a acompanhar as velocidades de secagem.

A secagem continua através da fase de taxa decrescente, que é o período onde os conteúdos de umidade são mais bai -

xos; a velocidade de remoção de água torna-se cada vez mais lenta, a concentração de reagentes no tecido de batata doce aumenta, aumentando o perigo de estrago do produto por escurecimento não enzimico. Assim, é desejável que a temperatura do ar de secagem seja progressivamente reduzida nos estágios finais. O tamanho do pedaço tem um grande efeito na velocidade de secagem. Os pedaços mais espessos apresentam velocidades de secagem mais lentas. Um aumento na espessura do pedaço de 1/8 para 1/2 polegada reduzirá a capacidade do secador em 90°C ou mais. Os pedaços menores são desidratados rapidamente em secador do tipo transportador, a temperaturas progressivamente mais baixas a partir de 135°C até 80°C, para atingir teor de umidade de 25-35%. Esta fase inicial de secagem leva cerca de 1 hora. A redução do teor de umidade para 10-15% leva 2 a 3 vezes mais tempo, a temperaturas de 60-70°C, e o estágio final na fase de velocidade decrescente pode levar de 4-8 horas, dependendo do conteúdo de umidade desejada. A última parte do ciclo de secagem, com a redução dos teores de umidade de 10-15% para 6-8%, é comumente feita em armazenamento com circulação de ar geralmente a 40-60°C.

2.4 - Escurecimento não enzimico:

Seria o estrago pelo calor. Investigações realizadas nos últimos estágios da desidratação, durante a secagem final, levaram a concluir que:

A) A velocidade de escurecimento aumenta exponencialmente com a temperatura, aumentando aproximadamente de 5,3 vezes para cada 10°C de elevação da temperatura do ar durante a secagem final;

B) A umidade do ar não tem efeito apreciável na velocidade de escurecimento;

C) A espessura do pedaço tem um efeito apreciável sobre a velocidade de escurecimento. A redução da espessura de 3/16 para 1/8 reduz o tempo de secagem em cerca de 30-50%;

D) A adição do sulfito reduz a velocidade de escurecimento em cerca de 25-30% em relação ao produto não sulfitado. Assim, permite trabalhar com temperatura do ar aproximadamente 7°C mais alta, para o escurecimento ter a mesma velocidade do material não sulfitado. Estas observa -

ções foram feitas para cubos contendo 280 a 350 ppm de SO₂, após a secagem;

E) A velocidade de escurecimento é usualmente proporcional ao conteúdo de açúcares redutores.

3.0 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Lavagem:

A matéria prima utilizada constitui foi batata doce previamente pesada a qual foi submetida a uma lavagem com jatos de água fria com a finalidade de se retirar as sujidades aderidas.

3.2 - Fatiamento

Em seguida procedeu-se o fatiamento transfer - sal apresentado diâmetros variáveis, visto serem os tubérculos de formas irregulares onde dividimos este peso em fatias de 1 e 3 mm de espessura.

3.3 - Pré-tratamentos

As fatias antes de serem levadas ao secador foram submetidas previamente aos seguintes tratamentos:

- 1 - Tratamento em uma solução com sulfito de sódio a 0,2%.
- 2 - Tratamento em uma solução com ácido cítrico a 0,5%.
- 3 - Tratamento com imersão em água quente.
- 4 - Tratamento em solução com sulfito de sódio a 0,2% e imersão em água quente.
- 5 - Tratamento em solução com sulfito de sódio a 0,2% e solução de ácido cítrico a 0,5%.

Estes tratamentos foram realizados com o objetivo de se obter um produto com característica e aspecto agradável, bem como procurou-se pesquisar a influência destes tratamentos na velocidade de secagem e tempo para realizá-la.

Inicialmente foram submetidas as fatias com 1mm de espessura e a uma imersão em água quente durante 3 minutos.

O outro tratamento feito com as fatias de 1 mm foi submetida com uma solução de ácido cítrico a 0,5% durante 20 minutos.

Os tratamentos subsequentes consistiram de fatias com 1mm de espessura numa solução de sulfito de sódio a 0,2% durante 20 minutos, onde se submeteu então fatias de 1mm num banho de imersão a quente durante 3 minutos e a 97°C, e fatias com 1mm numa solução de ácido cítrico a 0,5% durante mais 20 minutos.

As batatas doce fatiadas com espessura de 3mm foram também submetidas aos tratamentos descritos anteriormente, sendo que este peso foi dividido em 3 partes e realizadas da seguinte maneira:

- batata doce fatiada com 3mm foi submetida a um banho de imersão em água a 97°C durante 3 minutos.
- batata doce fatiada com 3mm foi tratada com solução de ácido cítrico a 0,5% durante 20 minutos.
- batata doce fatiada com 3mm de espessura foi tratada com solução de sulfito de sódio a 0,2% durante 20 minutos.

3.4 - Escorrimento

Em seguida a realização deste tratamento foi então retirado das cubas e deixadas escorrerem para então serem colocadas nas bandejas que iriam ser levadas ao secador.

3.5 - Secagem

A secagem foi realizada por contacto direto e de forma descontínua utilizando-se um secador de bandejas com circulação forçada.

As bandejas utilizadas foram de fundo perfurado (tipo tela) com 58x58x4cm.

Sendo descontínuo o método utilizado para a secagem consideramos que após carregado o secador é feita a circulação do ar de secagem através do material, as condições deste ar não variaram com o tempo.

Foram efetuadas secagem com temperatura de bulbo seco constantes, procedendo-se variações na espessura do material a forma do material, espessura na bandeja e diferentes soluções de branqueamento.

Durante todo o período de secagem a umidade relativa do ar manteve-se entre 65 - 70% e sua temperatura em torno de 20°C.

QUADRO 1

Batata doce submetida a imersão em água quente por 3 minutos a 97°C - fatias de 1mm, espessura do material na bandeja 1cm.

Tempo h	Peso Total Kg	Umidade Total	X Kg/Kg	X Médio	$\frac{dx}{dt}$ Kg/h m ²	Temperatura Bulbo Úmido T _{wb} °C	Temperatura Bulbo Seco T _{ws} °C
00	2,300	1,794	3,545				
2,5	1,580	1,074	2,122	2,83	2,11	14	50
3,5	1,420	0,914	1,806	1,96	0,47	39,5	50
4,5	1,250	0,744	1,470	1,61	0,50	42,5	50
5,5	1,120	0,614	1,213	1,34	0,39	42,5	50
6,5	0,890	0,384	0,758	0,99	0,68	45,5	50
7,5	0,560	0,054	0,012	0,39	0,98	45,5	50

QUADRO 2

Batata doce submetida ao tratamento com ácido cítrico fatias de 1mm, espessura do material na bandeja 1cm.

Tempo h	Peso Total Kg	Umidade Total	X Kg/Kg	X Medio	$-dX/dT$ Kg/h m ²	Temperatura Bulbo Úmido Twb °C	Temperatura Bulbo Seco Tws °C
00	2,300	1,794	3,545				
2,5	1,740	1,234	2,439	2,99	1,67	14	50
3,5	1,580	1,074	2,122	2,28	0,50	39,5	50
4,5	1,490	0,984	1,945	2,03	0,30	42,5	50
5,5	1,330	0,824	1,628	1,79	0,50	42,5	50
6,5	1,080	0,574	1,134	1,38	0,70	45,5	50
7,5	0,580	0,074	0,146	0,64	1,50	45,5	50
8,5	0,560	0,054	0,107	0,13	0,10	45,5	50

QUADRO 3

Batata doce submetida a tratamento com sulfito de sódio a 0,2% durante 20 minutos e imersão a 97°C e 3 minutos. Fatias de 1mm, espessura do material na bandeja 1 cm.

Tempo h	Peso Total Kg	Umidade Total	X Kg/Kg	X Médio	$-\frac{dx}{dt}$ Kg/h m ²	Temperatura Bulbo Úmido T _{wb} °C	Temperatura Bulbo Seco T _{ws} °C
00	0,800	0,624	3,545				
2,5	0,600	0,424	2,977	2,977	0,59	14	50
3,5	0,490	0,314	1,784	2,096	0,30	39,5	50
4,5	0,400	0,224	1,272	1,528	0,30	42,5	50
5,5	0,310	0,134	0,761	1,016	0,30	42,5	50
6,5	0,300	0,124	0,704	0,732	0,03	45,5	50
7,5	0,250	0,074	0,420	0,562	0,15	45,5	50
8,5	0,200	0,024	0,136	0,278	0,15	45,5	50

QUADRO 4

Batata doce submetida a tratamento com sulfato de sódio a 0,2% durante 20 minutos. Fatias de 1mm espessura do material na bandeja 1cm.

Tempo h	Peso Total	Umidade Total Kg/Kg	X Kg/Kg	X Médio	$-\frac{dx}{dt}$ Kg/h m ²	Temperatura Bulbo Úmido Twb °C	Temperatura Bulbo Seco Tws °C
00	0,800	0,624	3,545				
2,5	0,350	0,174	0,988	2,266	1,33	14	50
3,5	0,300	0,124	0,704	1,979	0,15	39,5	50
4,5	0,220	0,044	0,250	0,477	0,24	42,5	50
5,5	0,190	0,014	0,079	0,164	0,09	42,5	50
6,5	0,190	0,014	0,079	0,079	0,00	45,5	50

QUADRO 5

Batata doce submetida a tratamento com sulfito de sódio a 0,2% durante 20 minutos e ácido cítrico a 0,5% durante 20 minutos - Fatias de 1mm espessura do material na bandeja 1cm.

Tempo h	Peso Total	Umidade Total Kg/Kg	X Kg/Kg	X Médio	$-\frac{dX}{dt}$ Kg/h m ²	Temperatura Bulbo Úmido T _{wb} °C	Temperatura Bulbo Seco T _{ws} °C
00	0,700	0,546	3,545				
2,5	0,250	0,096	0,623	2,084	1,33	14	50
3,5	0,220	0,066	0,428	0,525	0,09	39,5	50
4,5	0,200	0,046	0,298	0,363	0,06	42,5	50
5,5	0,190	0,036	0,233	0,265	0,03	42,5	50
6,5	0,180	0,026	0,168	0,200	0,03	45,5	50
7,5	0,165	0,011	0,071	0,119	0,04	45,5	50

QUADRO 6

Batata doce submetida a tratamento em imersão em água a 97°C por 3 minutos -
Fatias de 3mm espessura do material na bandeja 1cm.

Tempo h	Peso Total	Unidade Total Kg/Kg	X Kg/Kg	X Médio	$-\frac{dX}{dt} \cdot 2$ Kg/h m ²	Temperatura Bulbo Úmido Twb °C	Temperatura Bulbo Seco Tws °C
00	1,430	1,115	3,539				
2,5	1,000	0,685	2,175	2,857	1,30	14	50
3,5	0,820	0,505	1,603	1,889	0,53	39,5	50
4,5	0,690	0,375	1,190	1,396	0,40	42,5	50
5,5	0,590	0,275	0,873	1,031	0,30	42,5	50
6,5	0,480	0,165	0,524	0,698	0,30	45,5	50
7,5	0,350	0,035	0,111	0,317	0,40	45,5	50

QUADRO 7

Batata doce submetida a tratamento com ácido cítrico a 0,5% durante 20 minutos.
Fatias de 3mm espessura do material na bandeja 1cm.

Tempo h	Peso		Unidade		X Kg/Kg	X Médio	-dx/dt _m Kg/h m ²	Temperatura	
	Total	Total	Kg	Kg				Bulbo Úmido T _{mb} °C	Bulbo Seco T _{ws} °C
00	1,430	1,115			3,539				
2,5	1,200	0,885			2,809	3,174	0,70	14	50
3,5	1,050	0,735			2,333	2,571	0,45	39,5	50
4,5	0,860	0,545			1,730	2,031	0,60	42,5	50
5,5	0,750	0,435			1,381	1,555	0,30	42,5	50
6,5	0,600	0,285			0,905	1,143	0,45	45,5	50
7,5	0,400	0,085			0,270	0,587	0,60	45,5	50
8,5	0,350	0,035			0,111	0,190	0,15	45,5	50

QUADRO 8

Batata doce submetida a tratamento com sulfito de sódio a 0,2% durante 20 minutos.. Fatias de 3mm e espessura da camada 1cm.

Tempo h	Peso Total Kg	Umidade Total	X Kg/Kg	X méd io	$-dx/dt_2$ Kg/h m	Temperatura Bulbo Úmido Twb °C	Temperatura Bulbo Seco Tws °C
00	1,430	1,115	3,545				
2,5	1,200	0,885	2,809	3,174	0,70	14	50
3,5	1,040	0,725	2,301	2,555	0,50	39,5	50
4,5	0,880	0,565	1,794	2,047	0,50	42,5	50
5,5	0,750	0,435	1,381	1,587	0,40	42,5	50
6,5	0,550	0,235	0,746	1,063	0,60	45,5	50
7,5	0,400	0,085	0,269	0,507	0,40	45,5	50
8,5	0,300	0,035	0,111	0,190	0,15	45,5	50

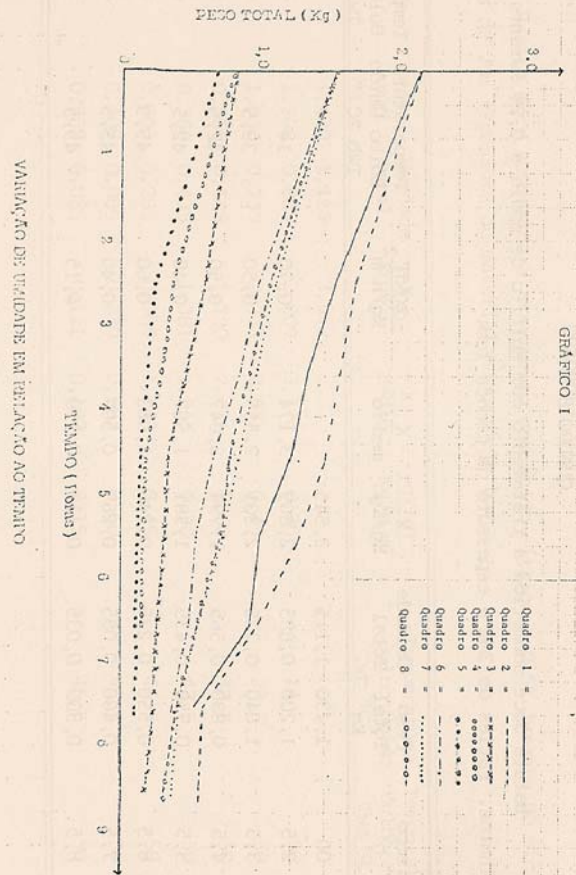
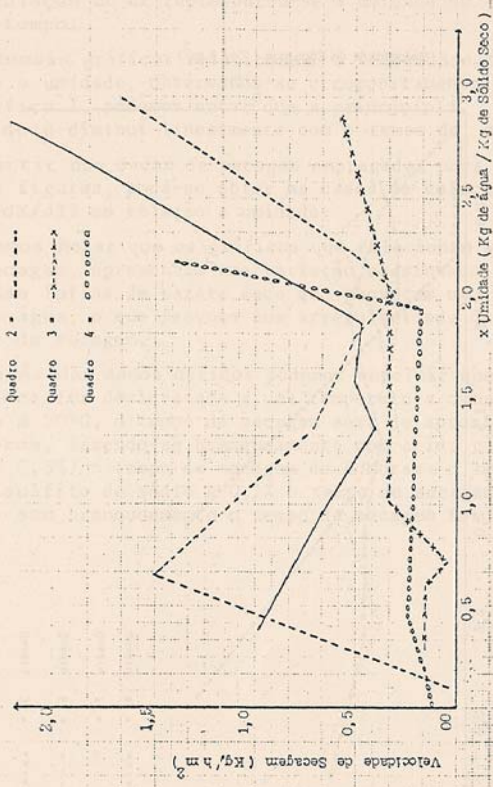
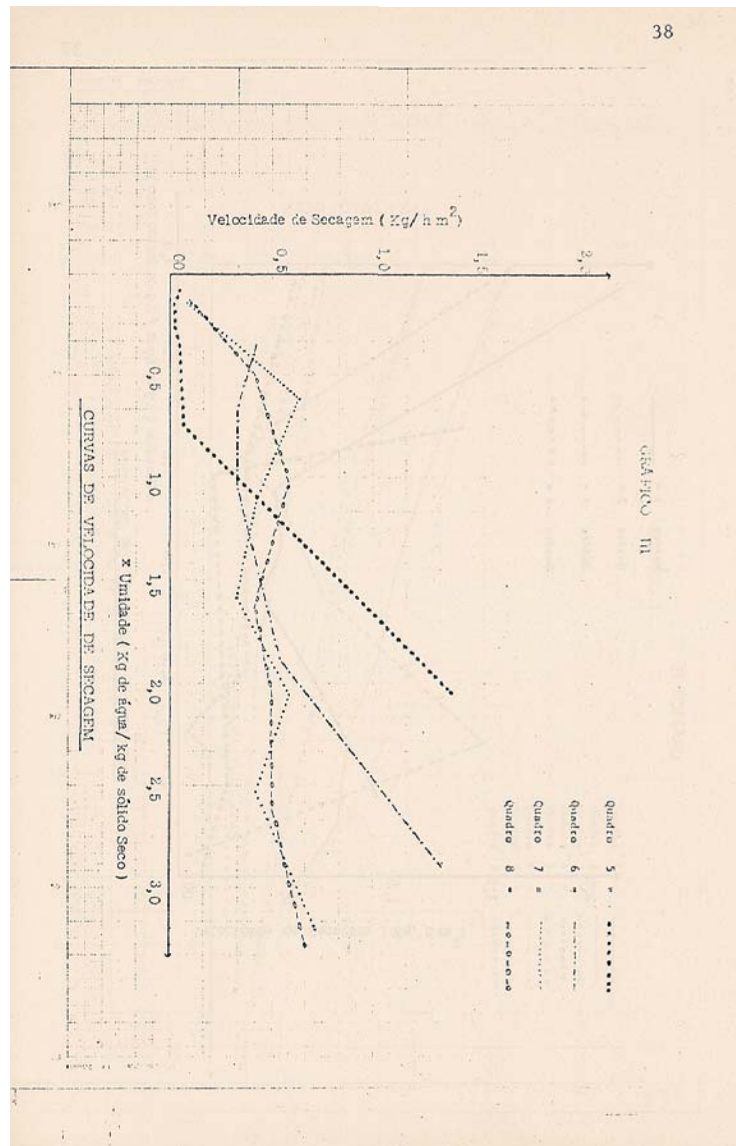


GRÁFICO II

- Quadro 1 = —————
- Quadro 2 = - - - - -
- Quadro 3 = - x - - - - -
- Quadro 4 = o o o o o



CURVAS DE VELOCIDADE DE SECAGEM



4.0 - RESULTADOS E CONCLUSÃO

No gráfico I operando em condições constantes de secagem a circulação do ar representou-se a umidade do sólido frente ao tempo.

Os demais gráficos relacionamos a velocidade de secagem frente a umidade, observando-se o comportamento em relação ao gráfico I, podemos notar que a princípio a umidade da batata doce diminui linearmente com o tempo de secagem.

A partir dos dados de secagem empregados para a construção das figuras, pode-se obter os dados de velocidade de secagem ($-dX/dT$) em relação a umidade.

Podemos notar que os gráficos que relacionam a velocidade de secagem, apresentam uma variação ocasionada na superfície das fatias de batata doce que provocam uma difusividade de ar-água, o que provoca uma irregularidade quanto a velocidade de secagem.

Através dos dados obtidos podemos concluir que quando a batata doce for desidratada a uma temperatura constante de bulbo seco a 50°C, o tempo de secagem será de aproximadamente de 7 horas, fazendo-se branqueamento com ácido cítrico - (solução a 0,5%) o tempo de secagem de 8 horas e o branqueamento com sulfito de sódio a 0,2% o tempo de secagem foi de 8 horas, e sem branqueamento o tempo de secagem foi de 7 horas.

BIBLIOGRAFIA

PASSOS, Sebastião M. Godoy, et al - Principais culturas, - Instituto Campineiro de ensino Agrícola, Campinas- S.Paulo, 1981, Vol. I.

----- Grande Manual Globo de Agricultura, Pecuária e Receituário Industrial, Editora Globo, Porto Alegre, - RGS, 1978- Vol. II.

ONWUEME, I.C. - The Tropical Tuber Crops- John Wiley e Sons Ltda, N. York, 1978.

BADGER, Walter, L. and Banchemo, Julius T- Introduction To Chemical Engineering, Kogakusha Company Ltd.-Tokio, 1955.

LIMA, L.R.- Apostila de Operações Unitárias - Secagem, Departamento de Engenharia Química, Curitiba, 1971.

OCÓN, Joaquín; VIAN, Angel - Elementos de Ingeniería Química, Editorial Aguilar, Madrid, 1961.

RASCHIERI, J. Pistono- Desecación de Los Productos Vegetales, Editorial Reverté S.A., Barcelona, 1955.