



USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental

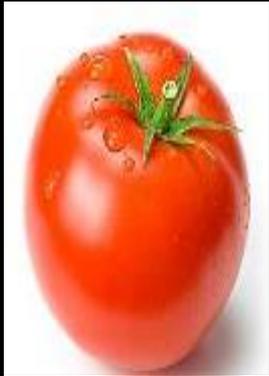
FBA – 0201
Bromatologia

ÁGUA NOS ALIMENTOS

Prof. Dr. João Paulo Fabi

Agosto 2018

ÁGUA NOS ALIMENTOS



PRINCIPAL COMPONENTE DOS ALIMENTOS

PRESENÇA x **AUSÊNCIA**

Alimento	% Água (p/p)	Alimento	% Água (p/p)
Alface, tomate	95	Frutas secas	18
Repolho, brócolis	92	Manteiga, margarina	16
Cenoura, batata	90	Farinha de trigo	12
Frutas cítricas	87	Macarrão	4
Maçã, cereja	85		
Carne crua de frango	72		
Carne crua bovina	60	Bebida	% Água
Queijo amarelo	37	Cerveja	90
Pão branco/biscoito	35	Suco de frutas	87
Salame	30	Leite	87
Compotas	28	Uísque	60
Mel	20		

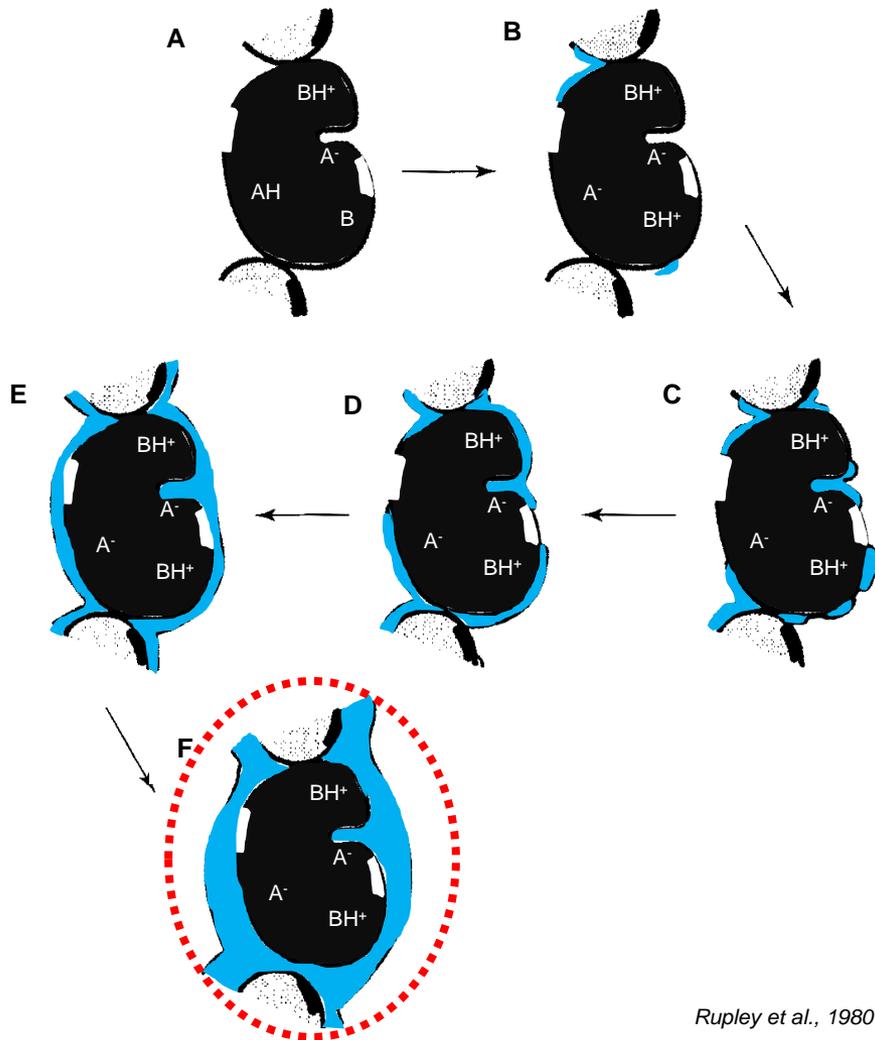
ÁGUA NOS ALIMENTOS

- Principal solvente dos metabolismos em geral:
 - Alterações:
 - *Químicas*
 - *Bioquímicas*
 - *Microbiológicas*

CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS ATRAVÉS DA IMOBILIZAÇÃO / RETIRADA DA ÁGUA



INTERAÇÃO ÁGUA - ALIMENTOS



Rupley et al., 1980

A-B: água ligada (*início hidratação*)

B-C: água de hidratação

C-D: água de hidratação
(+ *multicamadas*)

D-E: água adsorvida fisicamente

E-F: água livre
(*alimento hidratado*)

Quantidade de água de um alimento \neq Água livre de um alimento?

Qual a implicação para a conservação dos alimentos?

UMIDADE

- *Quantidade (teórica) total de água do alimento*

- *Métodos de determinação de umidade*

• Físicos

- secagem / liofilização; refratometria; ponto de congelamento; espectroscopia no IV; métodos elétricos

• Químicos

- Destilação (solventes orgânicos; Karl Fischer)

- *Escolha de Métodos*

- Mais simples e fácil
- Matriz alimentar (*água presente, compostos termolábeis*)
- Dentro da exatidão e precisão desejados
- Custo e tempo necessário para executá-lo.



UMIDADE

Métodos oficiais de análise AOAC (*Association of Official Agricultural Chemists*) – ex. queijos

- **948.12 - estufa ventilação forçada**
- **926.08 - estufa a vácuo**
- **977.11 – micro-ondas**
- **969.19 – destilação**



ATIVIDADE DE ÁGUA

A “atividade de água” (A_a) é derivada da razão:

$$A_a = (f / f^0)_T$$

f = fugacidade do solvente (tendência do solvente escapar da solução)

*f*⁰ = fugacidade do solvente puro (estado definido como padrão)

T = temperaturas constantes

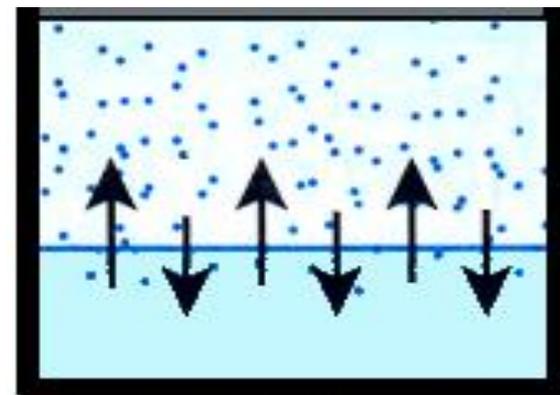
Fugacidade: função termodinâmica dependente da pressão

ATIVIDADE DE ÁGUA E PRESSÃO DE VAPOR RELATIVA

Considerando os alimentos sob baixas pressões (**pressão ambiente**):

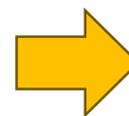
$$(f / f^{\circ})_T \approx (p / p^{\circ})_T (\neq 1\%)$$

Pressão de vapor relativa $(p / p^{\circ})_T$: pressão exercida por um vapor quando em equilíbrio



$$A_a \approx (p / p^{\circ})_T$$

$(p / p^{\circ})_T = \text{PVR} = \text{equilíbrio termodinâmico}$



**Facilmente
analisado**

ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa) E

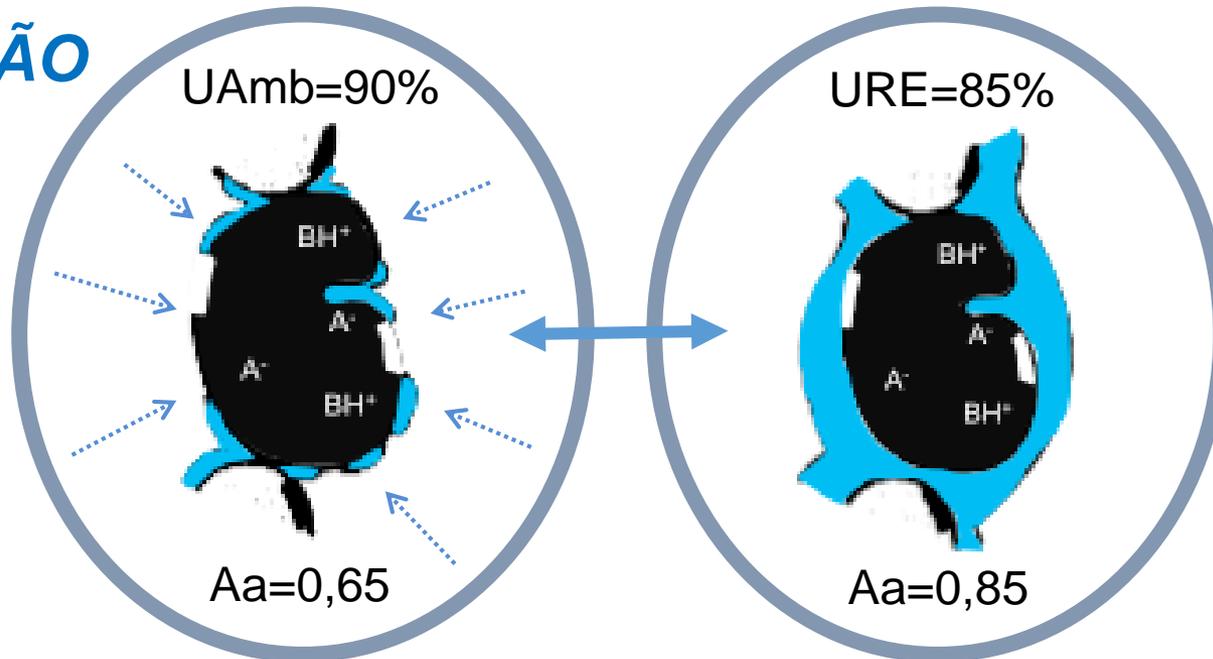
UMIDADE RELATIVA DE EQUILÍBRIO (URE)

$Aa \approx (p/p^0)_T$ = pressão de vapor relativa (PVR);

Alimento: **PVR = URE** = Umidade Relativa de Equilíbrio: expressa em porcentagem (%)

$URE_{amostra}$ = equilíbrio (peso constante) em uma câmara fechada: medição da pressão ou umidade relativa dentro da câmara (*manômetros, higrômetros, instrumentos de ponto de orvalho*)

ADSORÇÃO



$Aa = \frac{\text{Umidade Relativa Ambiente (em \%)}}{100}$

100

ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa) E

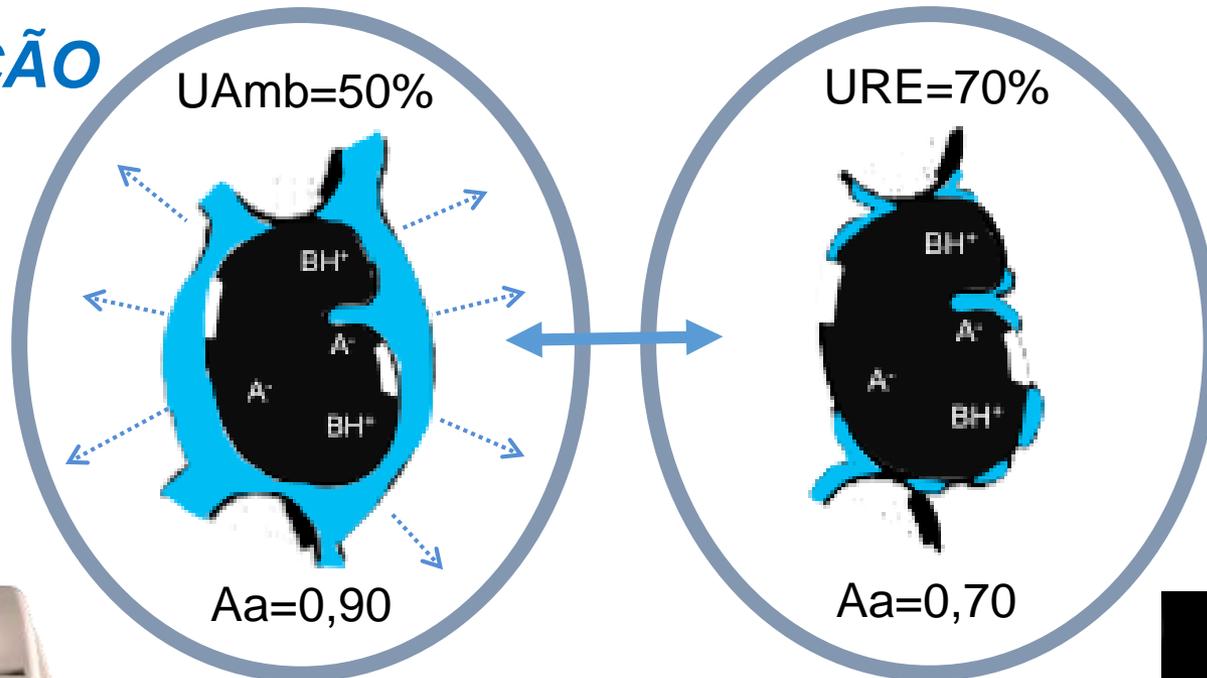
UMIDADE RELATIVA DE EQUILÍBRIO (URE)

$Aa \approx (p/p^0)_T$ = pressão de vapor relativa (PVR);

Alimento: **PVR** = **URE** = umidade relativa de equilíbrio: EXPRESSA EM PORCENTAGEM (%)

$URE_{amostra}$ = equilíbrio (peso constante) em uma câmara fechada: medição da pressão ou umidade relativa dentro da câmara (*manômetros, higrômetros, instrumentos de ponto de orvalho*)

DESSORÇÃO



$$Aa = \frac{\text{Umidade Relativa Ambiente (em \%)}}{100}$$



ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa) E UMIDADE RELATIVA DE EQUILÍBRIO (URE)

- Permite quantificar a intensidade de ligação entre a água e os nutrientes de um alimento;
- Reflete a quantidade de água disponível para as *reações químicas*, *congelamento* e *crescimento de microrganismos*;
- Determinação do prazo de validade do produto.



+ PVR



+ PVR



ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa) E UMIDADE RELATIVA DE EQUILÍBRIO (URE)

**Conteúdo total
de água no
alimento**



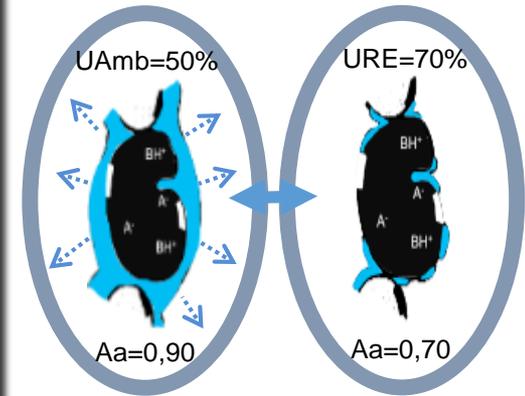
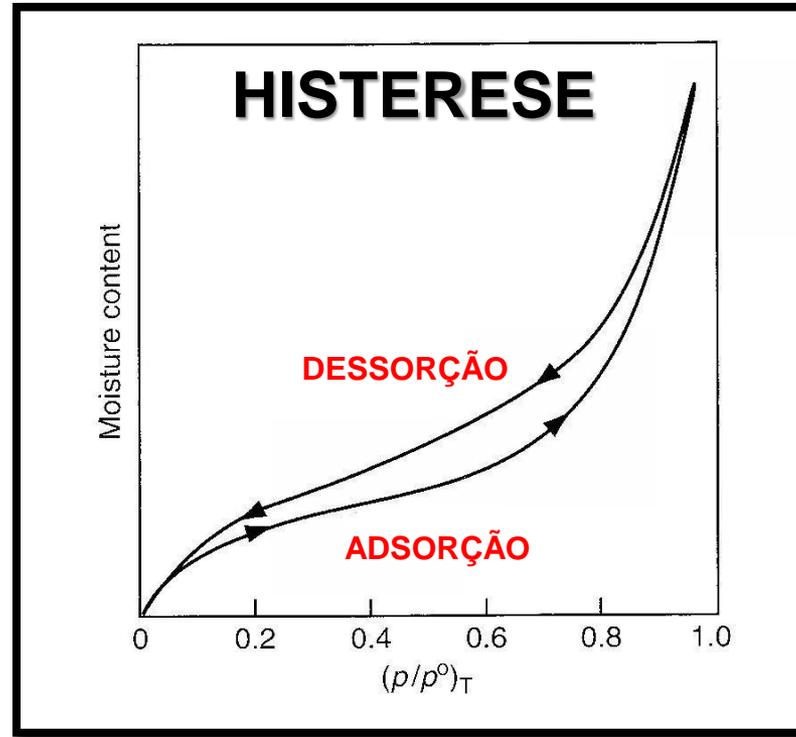
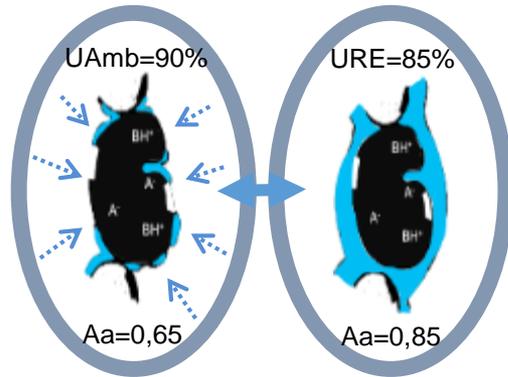
**Atividade de
água no
alimento**

COMO ESTIMAR essa diferença?

COMO MEDIR essa diferença?

ISOTERMAS DE SORÇÃO DE UMIDADE (ISUs)

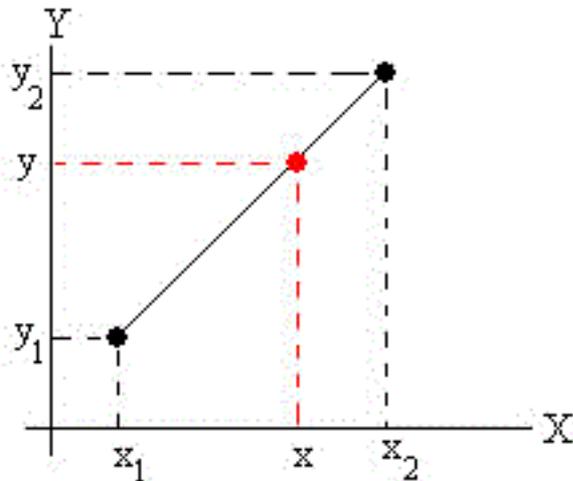
- As ISUs podem ser obtidas por meio de **adsorção** (re-hidratação) ou **dessorção** (desidratação) de uma amostra



- Fenômeno cujos gráficos de adsorção / dessorção não se sobrepõem: um mesmo alimento pode ter comportamento diferente

ATIVIDADE PRÁTICA

- Estimativa da umidade de um alimento;
- Estimativa da atividade de água de um alimento;
- Interpolação gráfica



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO EXPERIMENTAL
FBA0201 – BROMATOLOGIA BÁSICA

AULA PRÁTICA – DETERMINAÇÃO DE UMIDADE E ATIVIDADE DE ÁGUA

1. Introdução

A determinação da umidade e da atividade da água (Aa) de um alimento é de extrema importância para a prever o comportamento sensorial e microbiológico ao longo do tempo de armazenamento. Alterações na textura, aparência e no tempo de prateleira podem ser antevistos através da medição da umidade do alimento, da umidade relativa do ambiente de armazenamento (ou da atmosfera da embalagem) e da atividade de água do alimento. Uma das alternativas para medição da Aa dos alimentos é deixá-los atingir o equilíbrio gravimétrico em diferentes e conhecidas umidade relativas, e através de interpolação gráfica, determinar a Aa sem utilização de equipamentos específicos.

2. Objetivos

Determinar o conteúdo de água (umidade) de um alimento por gravimetria e determinar sua atividade de água através do método de interpolação gráfica.

3. Fundamento

A determinação do conteúdo de água de um alimento é importante para a análise da composição centesimal. Além disso, um alimento absorve água se colocado em um ambiente com uma umidade relativa superior e perde água quando colocado em uma umidade relativa inferior. Dessa maneira, quando o alimento é colocado em um ambiente com temperatura e umidade relativa conhecidas, é possível avaliar a atividade de água através da interpolação do gráfico da variação de sua massa vs atividade de água do ambiente.

4. Materiais Necessários

Estufa à 105°C, dessecador com soluções saturadas de determinados compostos químicos; Balança analítica de precisão; Espátulas; Pinças; Cápsulas de alumínio; Bomba de vácuo.

Tabela 1. Características das soluções saturadas dos compostos químicos

Umidade relativa (%)	Atividade de água	Composto químico	Concentração para sol. saturada
7,0	0,070	Hidróxido de sódio: NaOH	120 g/100 mL
22,5	0,225	Acetato de potássio: KC ₂ H ₃ O ₂	253 g/100 mL
42,8	0,428	Carbonato de potássio: K ₂ CO ₃	112 g/100 mL
81,8	0,818	Sulfato de amônio: (NH ₄) ₂ SO ₄	80 g/100 mL

* Os componentes químicos e as soluções aquosas devem ser manipulados com extremo cuidado.

5. Procedimento

- Preparar as soluções saturadas dos compostos e distribuir as soluções nos dessecadores. A altura da solução em cada dessecador não deve ser superior a 1 cm.
- Pesar as cápsulas de alumínio e anotar o valor. Tarar. Adicionar as amostras de alimentos e anotar o peso (aproximadamente 2g de amostra).
- Distribuir uniformemente as amostras nas cápsulas.
- Colocar as cápsulas com as amostras na estufa à 105°C e nos diversos dessecadores e nesses fazer o vácuo com bomba de vácuo.
- Após uma semana, pesar as cápsulas com as amostras, rapidamente, para evitar ganho ou perda de umidade.

OBS1: NÃO INGIRAM OS ALIMENTOS EM HIPÓTESE ALGUMA!

OBS2. Os dessecadores ficarão na geladeira para diminuir a incidência de crescimento microbiano. Entretanto, as medições gravimétricas devem ser efetuadas à temperatura ambiente.

6. Resultados e Discussões

- Calcular a quantidade de água perdida na secagem à 105°C.
- Calcular a quantidade de água absorvida ou perdida de cada alimento.
- Construir a curva de variação de peso *versus* atividade de água, determinando a Aa do alimento.
- Comparar os valores de umidade com a atividade de água dos alimentos, e verificar os dados já descritos na literatura.
- Discutir a influência das diferentes umidades relativas na estabilidade dos alimentos do ponto de vista sensorial e microbiológico, associando com o tempo de prateleira do alimento e o tipo de embalagem/acondicionamento para se obter um alimento de melhor qualidade por mais tempo.

7. Bibliografia

- BELITZ, H.D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. Food Chemistry. 4.ed. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.
- BOBBIO, P. A., BOBBIO, F. O. Manual de laboratório de química de Alimentos. 3.ed., Livraria Varela Ltda, São Paulo. 136 p. 2003.
- COULTATE T.P. Alimentos; a química de seus componentes. Ed. Artmed. 3ª ed - School of Applied Science/ South Bank University, London, 2004.
- DE MAN, J.M. Principles of Food Chemistry. 3.ed. Gaithersburg, Maryland, 1999.
- FENNEMA, O. R. Química de alimentos. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- NIELSEN S.S. Food Analysis. Ed. Springer. 4ª ed. Purdue University, West Lafayette, Indiana, EUA, 2010.
- ORDÓÑEZ, J. A. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005. V.1.
- WEAVER C.M., DANIEL J.R. The Food Chemistry Laboratory - A Manual for Experimental Foods, Dietetics, and Food Scientists. Ed. CRC Press. 2ª ed. - Purdue University, West Lafayette, Indiana, EUA, 2003.

Lembrete: Quem tiver interesse em participar do ensaio de reposta glicêmica, entrar em contato com a Dra. Eliana Bistriche: elibi@usp.br