

Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia e de
Gestão para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia
Biomédica

Equilíbrio e Cinética de Dessorção de Água na Malva

Mélanie De Paiva Pereira

Orientado por:

Prof. José Silva

Prof. António Ribeiro

17 de Janeiro de 2014

“Se quer viver uma vida feliz, amarre-se a uma meta, não às pessoas nem às coisas”

Albert Einstein

Agradecimentos

Aos professores José Silva e António Ribeiro pela orientação e pela ajuda prestada.

Ao professor Orlando Dias pela ajuda e preocupação na situação complicada em que me encontrava.

Aos meus pais pela possibilidade que me deram de terminar mais esta fase académica apesar dos tempos difíceis.

À minha família e a todos os meus amigos que me apoiaram e pela paciência que tiveram.

Resumo

A malva é uma planta medicinal geralmente utilizada para fins medicinais como tratamento de tosse, doenças inflamatórias das membranas mucosas e dermatite não específica.

O presente trabalho teve como objetivo a determinação das isotérmicas de dessecção de água e a cinética de secagem da planta medicinal *Malva sylvestris*. As isotérmicas foram determinadas à temperatura de 15, 25 e 35°C, utilizando um método gravimétrico estático com soluções salinas saturadas, numa gama de atividade da água (a_w) compreendida entre 0.12 e 0.89.

As isotérmicas de dessecção da planta medicinal mostram-se dependentes da temperatura sendo que o teor de humidade diminui com o aumento da mesma pelo que a curva a 35°C apresenta os valores mais baixos. Verifica-se também que o teor de humidade (X) da amostra aumenta com o aumento de a_w , notando-se um aumento mais acentuado a cerca de 60% de atividade da água. Os resultados da cinética de secagem mostram que quando a temperatura aumenta a secagem é mais rápida.

Os dados obtidos a partir das isotérmicas em estudo, podem ser utilizados para estabelecer diagramas de estado da malva e avaliar as condições adequadas de armazenamento da mesma, sendo estas próximas de 15°C para uma atividade da água de cerca de 60% e teor de água no chá próximo de 12%.

Palavras-chave: Malva; isotérmicas de dessecção da água; atividade da água: padrões de humidade; cinética de secagem.

Abstract

Mallow is a medicinal plant used for medicinal purposes usually as the treatment of cough, inflammatory diseases of the mucous membranes and non-specific dermatitis.

The present study aimed to determine the moisture desorption isotherms and kinetics of drying of medicinal plant *Malva sylvestris*. The isotherms were determined at 15, 25 and 35°C, through a static method with saturated salt solution method, a range of the water activity (a_w) comprised between 0.89 and 0.12.

The moisture desorption isotherms curves of the medicinal plant show as expected a decrease in moisture content with increasing of same so that the curve at 35 °C has the lowest values. The same does not happen with the relationship between the moisture content (X) and the water activity where moisture content with increasing water activity, noting a stronger increase to about 60% of the water activity. The kinetic results show that when the drying temperature increases the drying is faster.

The data obtained from the isothermal study, may be used to establish state diagrams and evaluating appropriate storage conditions, these being close to 15 °C for a water activity of about 60% and water content in the tea near 12%.

Key-words: Mallow; moisture desorption isotherms; water activity: patterns of moisture; kinetics of drying.

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract.....	v
Índice	vi
Índice de figuras	vii
Índice de Tabelas	viii
Nomenclatura.....	ix
1. Introdução.....	1
1.1. Malva	1
1.2. Isotérmicas de dessorção	3
2. Estado da arte	5
3. Materiais e Métodos	7
3.1. Materiais	7
3.1.1. Malva.....	7
3.1.2. Equipamento.....	7
3.1.2.1. Novasina Thermoconstanter	7
3.1.2.2. SARTORIUS MA45	8
3.2. Método	10
4. Procedimento experimental.....	11
5. Apresentação e discussão dos resultados	12
6. Conclusão	22
7. Trabalhos futuros.....	23
Bibliografia.....	24

Índice de figuras

Figura 1- <i>Malva sylvestris</i> no seu habitat natural.	7
Figura 2- Aparelho Novasina Thermoconstanter.	8
Figura 3- a) Aparelho SARTORIUS MA45; b) Balança analítica de precisão.	8
Figura 4- Gráfico correspondente à calibração dos padrões de humidade a 25°C.	12
Figura 5- Estudo da secagem de uma amostra de Malva ao ar ambiente.	13
Figura 6- Curva de cinética de secagem, para o padrão 11% para as três temperaturas em estudo.	14
Figura 7- Curva de cinética de secagem, para o padrão 33% para as três temperaturas em estudo.	15
Figura 8- Curva de cinética de secagem, para o padrão 53% para as três temperaturas em estudo.	15
Figura 9- Curva de cinética de secagem, para o padrão 75% para as três temperaturas em estudo.	16
Figura 10- Curva de cinética de secagem, para o padrão 90% para as três temperaturas em estudo.	16
Figura 11- Curva de cinética relativa à atividade da água, para o padrão 11%.	17
Figura 12- Curva de cinética relativa à atividade da água, para o padrão 33%.	18
Figura 13- Curva de cinética relativa à atividade da água, para o padrão 53%.	18
Figura 14- Curva de cinética relativa à atividade da água, para o padrão 75%.	19
Figura 15- Curva de cinética relativa à atividade da água, para o padrão 90%.	19
Figura 16- Isotérmica de dessorção da água na malva a 15, 25 e 35°C.	20

Índice de Tabelas

Tabela 1- Usos medicinais e comestíveis de malva (adaptado de [4]).....	2
Tabela 2- Valores de a_w obtidos na calibração dos padrões de humidade.....	12
Tabela 3- Resultados referentes à secagem de uma amostra de malva ao ar ambiente..	13
Tabela 4- Humidade da malva nas folhas e no caule.	14
Tabela 5- Valores de X e a_w em função da humidade e temperatura obtidos no equilíbrio para os vários ensaios realizados.	20

Nomenclatura

X - Teor de humidade

a_w - Atividade da água

t - Tempo, min

T - Temperatura, °C

m - Massa, g

1. Introdução

1.1. Malva

O conhecimento tradicional sobre o uso de plantas é vasto e, em muitos casos, é o único recurso disponível que as populações rurais de países em desenvolvimento têm ao seu alcance. O homem encontrou nas chamadas plantas medicinais, virtudes que foram transmitidas de geração em geração e têm desenvolvido um amplo conhecimento nessas plantas ao longo do tempo, através do contacto contínuo com o ambiente. Essas plantas têm significado um marco na história do desenvolvimento de nações e têm recebido bastante atenção nos últimos tempos pela sua diversidade em cura de doenças, pela sua segurança e por serem remédios bastante tolerados quando comparados com medicamentos convencionais [1, 2, 3, 12].

Malva sylvestris, ou Malva, pertencente à família Malvaceae e é conhecida por diversos sinónimos e nomes vulgares como Panirak, Khabazi ou Tole no Irão, Malva ou Marva na Itália, Malva em Portugal e Ebegumeci ou Gomecotu na Turquia. É nativa da Europa, do norte de África e da Ásia mas aparece com frequência como erva daninha em campos, caminhos e entulhos em muitas partes do mundo. É uma planta ereta, coberta de pêlos finos, com a raiz principal perpendicular, grossa, fusiforme, carnuda e de raízes secundárias finas. O caule é ereto com muitos ramos de 60 a 90 cm de altura. As folhas são verdes, moles, macias ao tato e cobertas de pêlo. As flores possuem também numerosos pêlos patentes. A coroa tem cinco pétalas livres, maiores que o cálice, coradas de rosa-violeta, raiadas de vermelho e estames numerosos. As folhas e flores são inodoras e possuem sabor consistente. Ao microscópio verifica-se a existência de numerosas células de mucilagem em toda a planta, abundantes no parênquima foliar e mais nas sépalas e pétalas. Desta planta utilizam-se as raízes, folhas e flores. As folhas geralmente são colhidas no período de floração e as raízes no outono [4, 10, 11, 12].

O uso tradicional fitoterapêutico da malva tem sido documentado desde à muito tempo atrás, embora haja pouca evidência clínica disponível. Tradicionalmente, as flores e folhas são usadas para fins medicinais como tratamento de tosse, doenças inflamatórias das membranas mucosas e dermatite não específica. Trata também doenças de vários sistemas do corpo humano tais como o sistema digestivo, respiratório,

gênito-urinário, músculo-esquelético e ainda doenças de pele e lesões. As preparações mais típicas desta planta medicinal são as extrações aquosas [4, 5, 10, 11, 12, 13].

Esta planta considera ter também efeitos diuréticos, laxantes, antiespasmódicos, lenitivos e coleréticos. É também utilizada como broncodilatadora, expectorante, antitússico, antidiarreica, altamente recomendado para acne e cuidados com a pele e como antisséptico. Os extratos aquosos da malva apresentaram também atividade antioxidante, a nível de polifenóis, vitamina C, vitamina E, β -caroteno e outros fitoquímicos importantes [4, 5, 12, 14].

Entre outras plantas, é também indicada nos casos de gengivite, abscesso na boca, inflamação e aftas. Bochechos com chá das folhas são utilizados para o tratamento de feridas na mucosa bucal. Esta espécie tem sido testada no controle de crescimento de bactérias presentes no biofilme dental e citada em diferentes levantamentos etnobotânicos [2, 15].

A tabela que se segue é referente a usos medicinais e comestíveis da malva comum (*Malva sylvestris L.*), relatada em vários estudos etnobotânicos europeus:

Tabela 1- Usos medicinais e comestíveis de malva (adaptado de [4]).

País Europeu	Parte da planta utilizada	Aplicações medicinais	Uso medicinal	Uso comestível
Portugal, Espanha, França	Raízes	Mastigado, decocção	Dor de dentes, trato genital, dermatite	Nenhum
Portugal, Espanha, Itália, França	Folhas jovens	Decocção, infusões, cataplasma	Pele, ferimentos, queimaduras, estômago, diarreia, reumatismo	Chá, saladas, sopa peitoral,
Portugal, Espanha, França	Rebentos	Decocção, infusões, banhos de vapor	Dor de dentes, trato genital, hemorroidas, prisão de ventre	Saladas, sopa
Portugal	Caules floridos	Pomadas, cataplasmas, banhos, decocções, infusões, linimentos	Frio, tosse, dor de garganta, amígdalas, bexiga, reumatismo	Nenhum
Portugal, Espanha, Itália, França	Flores	Decocções, banhos, gargarejos, loções, banhos de vapor, xaropes	Acne, condição da pele, olhos, dor de garganta, tosse	Nenhum
Portugal, Espanha, Itália, França	Frutos imaturos	Desconhecido	Desconhecido	Lanches, saladas
Espanha	Sementes	Maceração	Inflamação da pele ou feridas	Sabor

1.2. Isotérmicas de dessorção

Todos os produtos alimentares contêm água. A física, a química e a estabilidade microbiológica dos alimentos depende do teor de humidade (X) e da sua interação com os ingredientes alimentares, tendo:

$$X = \frac{m - m_d}{m_d} \quad (1)$$

Onde m corresponde à massa da amostra e m_d a sua massa seca. O conceito de atividade da água (a_w) é importante na indústria alimentar uma vez que está relacionado com a estabilidade microbiológica e reações de deterioração físico-química [6, 7, 9].

A atividade da água está relacionada com a humidade relativa (% HR) do ambiente, através da seguinte equação:

$$a_w = \frac{P_w}{P_v} = \frac{HR}{100} \quad (2)$$

onde P_w corresponde à pressão parcial da água contida na planta e P_v à pressão de vapor de água pura à mesma temperatura. O estudo da atividade da água pode ser feito através das isotérmicas de dessorção. Uma isotérmica é uma curva que descreve a relação de equilíbrio entre o teor total de humidade de um alimento e a pressão de vapor ou humidade relativa, a uma dada temperatura. Essa relação depende de diversos fatores, tais como da estrutura física da superfície do material, composição química e afinidade com a água. Dessorção é uma operação de transferência de massa do tipo sólido fluido na qual se explora a habilidade de certos sólidos em concentrar na sua superfície determinadas substâncias existentes em soluções líquidas ou gasosas, o que permite separá-las dos demais componentes dessas soluções. Portanto como cada alimento apresenta características distintas de dessorção de humidade, faz-se necessária a determinação experimental das curvas de dessorção para cada tipo de produto [7, 8, 16].

A isotérmica de dessorção da água é a relação entre o teor de humidade em equilíbrio de um material (expressa como massa de água por unidade de massa de matéria seca) e a atividade da água, a uma dada temperatura. Um bom conhecimento das isotérmicas de dessorção é essencial em vários processos na indústria alimentar como processos de secagem, preservação, estabilidade de armazenamento e processos de controlo. Podem ser usadas para prever as mudanças na estabilidade do alimento e

para selecionar o material da embalagem e os ingredientes apropriados para a formulação de um produto alimentar [6, 7, 8, 9].

Uma vez que a_w é dependente da temperatura, segue-se que a temperatura tem um efeito significativo sobre isotérmicas de dessorção. Assim, quando o produto é submetido a uma temperatura superior, todo o teor de humidade constante, aumenta com a diminuição da temperatura de a_w [6].

Existem diversos métodos utilizados para determinar as isotérmicas de dessorção, contudo um dos mais utilizados é o gravimétrico. Este consiste na colocação de material fresco, em atmosferas conhecidas, a diferentes humidades. As amostras vão perder humidade até que atinjam o equilíbrio. Em equilíbrio, caracterizado por peso constante, o conteúdo das amostras de água é determinado pelo cálculo da absorção de água durante a análise do conteúdo de humidade. As medições de dessorção podem ser realizadas sob diferentes condições: dinâmico ou estático. Num sistema dinâmico, o ar é agitado ou soprado sobre a amostra. Num sistema estático o ar que circunda a amostra é estagnado [6].

2. Estado da arte

Em 2006, foram avaliadas as propriedades antibacterianas e antioxidantes da *Malva silvestres*, entre outras plantas. A atividade antibacteriana dos extratos etanólicos e aquosos foi avaliada utilizando as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosas*, *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*. Os extratos aquosos do chá de malva não apresentaram atividade antibacteriana. Os extratos alcoólicos de todos os chás analisados mostraram o maior halo de inibição contra o *Staphylococcus aureus*. A quantidade de compostos fenólicos totais extraídos de ambas as condições de extração variou de 18 a 145 mg EAG/g de folha seca (EAG – equivalente em ácido gálico). Os extratos aquosos da malva foram uns dos que apresentaram maior atividade antioxidante (acima de 97%) entre os chás analisados [14].

Mais tarde em 2010, um estudo realizado no Instituto Politécnico de Bragança, veio comprovar mais uma vez as propriedades antioxidantes muito fortes das folhas de malva, incluindo a atividade sequestradora de radicais [4]

Em 2007 foi realizada uma revisão bibliográfica sobre plantas medicinais indicadas para afeções odontológicas, onde *Malva sylvestris* L foi uma das espécies mais citadas [2].

Em 2008, a partir dos resultados obtidos sobre a ação anti-inflamatória da *M. sylvestris*, em doença periodontal induzida por ligadura, tornou-se de interesse avaliar também o processo de cicatrização da planta em lesão palatina de ratos. Os resultados obtidos mostraram que a *M. sylvestris*, na dose de 25 mg/lesão reduziu a atividade das enzimas mieloperoxidase (MPO) e NAG e houve também uma redução da reabsorção óssea e aumento do percentual ósseo periodontal. A planta também se apresentou eficaz, *in vitro*, na redução da liberação de óxido nítrico (NO) por fibroblastos gengivais estimulados por lipopolissacarídeo (LPS). Na dose de 50 mg/lesão reduziu a atividade das enzimas mieloperoxidase (MPO) e NAG e também o tempo de cicatrização. A partir desses resultados sugeriu-se que a *M. sylvestris*, pela ação sinérgica dos seus compostos, possui ação anti-inflamatória e cicatrizante no tratamento da doença periodontal induzida por ligadura e na cicatrização de lesão palatina, necessitando ainda de mais estudos [10].

O estudo das isotérmicas de dessorção de diversos produtos alimentares, tem vindo a ser documentado à vários anos. Em 2005 no Brasil, realizou-se um estudo com objetivo de obter as curvas de isotérmicas de dessorção de cogumelos *Agaricus blazei*

nas temperaturas de 40, 60 e 80°C, através do método gravimétrico estático com soluções salinas saturadas [8].

Mais tarde em 2011 um novo estudo acerca das isotérmicas de dessecção da casca e folhas de laranja da Tunísia. O teor de humidade em equilíbrio foi medido utilizando o método gravimétrico estático em três temperaturas (40, 50 e 60°C) e em ampla gama de atividade de água (0,109-,891) [9].

Em 2012 surgem mais casos de estudos acerca deste assunto nomeadamente um acerca de isotérmicas de dessecção de arroz em casca, determinadas a 25°C num intervalo de 0 a 0.98 de atividade da água [20]. Outro caso ainda, acerca de maçãs e pêras às temperaturas de 30, 45 e 60°C numa faixa de a_w de 0.04 a 0.83, usando também o método gravimétrico estático. Estes dados de transição térmica foram utilizados para estabelecer diagramas de estado e avaliar as condições de armazenamento adequadas para a fruta [7].

Desta forma, a pesquisa alargada acerca da planta medicinal *Malva sylvestris*, nomeadamente das suas isotérmicas de dessecção e métodos de conservação, é fundamental.

3. Materiais e Métodos

3.1. Materiais

3.1.1. Malva

As amostras da planta medicinal a estudar, foram colhidas diretamente do seu habitat natural. A figura 1 ilustra a mesma planta no seu habitat natural antes de ser colhida.



Figura 1- *Malva sylvestris* no seu habitat natural.

Após a colheita da malva, esta foi conservada no frigorífico, mantido a uma temperatura relativamente baixa, de modo a preservar as suas características. O teor de humidade da planta foi obtido a uma temperatura de 105°C por uma balança analítica (Sartorius moisture analyser). Para as experiências de medição das isotérmicas de adsorção e cinética de secagem as folhas de malva foram repartidas em pequenos pedaços semelhantes com um peso total de aproximadamente 0.5 g.

3.1.2. Equipamento

3.1.2.1. Novasina Thermoconstanter

As isotérmicas de dessorção da água na malva foram determinadas com utilização do equipamento Novasina Thermoconstanter, figura 2, que permite determinar os valores de a_w com a humidade e temperatura controlada. A humidade da câmara onde se encontra a amostra é estabelecida com uma solução de sal saturada de valor conhecido.



Figura 2- Aparelho Novasina Thermoconstanter.

Este aparelho, quando convenientemente calibrado com sais, proporciona medidas precisas, respondendo rapidamente às mudanças de umidade relativa. No aparelho um sensor mede a atividade da água, à temperatura indicada, de pequenas amostras e o transmissor converte os sinais da célula de medição, indicando os valores medidos de aw e da temperatura diretamente no seu mostrador frontal [17, 18, 19].

Foi então realizada uma calibração a 25°C utilizando sais de calibração de 11, 33, 53, 75, 90 e 98% de umidade relativa, para medidas precisas.

3.1.2.2. SARTORIUS MA45

O teor de umidade das amostras foi determinado pelo aparelho de análise de umidade SARTORIUS MA45 e as medidas de pesagem da malva antes de cada ensaio, foram realizadas com uma balança analítica de precisão $\pm 0.0001g$. A figura 3 ilustra o aparelho de medição de umidade e a balança analítica.

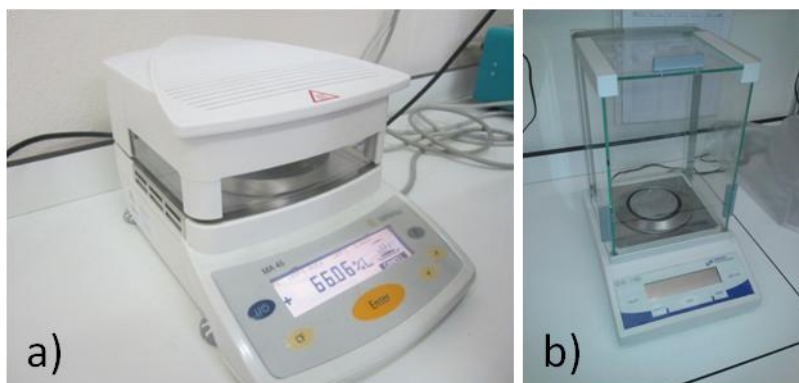


Figura 3- a) Aparelho SARTORIUS MA45; b) Balança analítica de precisão.

Este aparelho de análise de humidade contém no seu interior um prato onde se coloca a *Malva sylvestris* e regista o seu peso antes da sua secagem, após exposta a uma determinada temperatura (neste caso 105°C).

A percentagem de humidade obtida é utilizada para determinar a massa seca existente em cada amostra de malva colocada no aparelho Novasina.

3.2. Método

Para a realização das experiências para determinação das isotérmicas de dessecção, foi adotado um método muito semelhante ao método gravimétrico mencionado anteriormente. Uma diferença está na pesagem da massa das amostras, uma vez que o equipamento utilizado não efetua essa medição diretamente. Para tal, quando necessária a pesagem da amostra, esta é retirada do aparelho Novasina por breves instantes, para se efetuar a pesagem na balança analítica de precisão.

As folhas da planta medicinal são repartidas em pequenos pedaços análogos e simultaneamente pesadas na balança analítica até um amostra de aproximadamente 0.5 g. De seguida, a amostra é colocada dentro do aparelho Novasina com o padrão de humidade pretendido. É estabelecido um período de tempo para o registo de a_w e para a pesagem da massa da amostra, para a elaboração de curvas de cinética para todos os padrões a todas as temperaturas. Quando estes dois valores se apresentarem consideravelmente estáveis, a experiência termina e realiza-se uma nova da mesma forma, com um padrão de humidade diferente.

Da mesma “colheita” de malva utilizada para um ensaio, é retirada também uma outra amostra, para o prato do aparelho SARTORIUS MA45, até cerca de 2 g. O valor da massa da amostra é indicado pelo próprio aparelho. Por fim inicia-se o processo de desidratação a 105°C, para obtenção do valor do teor de humidade existente em cada amostra de cada ensaio.

4. Procedimento experimental

Iniciou-se a atividade laboratorial com a calibração a 25°C, utilizando sais de calibração de 11, 33, 53, 75, 90 e 98% de umidade relativa, do aparelho NOVASINA, para medidas precisas uma vez que a percentagem de umidade do padrão não correspondia com o mesmo valor no aparelho.

Simultaneamente foi colocada uma amostra de malva com massa conhecida, a secar ao ar ambiente do laboratório, registrando a sua perda de massa e a umidade do ar a cada 24 horas.

Posto isto, determinou-se a atividade da água de uma amostra de malva sem qualquer padrão de umidade, para obter o conhecimento do padrão de umidade mais elevado a utilizar para cada experiência. Este foi de 0.821 iniciando-se portanto os ensaios com padrões de umidade até 90%.

Verificou-se ainda a existência de umidade no caule e nas folhas da planta medicinal, com o aparelho SARTORIUS MA45 a duas temperaturas distintas, pelo que foram utilizadas quatro amostras da mesma planta nas mesmas condições.

Iniciaram-se então as experiências com o aparelho, por ordem decrescente de padrão de umidade, de acordo com o a_w registado na amostra sem padrão, a 25°C. Os ensaios foram realizados a três temperaturas distintas (15, 25 e 35°C) para obtenção das curvas isotérmicas.

5. Apresentação e discussão dos resultados

Os resultados obtidos da calibração dos padrões de humidade no aparelho NOVASINA, apresentam-se na tabela 2 e ilustrados no gráfico da figura 4.

Tabela 2- Valores de a_w obtidos na calibração dos padrões de humidade.

Padrão	Novasina
0,98	0,826
0,90	0,764
0,75	0,638
0,53	0,474
0,33	0,340
0,11	0,170

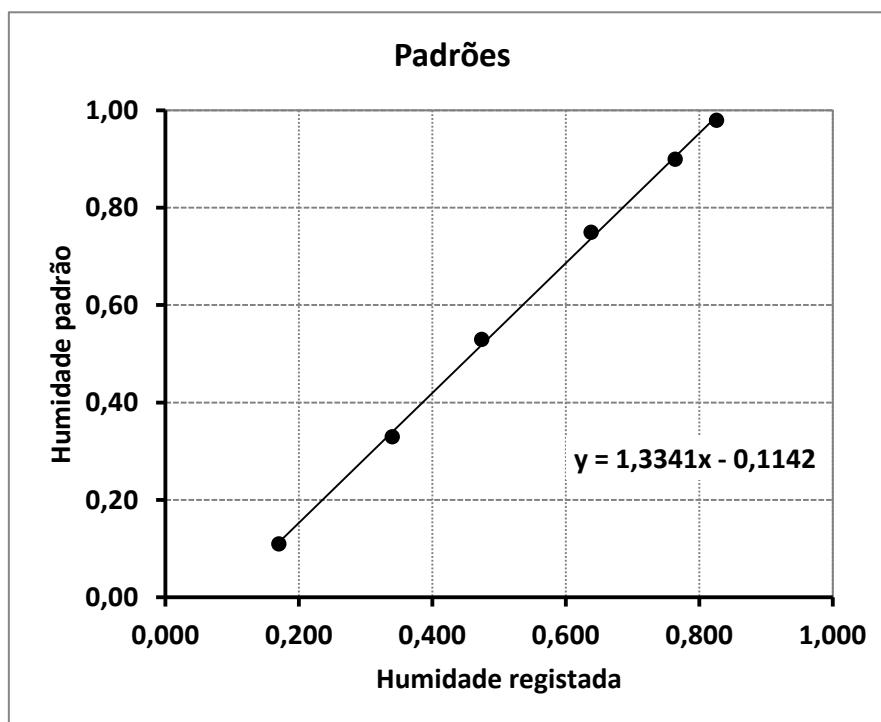


Figura 4- Gráfico correspondente à calibração dos padrões de humidade a 25°C.

Como se pode verificar na tabela 2, os valores registados pelo aparelho correspondem a um número ligeiramente diferente do real. Os valores registados pelo aparelho apresentam-se ligeiramente inferiores do valor real, isto para os quatro padrões mais elevados. Nos dois padrões inferiores acontece o oposto sendo que no padrão 33% os valores são muito semelhantes.

Utilizando a equação da linha de tendência também ilustrada na figura 4, foi possível no final de cada ensaio, obter o valor real de a_w no equilíbrio.

Os dados que se seguem na tabela 3, são referentes à secagem da amostra de malva à temperatura e humidade ambiente.

Tabela 3- Resultados referentes à secagem de uma amostra de malva ao ar ambiente.

t (horas)	m (g)	T (°C)	Humidade (%)
0	0,5462	18,7	29
24	0,2502	18,5	32
48	0,1979	20,3	39
72	0,1951	20	31
96	0,1941	18,7	31
120	0,1933	19,2	32

Este processo ocorre relativamente rápido com uma redução no valor da massa para cerca de metade da inicial, nas primeiras 24 horas de secagem. Após esse período, o valor da massa decresce muito lentamente considerando-se estável após 50 horas de secagem, no entanto continuou a perder massa muito pouco significativa que se registou até 120 horas (5 dias). A temperatura ambiente não diferiu muito nesse período de tempo assim como a humidade do ar. O decréscimo de massa ao longo do tempo nas condições apresentadas na tabela 3 encontra-se representado na figura 5:

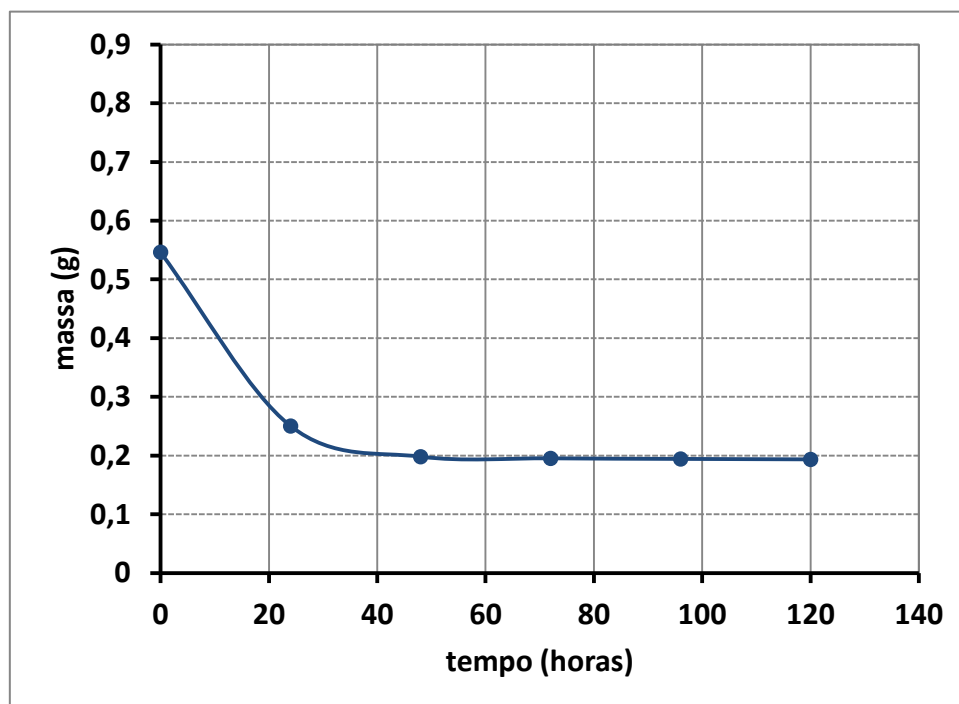


Figura 5- Estudo da secagem de uma amostra de Malva ao ar ambiente.

A humidade existente nas duas partes distintas da malva foi também registada, encontrando-se o registo de dados na seguinte tabela.

Tabela 4- Humidade da malva nas folhas e no caule.

Folha de Malva			Caule de Malva				
T (°C)	130	m (g)	2,506	T (C)	130	m (g)	2,545
		humidade (%)	66,05			humidade (%)	77,09
105		m (g)	2,505	105		m (g)	2,538
		humidade (%)	66,05			humidade (%)	76,19

Como se pode verificar pela análise dos dados, o caule da planta medicinal apresenta um teor de humidade relativamente superior ao existente nas folhas. Contudo a parte da planta escolhida para utilizar no estudo foram as folhas uma vez que é a parte da planta mais utilizada no quotidiano para o tratamento de doenças.

Ao longo de todos os ensaios realizados para a determinação das isotérmicas de dessecção, foram determinadas experimentalmente curvas da cinética de dessecção para todos os padrões, apresentando-se os resultados nas figuras 6 a 10:

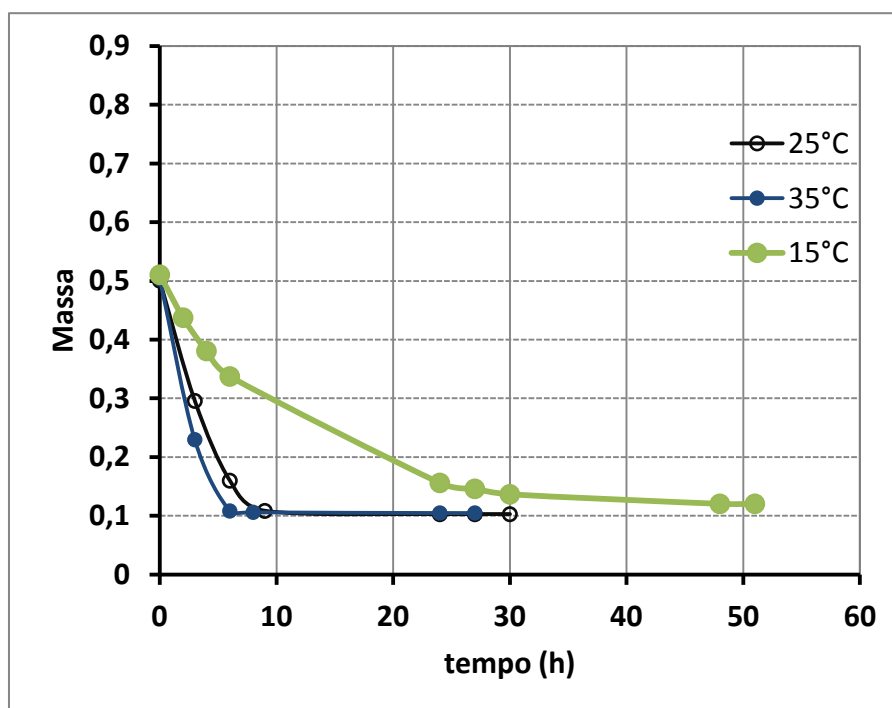


Figura 6- Curva de cinética de secagem, para o padrão 11% para as três temperaturas em estudo.

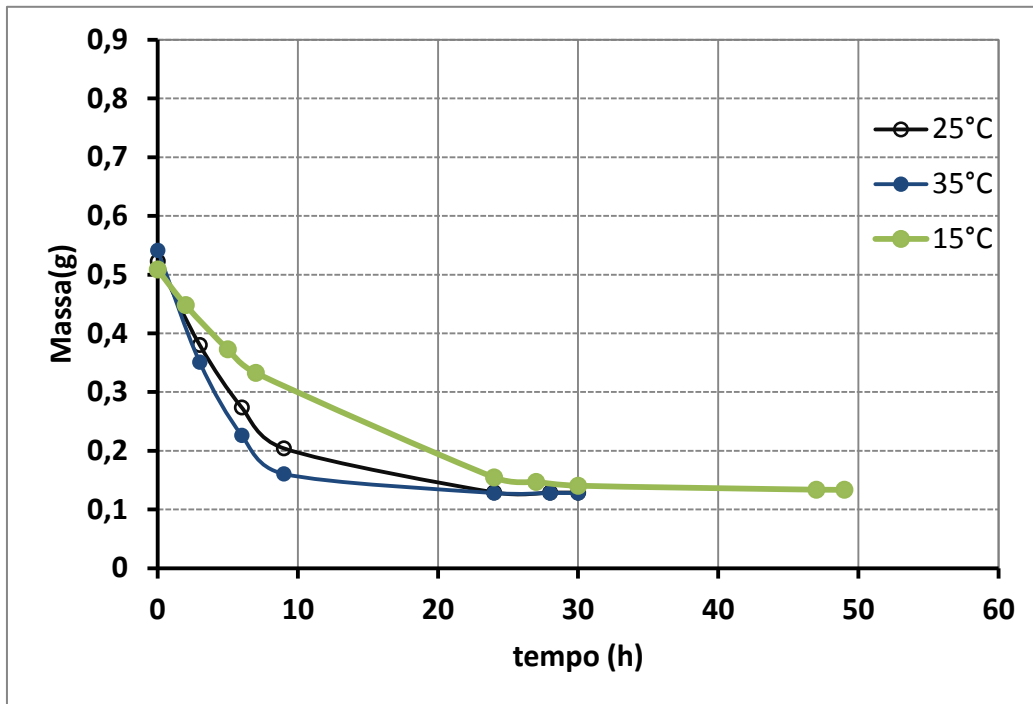


Figura 7- Curva de cinética de secagem, para o padrão 33% para as três temperaturas em estudo.

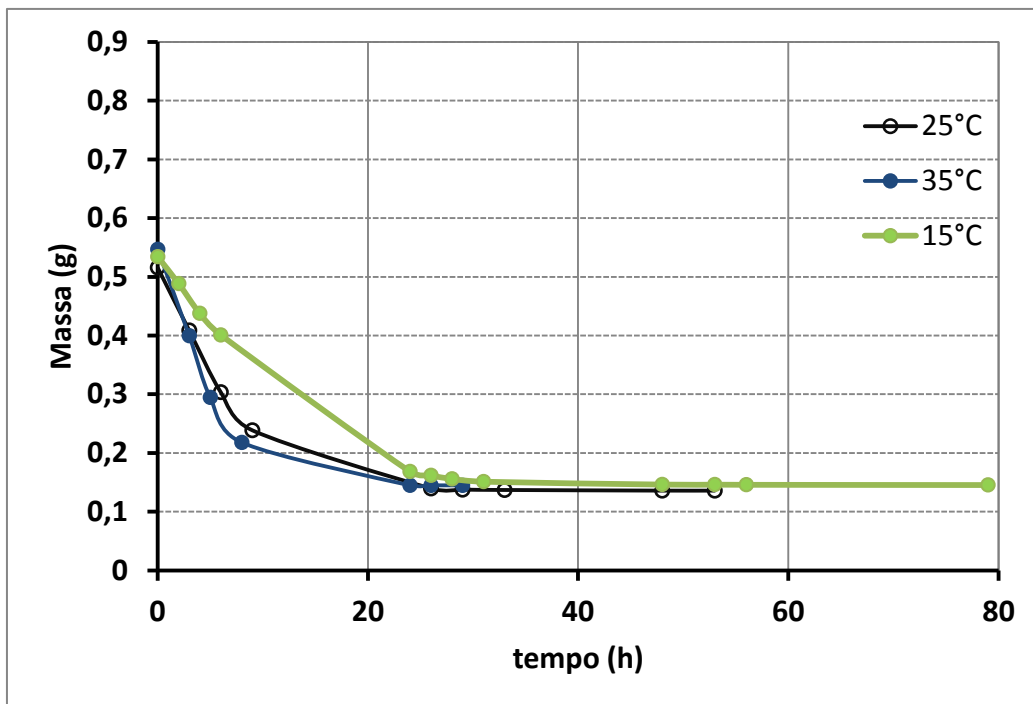


Figura 8- Curva de cinética de secagem, para o padrão 53% para as três temperaturas em estudo.

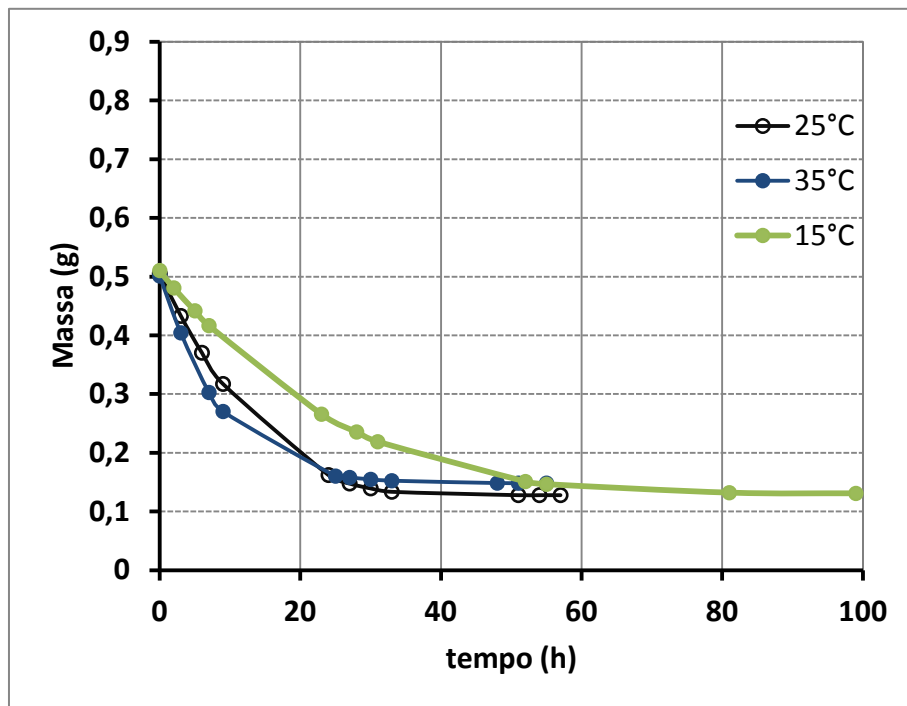


Figura 9- Curva de cinética de secagem, para o padrão 75% para as três temperaturas em estudo.

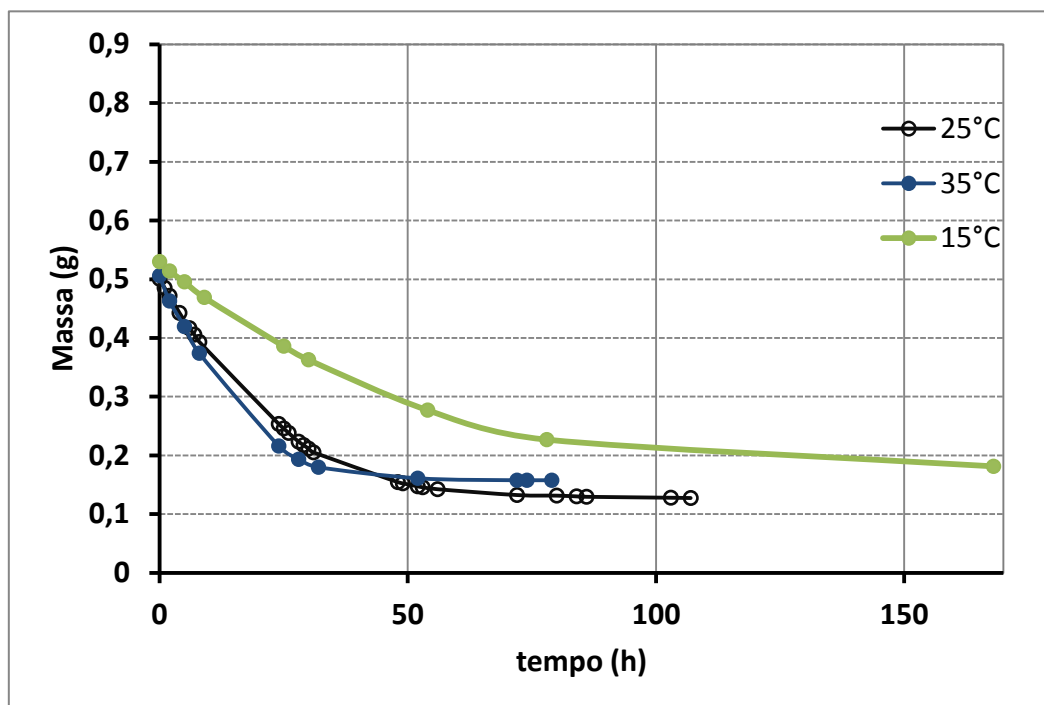


Figura 10- Curva de cinética de secagem, para o padrão 90% para as três temperaturas em estudo.

Pela análise dos gráficos das figuras 6, 7, 8, 9 e 10, é possível constatar que em relação à perda de massa da amostra, o processo torna-se mais rápido com o aumento da temperatura, o que seria de prever. De uma forma geral, para o mesmo intervalo de tempo, quanto maior é a temperatura, maior é também o valor da massa perdida. É

visível também em todos os casos, um decréscimo de massa mais acentuado nas primeiras horas.

A média da humidade existente no ar ambiente do laboratório no período de secagem da malva ao ar ambiente, corresponde a cerca de 32% e a média de temperatura a 19°C. Para a curva de cinética relativa à massa, para o padrão de humidade de 33% (figura 5) verifica-se na curva a 15°C uma semelhança no tempo de secagem assim como na de 25°C uma semelhança na curva no que diz respeito à perda de massa.

Registou-se também a atividade da água (a_w) dentro da câmara da Novasina durante a cinética de secagem para cada padrão. Qualitativamente as curvas são semelhantes às da cinética de secagem sendo que no início verifica-se um aumento significativo da a_w na câmara especialmente devido à libertação de humidade súbita da amostra quando posta em contacto com solução de sal saturada com um teor de humidade inferior. As Figuras 11, 12, 13, 14 e 15 mostram os resultados.

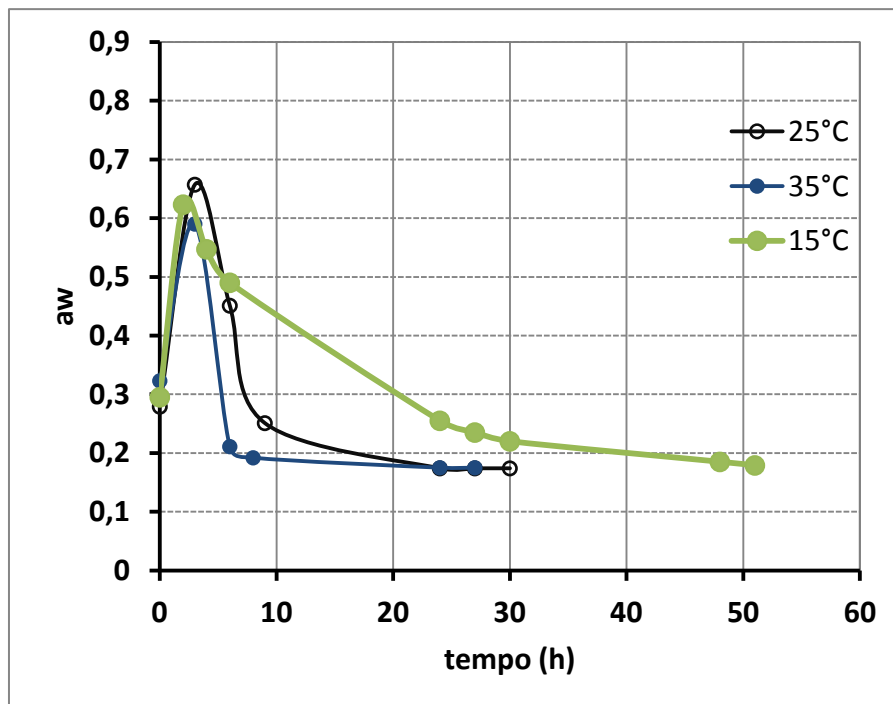


Figura 11- Curva de cinética relativa à atividade da água, para o padrão 11%.

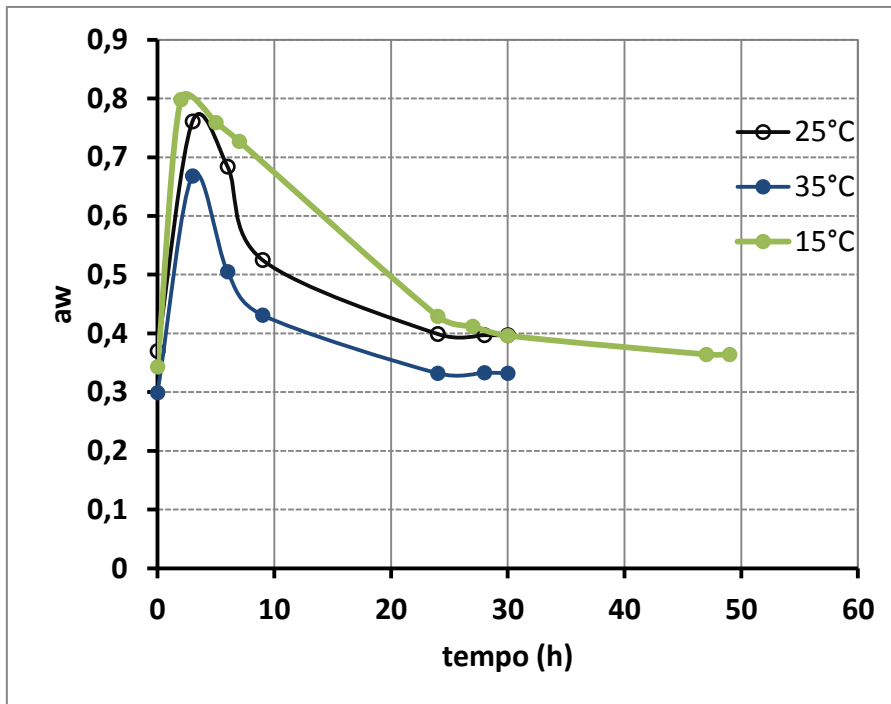


Figura 12- Curva de cinética relativa à atividade da água, para o padrão 33%.

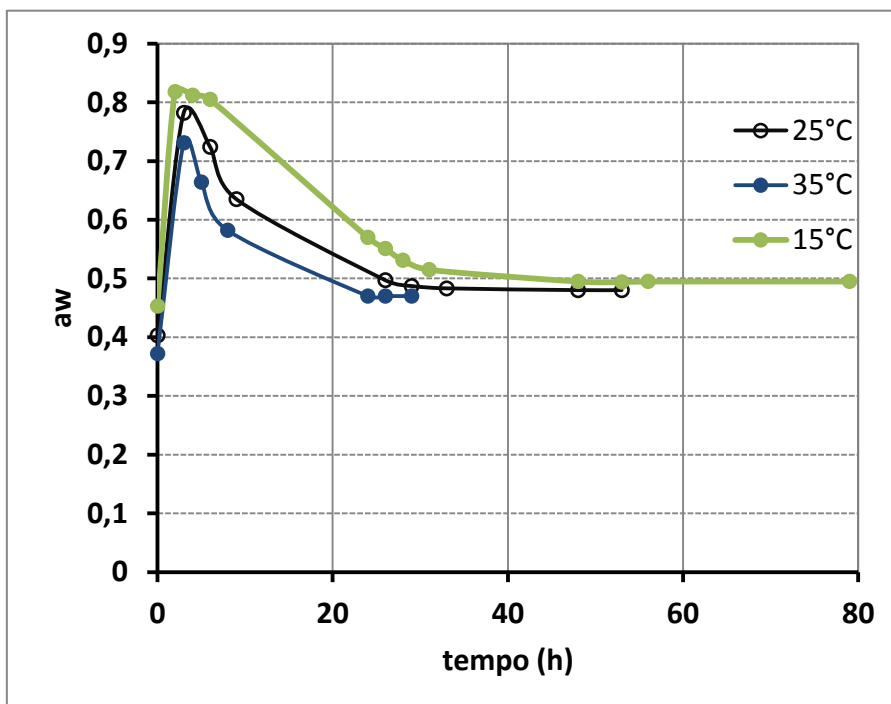


Figura 13- Curva de cinética relativa à atividade da água, para o padrão 53%

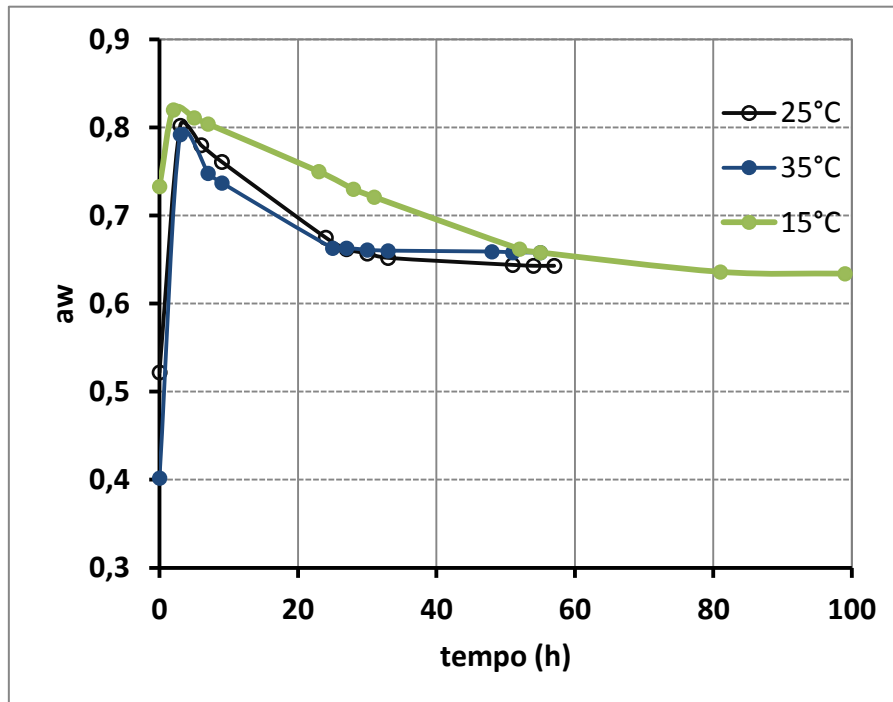


Figura 14- Curva de cinética relativa à atividade da água, para o padrão 75%.

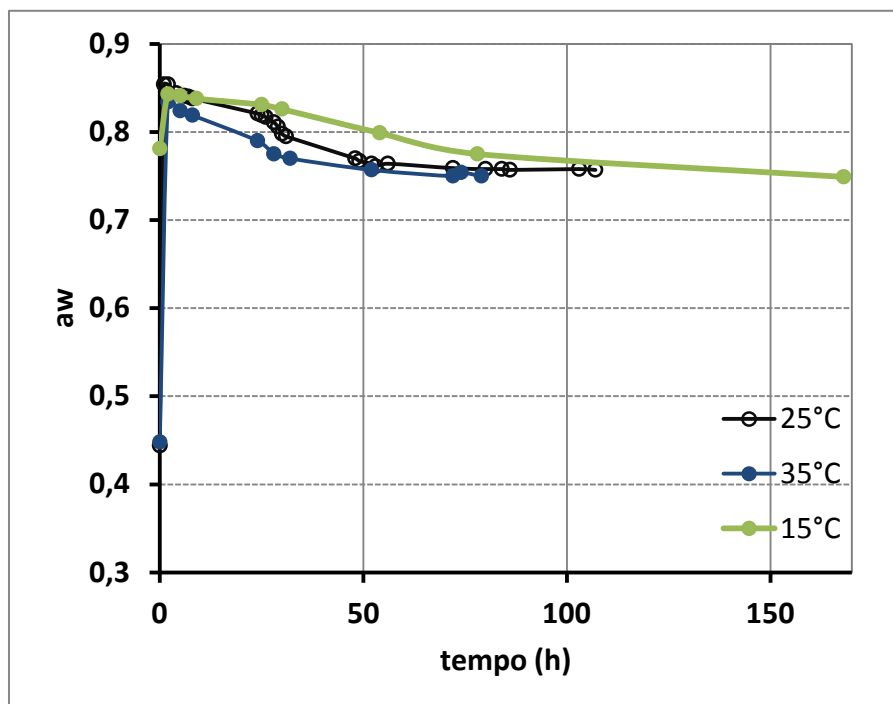


Figura 15- Curva de cinética relativa à atividade da água, para o padrão 90%.

A estabilização de aw torna-se mais lenta com a diminuição da temperatura e quanto menor for a mesma, maior o valor de aw registado.

A Tabela 5 resume os valores de equilíbrio do teor de humidade X (Equação 1) em função da atividade da água (Equação 2) e a Figura 16 a sua representação gráfica (isotérmicas de dessorção para as três temperaturas estudadas: 15, 25 e 35°C).

Tabela 5- Valores de X e a_w em função da humidade e temperatura obtidos no equilíbrio para os vários ensaios realizados.

Isotérmica de dessorção						
	35°C		25°C		15°C	
Padrão	X	a_w	X	a_w	X	a_w
90%	0,2984	0,884	0,3200	0,878	0,3503	0,888
75%	0,2240	0,753	0,2259	0,741	0,2557	0,745
53%	0,0933	0,577	0,1080	0,568	0,1204	0,565
33%	0,0692	0,391	0,0757	0,415	0,0838	0,371
11%	0,0029	0,119	0,0156	0,118	0,0310	0,125

Através da análise da tabela 5, verifica-se um ligeiro aumento do teor de humidade existente em cada amostra, com o aumento da atividade da água.

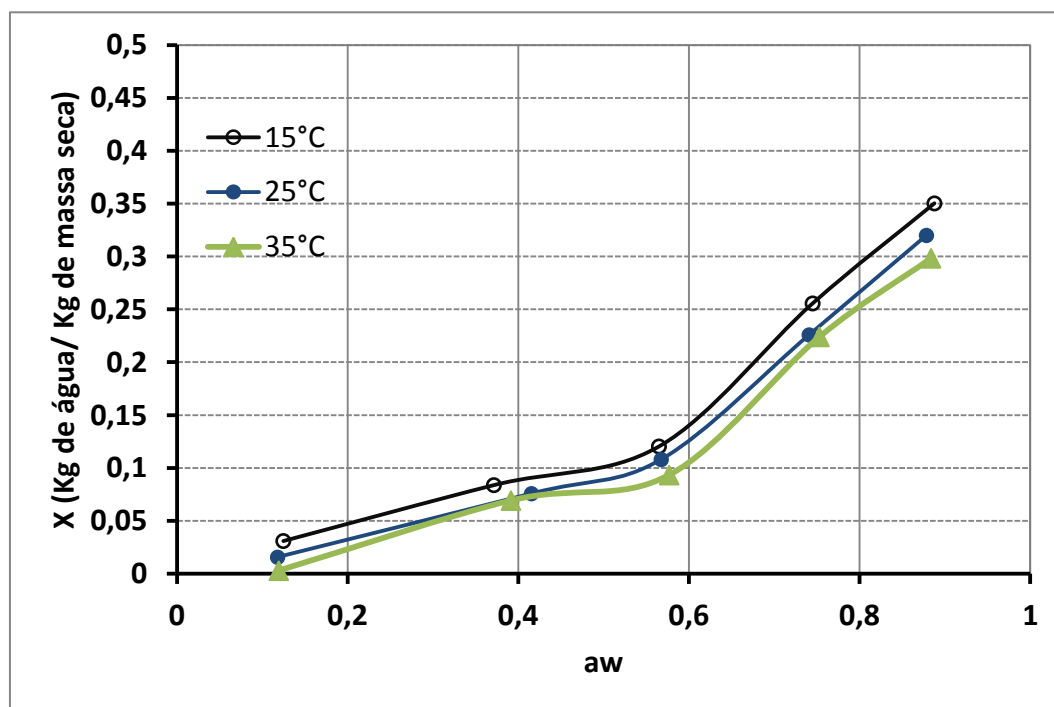


Figura 16- Isotérmica de dessorção da água na malva a 15, 25 e 35°C.

De acordo com a figura 16, observa-se que as curvas são dependentes da temperatura, isto é, o teor de humidade no equilíbrio existente na amostra de malva decresce com o aumento da temperatura. Verifica-se também a existência de uma relação notória entre a atividade da água e o teor de humidade da amostra, sendo que com

o aumento da atividade da água, o teor húmido da amostra aumenta também de uma forma quase proporcional.

Pode-se afirmar que quanto maior a humidade do meio, maior será o teor de humidade na planta, logo haverá também uma maior atividade da água, o que será propício á atividade microbiana.

Para temperaturas entre 26 a 30°C o valor de atividade de água para produtos desidratados como os chás, deve ser no máximo 0,600, para prevenir a proliferação de micro-organismos. A atividade de água torna-se mais relevante que o teor de humidade para a manutenção da estabilidade dos chás, contudo o teor de humidade nos chás não deve ultrapassar os 12% [22, 23].

Geralmente a humidade relativa inferior a 40% é considerada muito baixa e má, pois evita a reidratação e torna os materiais fibrosos quebradiços, além de causar secura de mucosas. No outro extremo da escala, as atmosferas com uma humidade relativa superior a 80% são consideradas relativamente húmidas e provocam a reidratação e o amolecimento excessivo de alguns produtos e materiais [21].

Sendo assim as condições ideais de armazenamento da planta medicinal para chás em estudo, são de aproximadamente 15°C em locais secos, guardados de luz e de humidade e com atividade da água abaixo de 60%.

6. Conclusão

Com a realização deste estudo de isotérmicas de dessecção da água na malva verifica-se que a atividade da água e o teor de humidade, são dependentes da temperatura. Quanto maior a temperatura a que malva é exposta, menor será a atividade da água na mesma assim como a humidade relativa.

Quanto maior a humidade existente no meio, maior a atividade da água na malva, logo a mesma vai estar mais propícia à atividade microbiana. A secagem da planta medicinal para chá proporciona a redução da atividade microbiana na planta que combinada com uma conservação num local seco e livre de humidade será o ideal para prolongar a sua armazenagem.

Verifica-se também um aumento mais acentuado no teor de humidade a partir de uma atividade da água perto de 60%, sendo portanto este o valor máximo aproximado, uma condição de armazenamento do chá, pois previne-se assim a proliferação de micro-organismos.

As condições ideais de armazenamento da malva para chá serão então cerca de 15°C num local seco e livre de luz e com atividade da água abaixo de 60% para manter o teor de humidade do chá abaixo dos 12%.

7. Trabalhos futuros

Como trabalho futuro sugere-se a continuação de pesquisa laboratorial alargada para esta planta medicinal. Seria interessante e de utilidade a continuação deste estudo num intervalo de temperaturas mais alargado assim como o mesmo estudo de isotérmicas de dessorção referente também ao caule e às flores da *Malva sylvestris*.

Uma outra proposta também, seria a utilização deste mesmo estudo como auxílio na realização de diagramas de estado da malva e avaliação das condições adequadas de armazenamento da mesma. Por outro lado é conveniente a modelização dos dados de equilíbrio e cinética de secagem relativos a este estudo.

Bibliografia

[1] Oliveira L. S., Muzitano M. F., Coutinho M. A. S., Melo G. O., Costa S. S., Plantas Medicinais como Recurso Terapêutico em Comunidade do Entorno da Reserva Biológica do Tinguá, RJ, Brasil – Metabólitos Secundários e Aspectos Farmacológicos, Inter Science Place-Revista Científica Internacional, Ano 4 - Nº 17, páginas: 54-74, Abril /Junho, 2011;

[2] Oliveira F. Q., Gobira B., Guimarães C., Batista J., Barreto M., Souza M., Espécies vegetais indicadas na odontologia, Revista Brasileira de Farmacognosia, páginas: 466-476, Jul./Set. 2007;

[3] Islam M., Ali E., Saeed M. A., Jamshaid M., Tahir M., Khan J., Antimicrobial and irritant activities of the extracts of *Malva parviflora* L., *Malvastrum coromandelianum* L. and *Amaranthus viridis* L. –A preliminar investigation, Pakistan journal of pharmacy, University of the Punjab, pages: 20-23, 2007-2010.

[4] Barros L., Carvalho A. M., Ferreirta I. C. F. R., Leaves, Flowers, Immature fruits and Leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: A comparative study of the nutraceutical potential and composition, Food and Chemical Toxicology, vol.48, pages:1466–1472, 2010.

[5] Marouane W., Soussi A., Murat J. C., Bezzine S., Feki A., E., The protective effect of *Malva sylvestris* on rat kidney damaged by vanadium, Lipids in Health and Disease, Marouane et al, licensee BioMed Central Ltd, 2011.

[6] Mariz I. F. A., Pais L. S., Barreiro F. F., Silva J. A. C., Equilibrium Moisture Content and Heat of Desorption of Garlic, Laboratory of Separation and Reaction Engineering, Polytechnic Institute of Bragança, Bragança, Portugal, 2005;

[7] Mrad N. D., Bonazzi C., Boudhrioua N., Kechaou N, Courtois F., Moisture Sorption Isotherms, Thermodynamic Properties, and Glass Transition of Pears and Apples, Drying Technology, vol.30, pages:1397–1406, 2012

[8] Kurozawa L. E., El-Aouar A.A., Murr F.E.X., Obtenção de isoterma de dessorção de cogumelo *in natura* e desidratado osmoticamente, Ciências e Tecnologia Alimentar, vol.25, n.4, páginas: 828-834, Campinas, out.-dez. 2005

- [9] *Bejar A. K., Mihoubi N. B., Kechaou N.*, Moisture sorption isotherms – Experimental and mathematical investigations of orange (*Citrus sinensis*) peel and leaves, *Food Chemistry*, vol.132, pages: 1728–1735, 2011.
- [10] *Loddi A. M. V.*, Avaliação pré-clínica do potencial anti-inflamatório e cicatrizante da *Malva sylvestris Linn.* em alterações bucais, Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Farmacologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- [11] *Melo M. P., Júnior A. A. C., Santos P. C. M., Lima C.S.*, *Malva sylvestris*, novo hospedeiro de *Puccinia heterospora* no Brasil, *Tropical Plant Pathology*, vol. 37, n.1, pages: 80-82, January - February 2012.
- [12] *Tabaraki R., Yosefi Z., Gharneh H. A. A.*, Chemical Composition and Antioxidant Properties of *Malva sylvestris L.*, *Journal of Research in Agricultural Science*, Vol. 8, No. 1 (2012), Pages: 59 – 68, 2011.
- [13] *Pirbalouti A. G.*, Wound Healing Activity of Extracts of *Malva sylvestris* and *Stachys lavandulifolia*, *International Journal of Biology*, Vol. 3, No. 1, pages: 174-179 January 2011.
- [14] *Asolini F. C., Tedesco A. M., Carpes S. T.*, Atividade Antioxidante e Antibacteriana dos Compostos Fenólicos dos Extratos de Plantas Usadas como Chás, *Brazilian journal of food technology*, v.9, n.3, pages: 209-215, jul./set, Paraná, 2006
- [15] *Gonçalves A. C. K.*, Efeito da *Malva sylvestris*L. No reparo de lesões palatinas. Estudo em ratos, dissertação da universidade estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2012.
- [16] *Guelfi L. R., Scheer A. P.*, Estudo de Adessorção Para Purificação e Separação de Misturas na Indústria Petrolífera, graduação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Fevereiro, 2007.
- [17] *Firmino P. T., Silva V. S., Dos Anjos G. G., Silva A. C., Oliveira D. M.*, Atividade da água para conservação das sementes de mamona, 2º Congresso brasileiro de mamona.
- [18] *Garcia D. M.*, Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas de integração avícola, Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Faculdade veterinária, Porto Alegre, 2004.

- [19] *Gleiter R.A., Horn H., Isengard H. D.*, Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey, Elsevier Ltd, Food Chemistry, vol.96, pages:441–445, 2006.
- [20] *Bingol G., Prakash B., Pan Z.*, Dynamic vapor sorption isotherms of medium grain rice varieties, LWT - Food Science and Technology, vol.48, pages: 156-163, Fevereiro de 2012.
- [21] *Gomes E. C., Elpo E. R. S., Negrelle R. R. B.*, Armazenagem de chás no setor supermercadista, Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, vol. 27, páginas: 675-680, out.-dez. 2007.
- [22] *Firmino L. D. A.*, Avaliação da qualidade de diferentes marcas de chá verde (*Camellia sinensis*) comercializadas em Salvador-Baiha, Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, Universidade federal Baiha, Faculdade de farmácia, Salvador – BA, 2011.
- [23] Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Gerência-Geral Alimentos, Ministério da saúde, NORMAS TÉCNICAS ESPECIAIS, CNNPA nº 12, estado de São Paulo, 1978.