



METER



EFEITO DA AW NA VIDA DE PRATELEIRA DE ALIMENTOS

TÂNIA M. M. SHIBATA

VIDA DE PRATELEIRA

vida de prateleira de um produto é o tempo em que ele pode ser conservado em determinadas condições de temperatura, umidade relativa, luz, etc., sofrendo pequenas, mas bem estabelecidas alterações que são, até certo ponto, consideradas aceitáveis pelo fabricante, pelo consumidor e pela legislação alimentar vigente.

VIDA DE PRATELEIRA

**vida de prateleira não é uma função do tempo,
mas sim das condições ambientais e do quanto a
qualidade variou (dentro do permitido)**

Curso Vida de Prateleira de Alimentos – ITAL Fruthotech . Silvia Moura e Silvia Germer

O QUE DETERMINA O FIM DE VIDA DE SEU PRODUTO?

Muitos fatores ou reações podem tornar o seu produto inseguro ou desagradável:

- *Biológica: degradação microbiana, senescência*
- *Química: oxidação lipídica, oxidação de pigmentos, enzimática, escurecimento não enzimático, degradação de nutrientes – vitaminas, proteínas*
- *Física: alterações na textura*
- *Sensorial: alteração no sabor, cor*



O QUE DETERMINA O FIM DE VIDA DE SEU PRODUTO?

Sem um estudo para determinar a validade precisa e específica do produto, você pode:

- *Descartar um produto vencido que ainda esteja bom*
- *Vender produtos não expirados que estão realmente ruins*
- *Pagar muito por uma embalagem que não ajuda o seu produto*
- *Abrir mão de uma significativa vida útil que viria de uma melhor embalagem*



Vamos fazer mais testes de validade?

COMO PREVER A VIDA ÚTIL?

O prazo de validade de um alimento é o tempo durante o qual um produto permanecerá seguro, manterá as propriedades sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas desejadas e cumprirá a rotulagem nutricional.

Muitos fatores influenciam a vida de prateleira incluindo:

- atividade de água
- temperatura
- pH
- Potencial redox
- Oxigênio
- Uso de conservantes
- Condições de processamento
- Condições de transporte e armazenamento



ATIVIDADE DE ÁGUA DE ALGUNS ALIMENTOS

a_w	Alimentos	Vida de prateleira
>0,98	Leite, carnes, sucos, frutas, vegetais, peixes, cremes	Extremamente curta
0,98 – 0,93	Presunto, alguns queijos, carnes curadas, pães, salsichas	Curta
0,93 – 0,85	Produtos fermentados, alguns queijos, leite condensado, carnes curadas, salame	
0,85 – 0,60	Fondant, marshmallow, balas de goma, produtos conservados por sal, recheios de bombons, geléias, alguns queijos maturados	
< 0,60	Mel, alimentos desidratados, biscoitos, confeitos de amendoim, bala dura, chocolates, vegetais desidratados, condimentos desidratados, cereais matinais, batata frita	Longa



COMO A ATIVIDADE DE ÁGUA PODE AJUDAR?

Medindo e controlando a atividade de água dos alimentos e produtos farmacêuticos é possível

- Prever quais micro-organismos serão fontes potenciais de deterioração e infecção
- Manter a estabilidade química do produto
- Minimizar reações de Maillard e de oxidação lipídica auto-catalítica espontânea
- Controlar a atividade das enzimas
- Prolongar nutrientes e vitaminas nos alimentos
- Otimizar as propriedades físicas dos alimentos

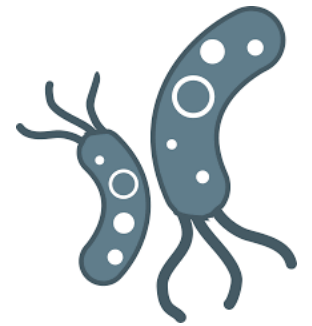


ATIVIDADE DE ÁGUA E DETERIORAÇÃO MICROBIANA

A proliferação microbiana tanto de bactérias, quanto bolores e leveduras, é a ameaça mais perigosa para a vida de prateleira.

O controle de atividade de água pode inibir ou impedir o desenvolvimento microbiano, prolongar a vida útil e permitir que alguns produtos seja armazenados com segurança sem refrigeração.

Usando tabelas já bem conceituadas e definidas, pode-se determinar um limite de atividade de água para o seu produto e usá-lo em testes de validade.



ATIVIDADE DE ÁGUA E DETERIORAÇÃO MICROBIANA

Todo micro-organismo tem um nível de a_w limitante para sua proliferação.


a_w limite	Micro-organismos
0,91	Bactéria Gram Negativa
0,86	Bactéria Gram Positiva
0,88	Leveduras (limite prática)
0,80	Produção de micotoxinas
0,70	Fungos (limite prática)
0,62	Leveduras osmofilícias
0,61	Bolores xerofílicos
0,60	Limite absoluto para micro-organismos



a_w	Bactéria	Fungo	Levedura	Produtos
0,97	<i>Clostridium botulinum E</i> ; <i>Pseudomonas fluorescens</i>			Carnes frescas, frutas, vegetais, frutas e vegetais enlatados
0,95	<i>Escherichia coli</i> ; <i>Clostridium</i> <i>perfringens</i> , <i>Salmonella spp.</i> <i>Vibrio</i> <i>cholerae</i>			Embutidos, produtos cárneos processados, spray nasal, colírios
0,94	<i>Clostridium botulinum A, B</i> ; <i>Vibrio</i> <i>parahaemolyticus</i>	<i>Stachybotrys atra</i>		
0,93	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Rhizopus nigricans</i>		Alguns queijos, carnes curadas, produtos panificação, leite evaporado, suspensão líquidas, loções tópicas
0,92	<i>Listeria monocytogenes</i>			
0,91	<i>Bacillus subtilis</i>			
0,90	<i>Staphylococcus aureus (anaerobios)</i>	<i>Trichothecium</i> <i>roseum</i>	<i>Saccharomyces</i> <i>cerevisiae</i>	



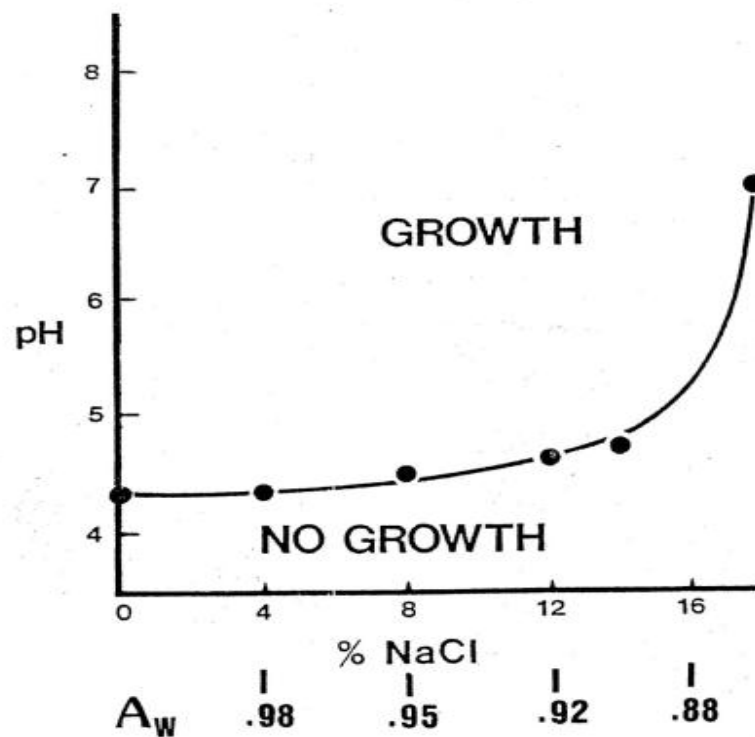
a_w mínima para

Micro-organismos	Desenvolvimento	Produção Toxina
<i>Clostridium botulinum</i> (E)	0,95-0,97	0,97
<i>Clostridium botulinum</i> (A)	0,93-0,95	0,94-0,95
<i>Clostridium botulinum</i> (B)	0,94	0,93-0,94
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,86	0,87-0,90 enterotoxina A 0,97 enterotoxina B
<i>Escherichia coli</i>	0,95	
<i>Salmonella</i>	0,93	
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,93	
 <i>Bacillus cereus</i>	0,93	

Espécie	Micotoxina	a _w mínima Desenvolvimento	a _w mínima Produção micotoxina
<i>Aspergillus flavus</i>	Aflatoxina	0,78-0,80	0,83-0,87
<i>Aspergillus parasiticus</i>	Aflatoxina	0,82	0,87
<i>Penicillium citrinum</i>	Citrinina	0,80	-
<i>Aspergillus ochraceus</i>	Ocratoxina	0,77-0,83	0,83-0,87
<i>Penicillium cyclopium</i>	Ocratoxina	0,81-0,85	0,87-0,90
<i>Penicillium martensii</i>	Ácido penicílico	0,79-0,83	0,99
<i>Penicillium cyclopium</i>	Ácido penicílico	0,82-0,87	0,97
<i>Penicillium patulum</i>	Patulina	0,81-0,85	0,85-0,95
<i>Penicillium expansum</i>	Patulina	0,83-0,85	0,99
<i>Aspergillus clavatus</i>	Patulina	0,85	0,99
 <i>Trichothecium roseum</i>	Tricotecina	0,90	-

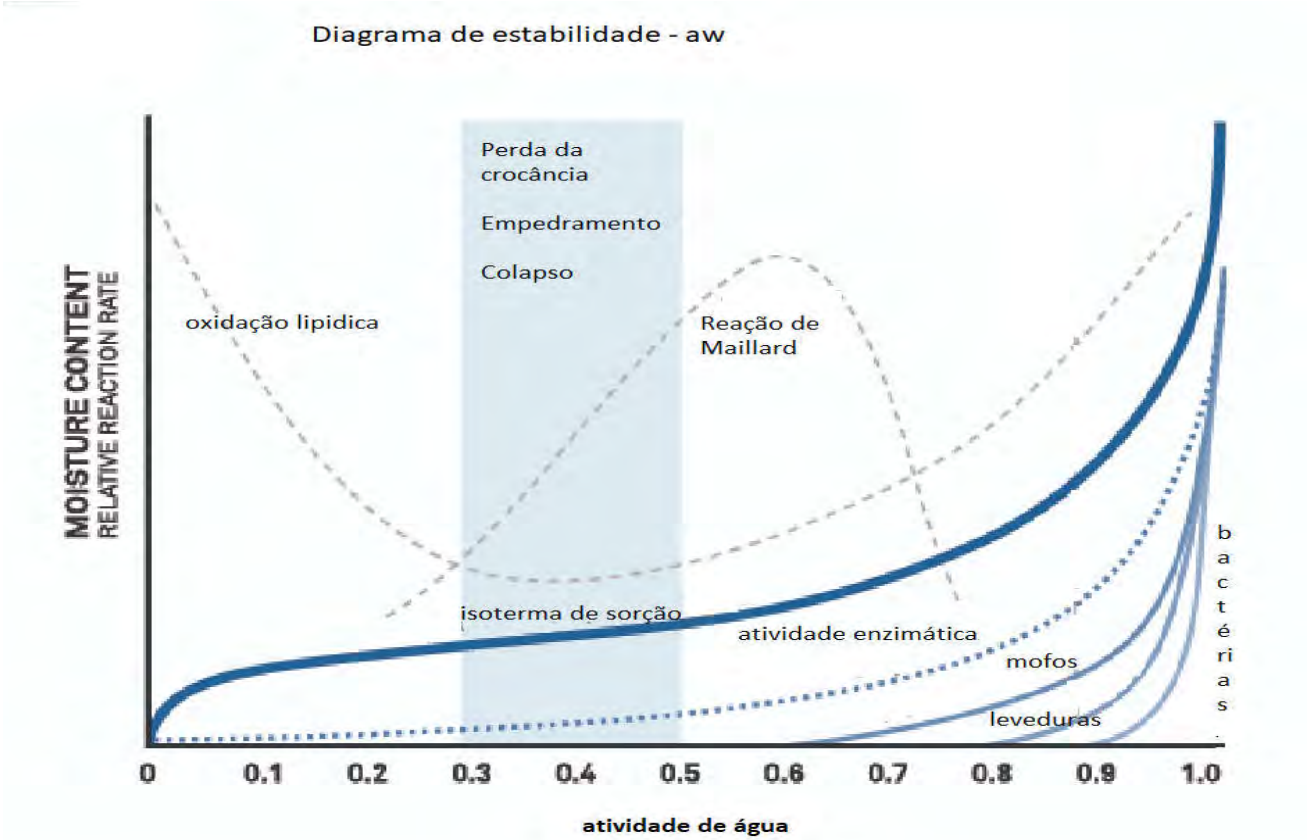
ATIVIDADE DE ÁGUA E DETERIORAÇÃO MICROBIANA

Staphylococcus aureus



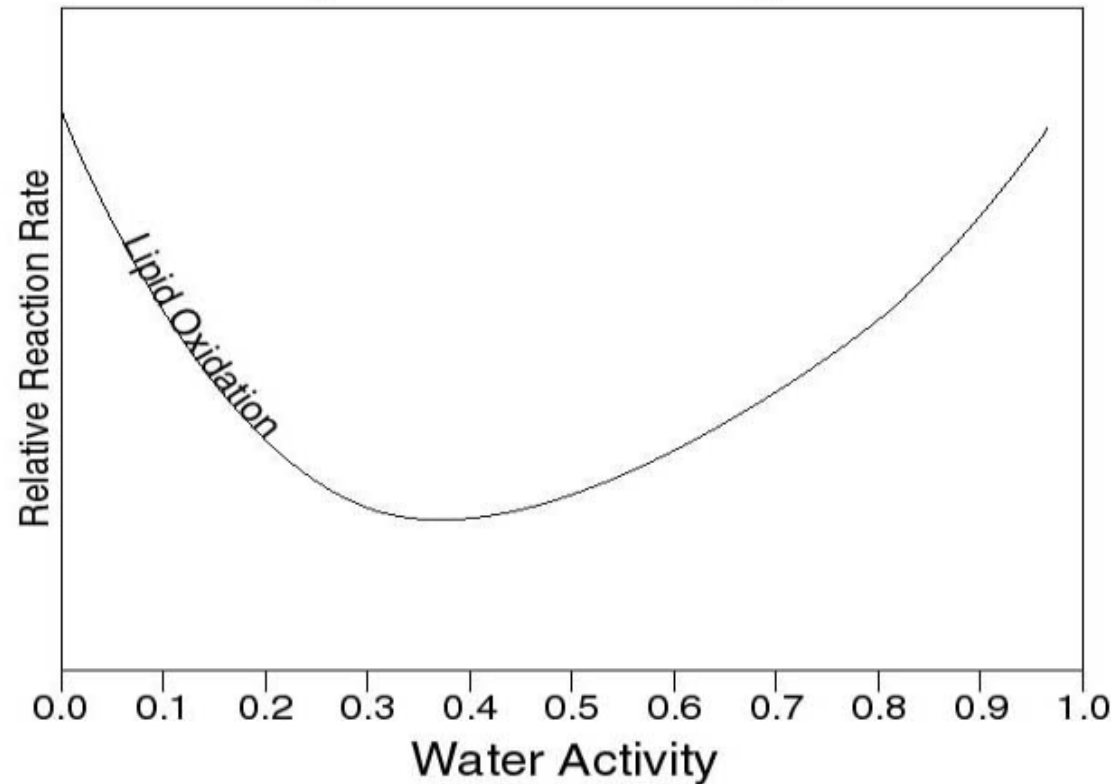
Interação a_w - pH

ATIVIDADE DE ÁGUA E DEGRADAÇÃO QUÍMICA



ATIVIDADE DE ÁGUA E OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Lipid Oxidation Rate Diagram



ATIVIDADE DE ÁGUA E REAÇÃO ENZIMÁTICA

Principais enzimas nos alimentos

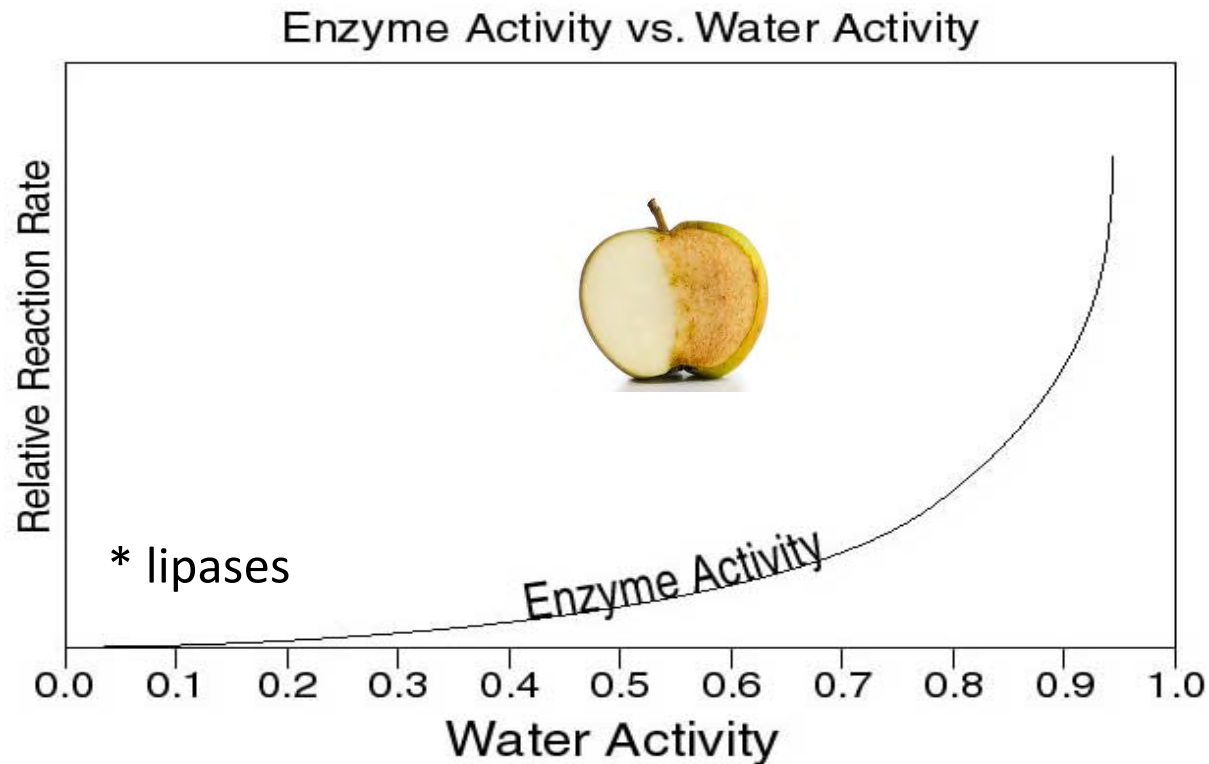
Hidrolases

- Amilases: maturação da fruta, processo fermentação
- Pectinases: modificação na textura das frutas
- Proteases: amaciamento de carnes
- Estearases: rancidez hidrolítica (lipases)

Oxirredutases:

- Fenolase: escurecimento de frutas e hortaliças
- Lipoxigenase: oxidação de ácidos graxos insaturados
- Peroxidase: degradação oxidativa nos vegetais
- Catalase: decomposição do peróxido de hidrogênio

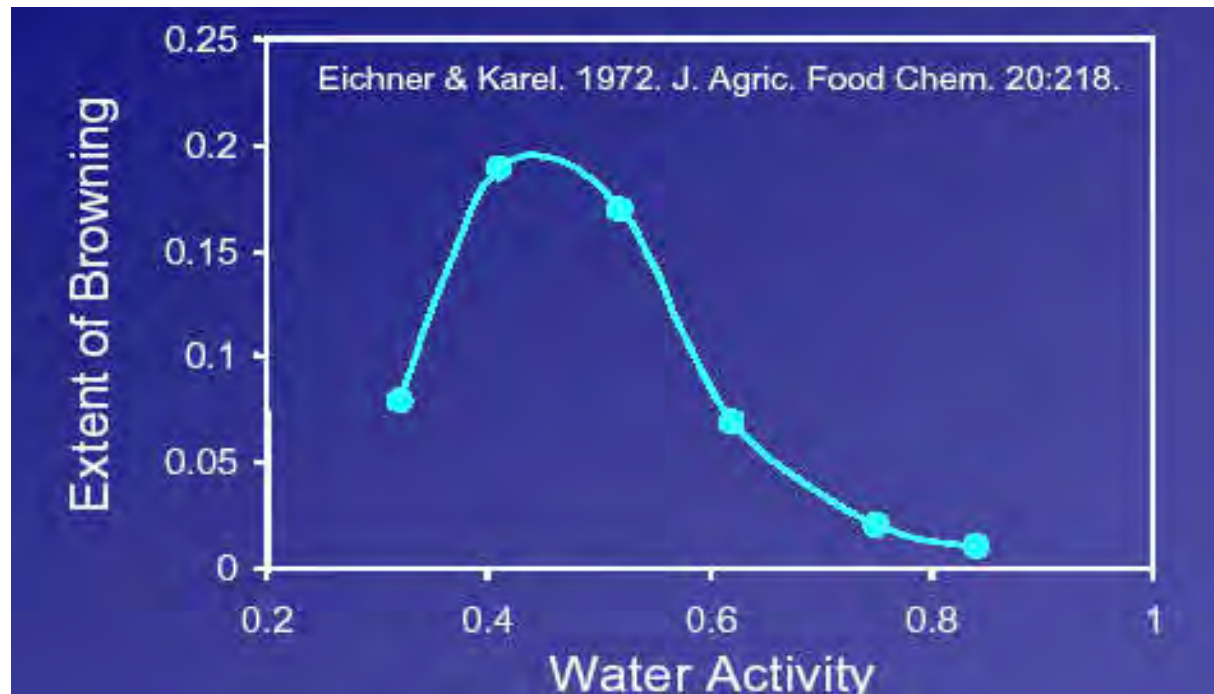
ATIVIDADE DE ÁGUA E REAÇÃO ENZIMÁTICA



ATIVIDADE DE ÁGUA E REAÇÃO DE ESCURECIMENTO NÃO ENZIMÁTICO (REAÇÃO DE MAILLARD)



ATIVIDADE DE ÁGUA E REAÇÃO DE ESCURECIMENTO NÃO ENZIMÁTICO (REAÇÃO DE MAILLARD)



ATIVIDADE DE ÁGUA E DEGRADAÇÃO DE PIGMENTOS



Condição de armazenagem (5 semanas)	Atividade de Água				
	0,113	0,30	0,5289	0,6886	0,9358
Cor	1	3	4.5	6	10
Odor	10	4	1	1	10



Cor Escuro 1 \longleftrightarrow 10 Vermelho
Odor Pimenta 1 \longleftrightarrow 10 Ranço

Jong-Whan Rhim and Seok-In Hong "Effect of water activity and temperature on the color change of red pepper (*Capsicum annuum* L.) Powder. Food Sci. Biotechnol. 20(1): 215-222 (2011)

ATIVIDADE DE ÁGUA E DEGRADAÇÃO FÍSICA

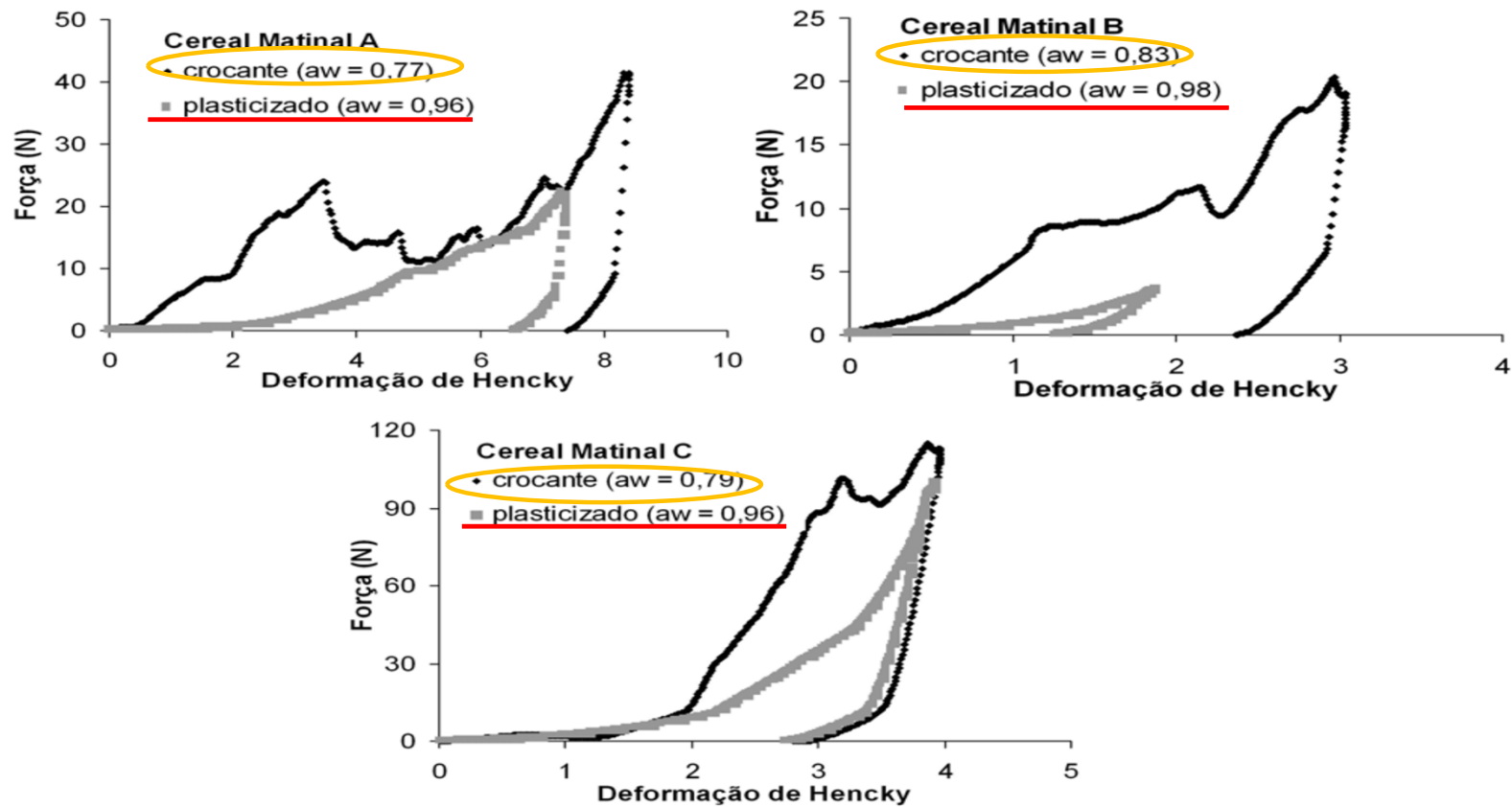


FIGURA 3. CURVAS DA FORÇA – DEFORMAÇÃO DE HENCKY DOS CEREAIS MATINAIS A, B E C QUANDO CROCANTE (CURTOS TEMPOS DE IMERSÃO EM LEITE – 15S) E APÓS A PLASTICIZAÇÃO (APÓS 300S DE IMERSÃO EM LEITE).

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE CEREAIS MATINAIS COM DIFERENTES FONTES DE AMIDO DURANTE O PROCESSO DE ABSORÇÃO DE LEITE¹

Katiuchia Pereira TAKEUCHI², Edméia SABADINI², Rosiane Lopes da CUNHA^{2,*}



ATIVIDADE DE ÁGUA E DEGRADAÇÃO FÍSICA

BOLO DE MILHO AMARELO E BRANCO

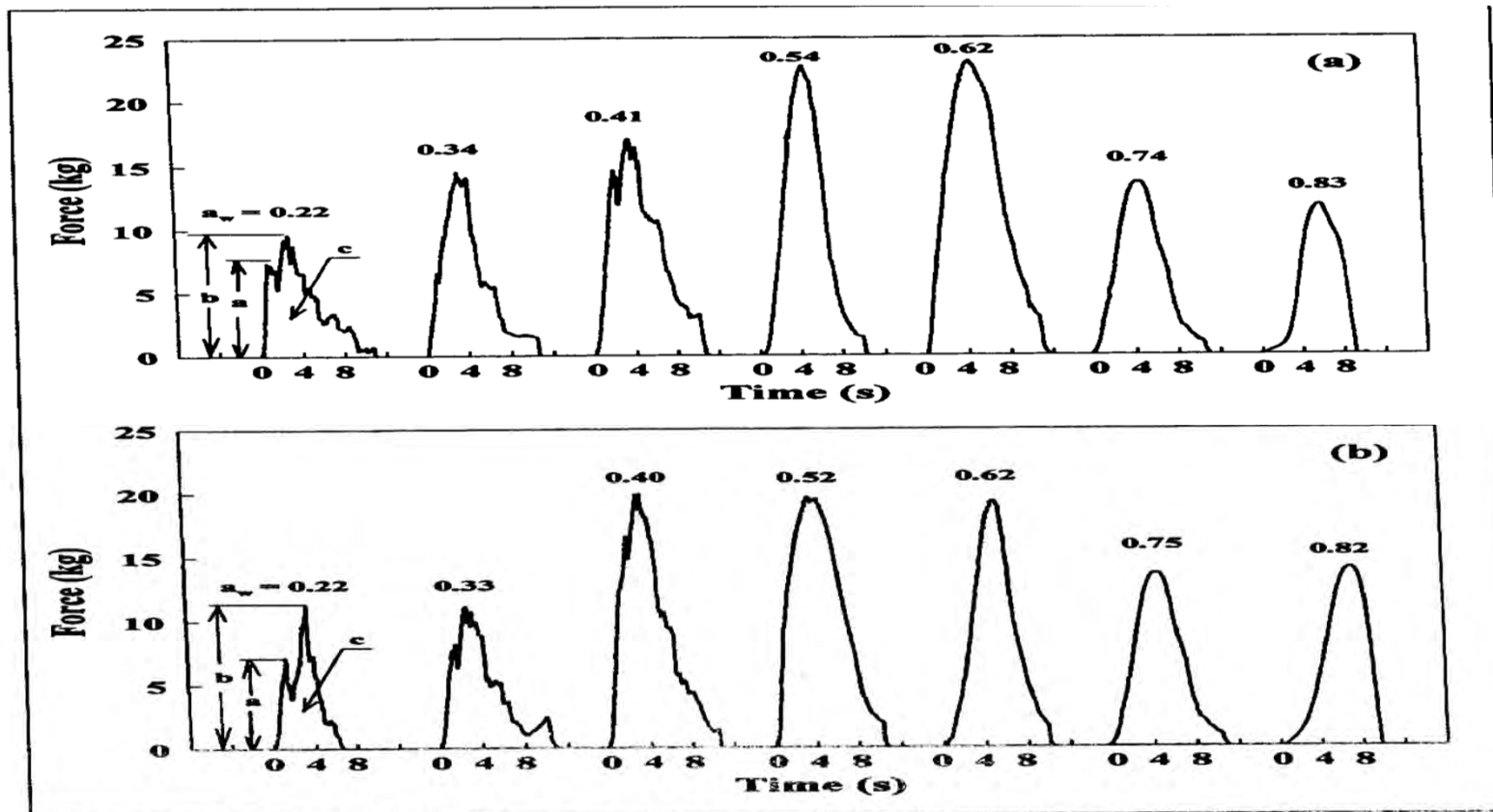
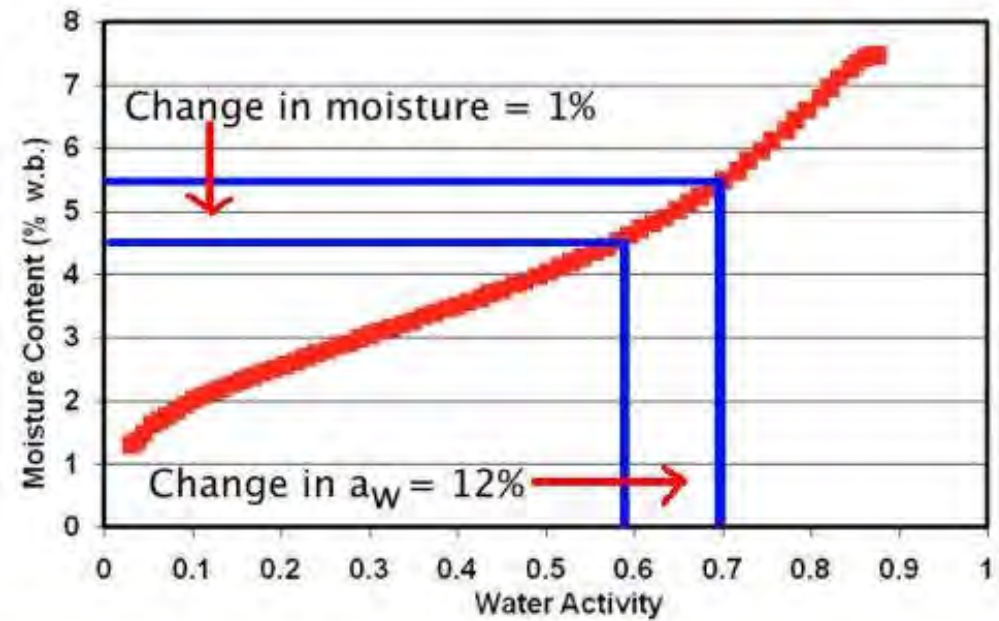
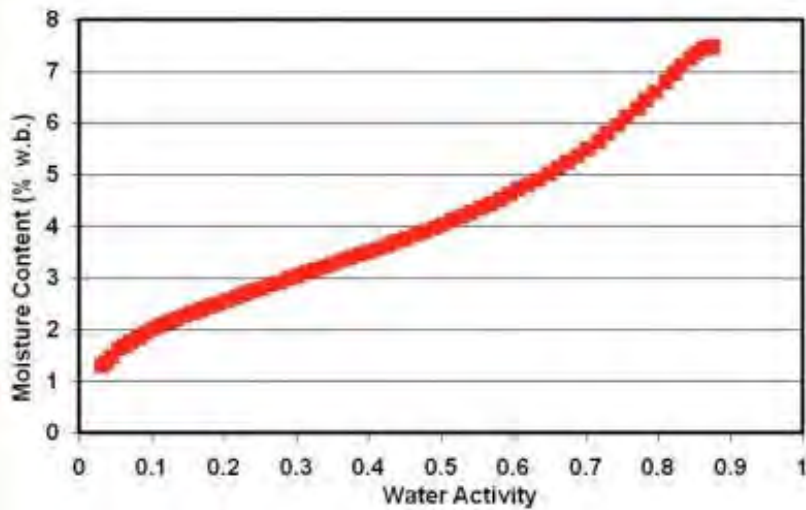


Fig. 2—Force-time profiles of yellow and white corn cakes: (a) yellow, (b) white.

Y. LI, K.M. Kloeppel & F. Hsieh. Texture of glassy corn cakes as a function of moisture content. J. Food Sci. V. 63 (5) 1998

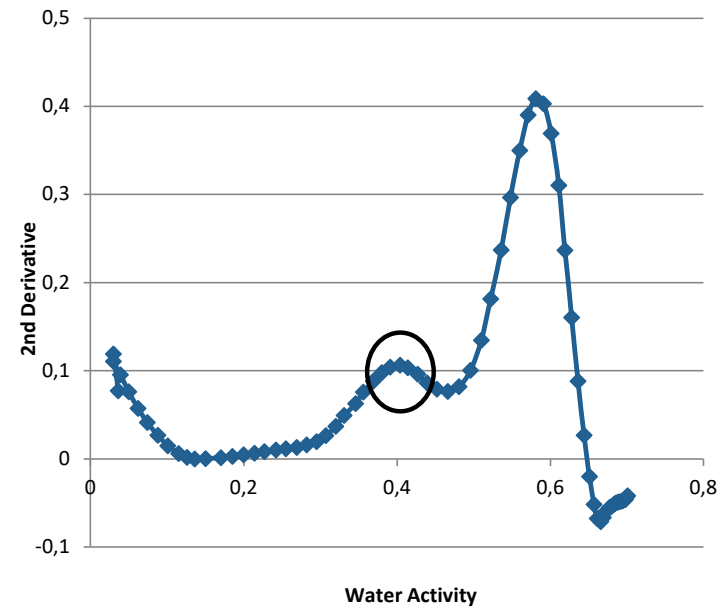
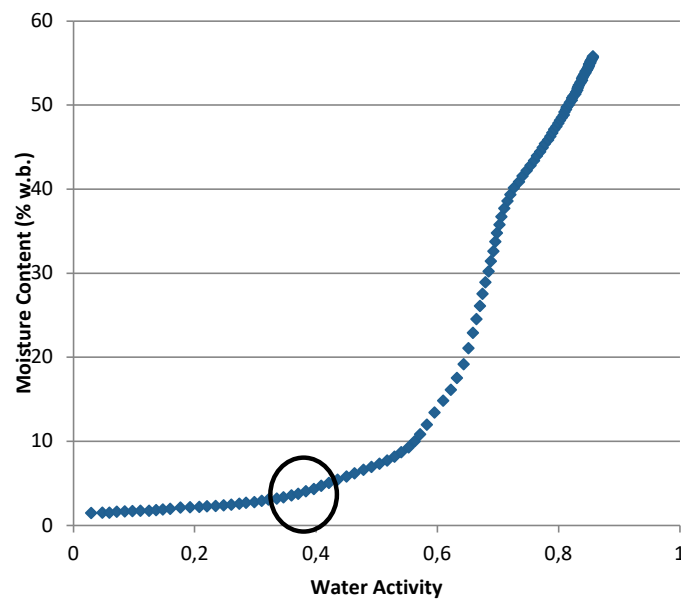
ISOTERMA DE SORÇÃO

POR QUE TRAÇAR UMA ISOTERMA



ISOTERMA DE SORÇÃO

Atividade de água crítica



Mistura seca de sopa a 25°C

ISOTERMA DE SORÇÃO

IMPACTO DA a_w CRÍTICA



Antes da a_w crítica

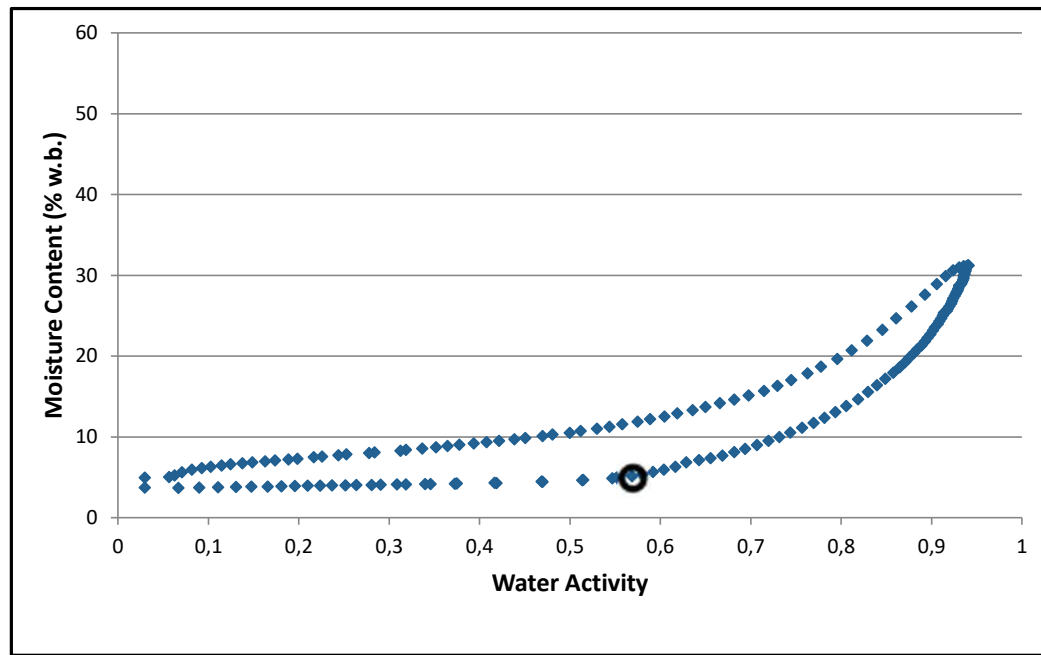


Após a_w crítica



ISOTERMA DE SORÇÃO

USE ISOTERMA E A_w PARA AUMENTAR A VIDA DE PRATELEIRA



ISOTERMA DE SORÇÃO

AW, TEXTURA, EMBALAGEM



Antes

- Vida de prateleira menor que 30 dias
- Mercado limitado
- Alteração indesejada da textura
- Risco de mofar

Depois

- Aumento da vida de prateleira para 6 meses
- De 3 lojas para mais de 60 distribuidores
- Aumento na confiança da segurança e qualidade



ISOTERMA DE SORÇÃO PARA AJUDAR NA
DETERMINAÇÃO DA EMBALAGEM IDEAL



METER

ATIVIDADE DE ÁGUA E EMBALAGEM

A embalagem tem várias funções, todas elas devendo ser consideradas para se otimizar e adequar o sistema produto-embalagem-ambiente.

- conter o produto
- proteger o produto contra contaminação ou perdas,
- facilitar e assegurar o transporte,
- facilitar a distribuição,
- identificar o fabricante e o padrão de qualidade,
- atrair a atenção do consumidor,
- instruir o consumidor no uso do produto.
- amiga do ambiente



METER

ATIVIDADE DE ÁGUA E EMBALAGEM

QUAIS OS REQUISITOS DE UMA EMBALAGEM

- não ser tóxica e ser compatível com o produto,
- dar proteção sanitária,
- dar proteção contra a passagem de umidade, ar e luz,
- ter resistência ao impacto,
- ter boa aparência e causar boa impressão,
- facilidade de abertura,
- limitações de forma, peso e tamanho,
- transparência quando necessário,
- facilidade de eliminação,
- baixo preço.

ISOTERMA E CÁLCULO DA EMBALAGEM

Atividade de água e predição da vida de prateleira

$$t_{shelf} = -\tau \ln \left(\frac{h_a - a_{wc}}{h_a - a_{wo}} \right) = -133.6 \ln \left(\frac{0.60 - 0.43}{0.60 - 0.10} \right) = 136.7 \text{ dias}$$

Requisito da embalagem (TPVA) para 1 ano de vida de prateleira

$$\frac{k}{x} = \frac{\alpha M}{e_s A \tau} = \frac{0.026 \times 272}{3 \times 0.023 \times 338.3} = 0.282 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ kPa} = \text{TPVA de } 0.54$$



Embalagem plástica comum TPVA = 5.0 g m⁻² dia⁻¹

AGENTES MODIFICADORES DE A_w

- Sais: NaCl; KCl.
- Açúcares: Sacarose; Glucose;
- Umectantes: Gliceróis; Sorbitol.

Substância que protege os produtos da perda de umidade em ambientes com baixa umidade relativa ou facilita a dissolução de uma substância seca em meio aquoso.

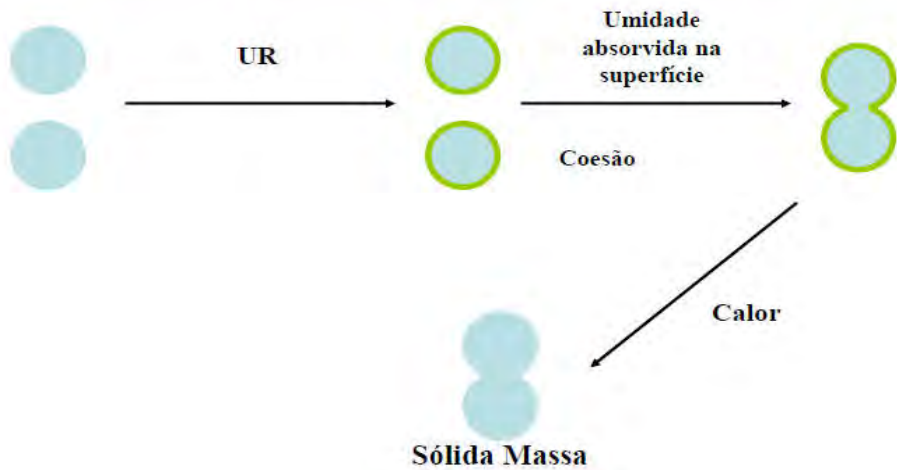
- Antiumectantes: Alumínio Silicato de Sódio; Carbonato de Cálcio; Carbonato de Magnésio.

Substância capaz de reduzir as características higroscópicas e diminuir a tendência de adesão uma às outras

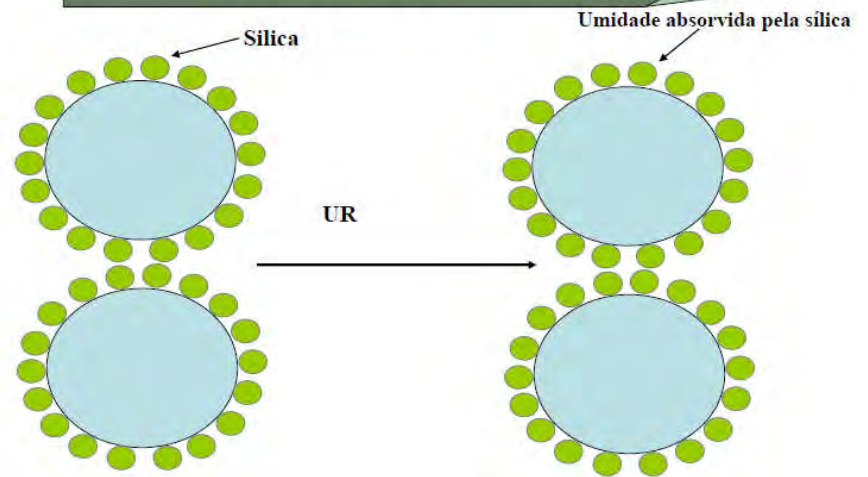
- Plastificantes: Monoglicerídeos acetilados; Citratos de alquila (embalagens); Óleos vegetais.



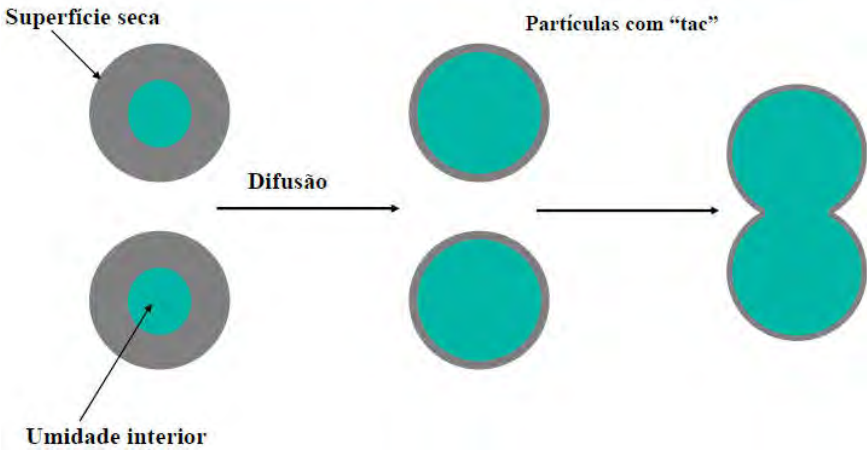
Compactação causada pela umidade



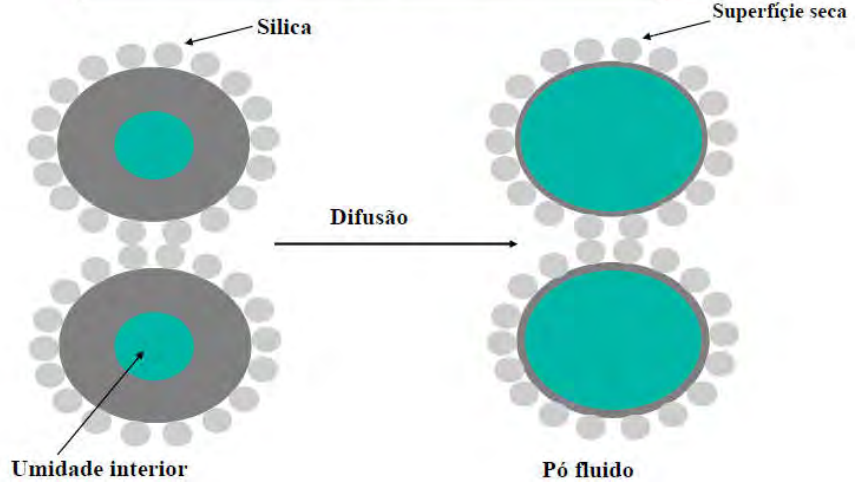
Efeito da Sílica



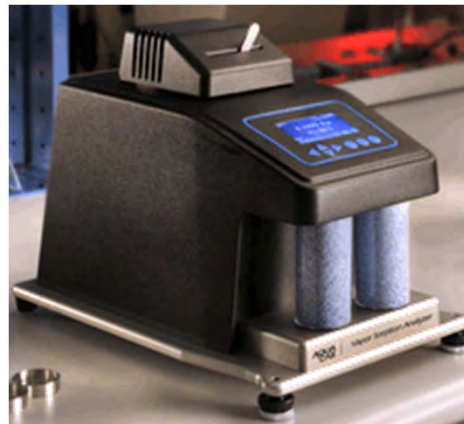
Difusão



Efeito da sílica



INSTRUMENTOS AQUALAB



AGRADECEMOS A SUA PARTICIPAÇÃO

METER Group LatAm

Avenida Andromeda, 693
Sala 204 Floradas de S. José
12.230-000
S.J dos Campos – SP
Fone: (12) 3307-1016



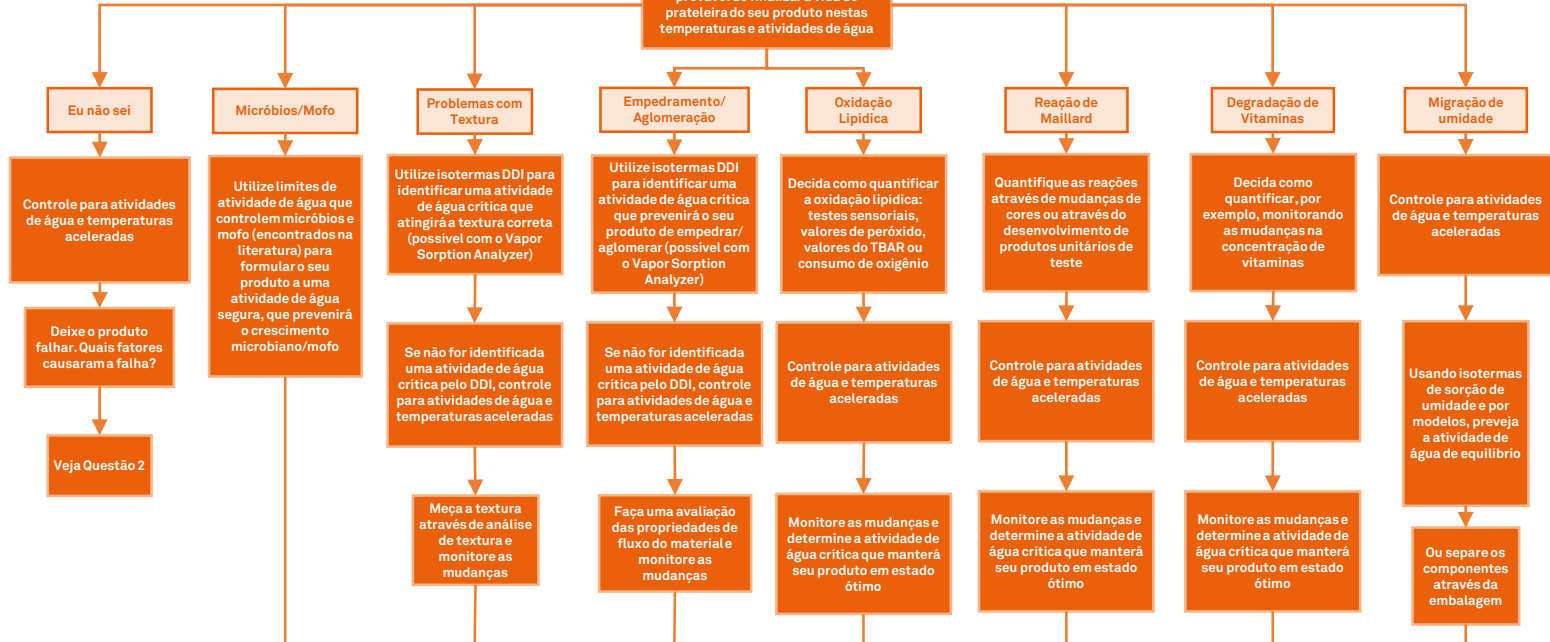
tania@metergroup.com

FLUXOGRAMA PARA AJUDAR NA DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DE ALIMENTOS

Vida de prateleira simplificada

Questão 1 – Qual é a atividade de água típica de seu produto depois do processamento e qual é a temperatura típica de armazenamento dele?

Questão 2 – Qual é o fator mais provável de finalizar a vida de prateleira do seu produto nestas temperaturas e atividades de água



Uma vez que você tenha utilizado os passos acima para determinar uma atividade de água ótima e a faixa de temperatura, retorne para a questão 2 até que você elimine todos os cenários de falha. Use todos os seus dados para criar modelos apropriados para prever a vida de prateleira sob quaisquer condições. Use o medidor de atividade de água AQUALAB para verificar a atividade de água dos seus produtos regularmente durante a manufatura, assegurando segurança e qualidade.

Faça cálculos de embalagem para garantir que a sua embalagem manterá o seu produto na correta atividade de água e temperatura por um determinado período de tempo. (O Moisture Analysis Toolkit é um programa de computador que pode calcular isso para você)

Dúvidas?
Os cientistas da METER são especialistas em vida de prateleira
Contato: tania@metergroup.com



Atividade de água e o desenvolvimento de

Micro-organismos em alimentos*

	Faixa de a_w	Micro-organismos inibidos em a_w abaixo da faixa	Alimentos geralmente dentro da faixa de a_w
	1,00–0,95	<i>Pseudomonas</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Proteus</i> , <i>Shigella</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , algumas leveduras	Alimentos altamente perecíveis (frescos), frutas enlatadas, vegetais, carne, peixe, leite e bebidas
	0,95–0,91	<i>Salmonella</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>C. botulinum</i> , <i>Serratia</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Pediococcus</i> , alguns fungos, leveduras (<i>Rhodotorula</i> , <i>Pichia</i>)	Alguns queijos (Cheddar, Swiss, Muenster, Provolone), carnes curadas (presunto), pães, tortillas
	0,91–0,87	Muitas leveduras (<i>Candida</i> , <i>Torulopsis</i> , <i>Hansenula</i>), <i>Micrococcus</i>	Embutidos fermentados (salame), bolos, queijos secos, margarina
	0,87–0,80	Maioria dos fungos (<i>Penicillium</i> micotoxigênicos), <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Saccharomyces (bailii) spp.</i> , <i>Debaryomyces</i>	Maioria dos sucos de frutas concentrados, leite condensado, xaropes, geléia, compotas, ração macia
	0,80–0,75	Maioria das bactérias halofílicas, <i>Aspergillus</i> micotoxigênicos	Marmelada, marzipan, glacê, carne seca
	0,75–0,65	Fungos xerofílicos (<i>Aspergillus chevalieri</i> , <i>A. candidus</i> , <i>Wallemia sebi</i>), <i>Saccharomyces bisporus</i>	Melado, açúcar bruto de cana, algumas frutas secas, nozes, salgadinhos, bolinhos para lanche
	0,65–0,60	Leveduras osmofílicas (<i>Saccharomyces rouxii</i>), alguns fungos (<i>Aspergillus echinulatus</i> , <i>Monascus bisporus</i>)	Frutas secas contendo de 15-20% umidade; Caramelos e balas macios; mel, doces
	0,60–0,50	Não há proliferação microbiana	Macarrão seco, temperos, arroz, confeitos, trigo
	0,50–0,40	Não há proliferação microbiana	Ovo em pó, goma de mascar, farinha, feijão
	0,40–0,30	Não há proliferação microbiana	Biscoitos, crackers, crosta do pão, cereal matinal, ração seca, creme de amendoim
	0,30–0,20	Não há proliferação microbiana	Leite em pó integral, vegetais desidratados, liofilizados, amido de milho, batata chips, milho chips

* Adaptado de L.R. Beuchat, Cereal Foods World, 26:345 (1981).