



Reologia Alimentar

1

Reologia Alimentar

Reologia

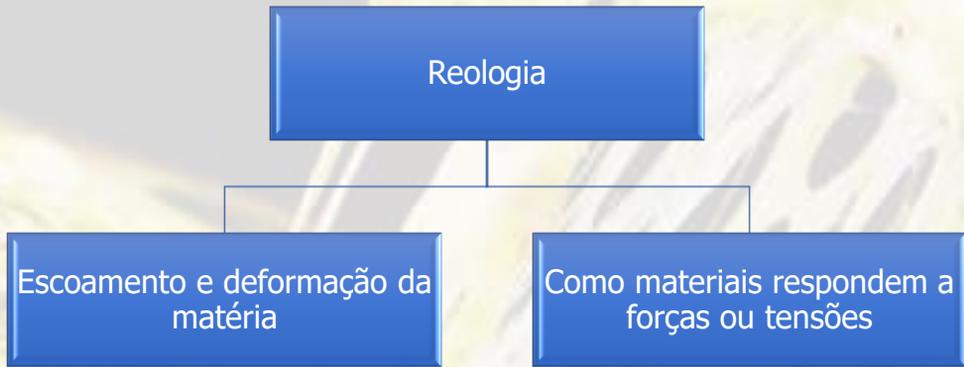


Termo criado por Eugene Bingham (1928)

A diagram with a light gray background featuring a faded image of melted cheese. At the top left, the text "Reologia Alimentar" is written in blue. In the center, a blue rectangular box contains the word "Reologia" in white. A vertical line extends downwards from the bottom of this box to another blue rectangular box at the bottom center, which contains the text "Termo criado por Eugene Bingham (1928)" in white. To the right of the central box, there is a small, black and white portrait of a man in a suit, identified as Eugene Bingham.

2

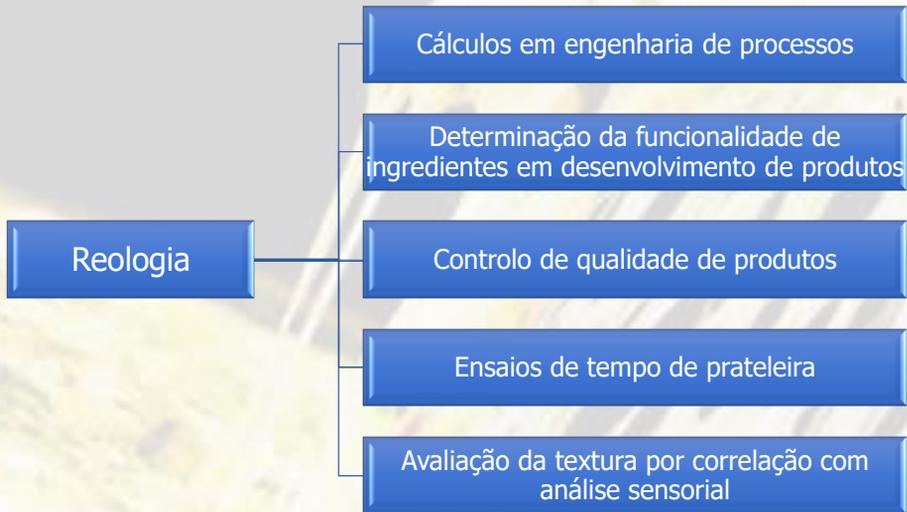
Reologia Alimentar



3

3

Reologia Alimentar



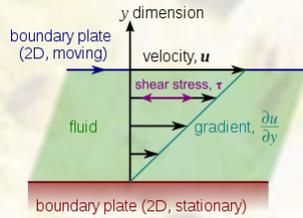
4

4

Reologia Alimentar

Viscosidade

Resultado da fricção interna entre camadas adjacentes de fluido que se movimentam a diferentes velocidades



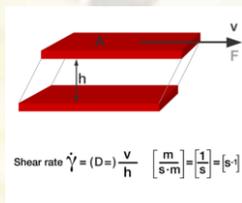
5

5

Reologia Alimentar

Velocidade de deformação em corte

Gradiente de velocidade num escoamento laminar



$$\text{Shear rate } \dot{\gamma} = (D=) \frac{V}{h} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{m}} \right] = \left[\frac{1}{\text{s}} \right] = [\text{s}^{-1}]$$

6

6

Reologia Alimentar

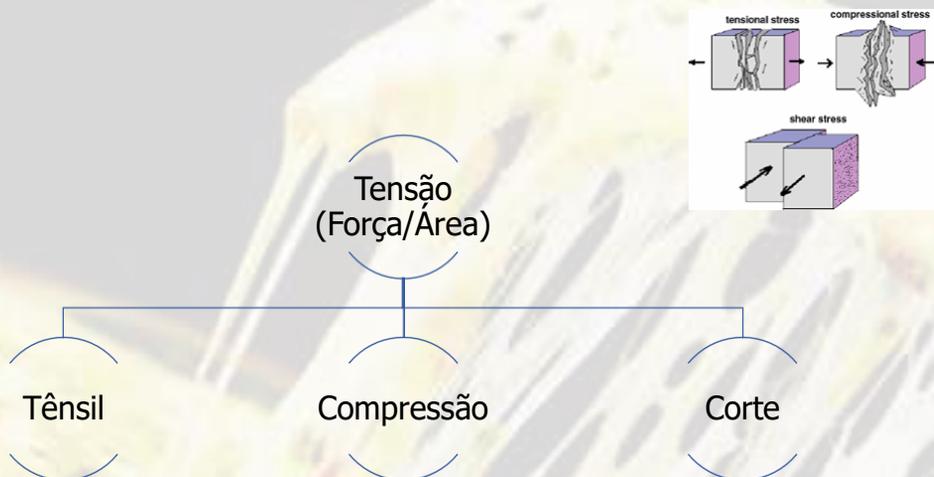
Tabela 1 – Níveis de velocidade de deformação em corte atingidas em alguns processos [3,4]

| Processo | $\dot{\gamma}/s^{-1}$ | Aplicações |
|---------------------------|-----------------------|--|
| Sedimentação | $10^{-6} - 10^{-3}$ | Medicamentos, tintas, especiarias em molhos para saladas |
| Extrusão | $10^0 - 10^2$ | Polímeros, alimentos, sólidos deformáveis |
| Vazar um frasco | $10^1 - 10^2$ | Alimentos, cosméticos, artigos de higiene pessoal |
| Mastigação e deglutição | $10^1 - 10^2$ | Alimentos |
| Revestimentos por imersão | $10^1 - 10^2$ | Tintas, confeitaria |
| Mistura e agitação | $10^1 - 10^3$ | Processamento alimentar, produção de líquidos |
| Escoamento em tubos | $10^0 - 10^3$ | Processamento alimentar, fluxo sanguíneo |
| Escovar | $10^3 - 10^4$ | Escovas de pintura, polidor de unhas, batom |
| Pulverização | $10^3 - 10^5$ | Secagem por atomização |
| Fricção | $10^4 - 10^5$ | Crems e loções para a pele |
| Lubrificação (motores) | $10^3 - 10^7$ | Óleos minerais, gorduras |

7

7

Reologia Alimentar



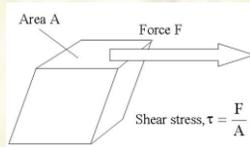
8

8

Reologia Alimentar

Tensão de corte

Força por unidade de área, produzida pelo fluxo



9

9

Reologia Alimentar

Viscosidade do fluido

Razão entre tensão de corte e velocidade de deformação em corte (Pa.s)

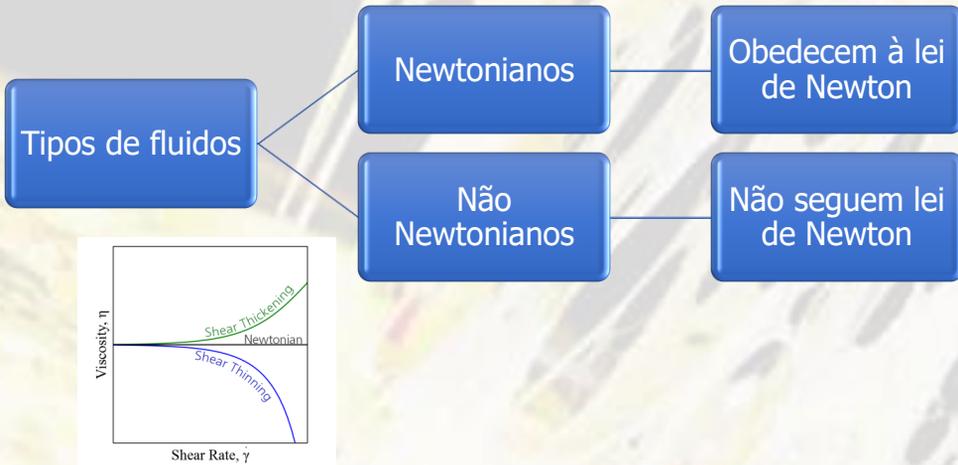
$$\underbrace{\tau}_{\text{Shear Stress}} = \underbrace{\eta}_{\text{Viscosity}} \times \underbrace{\dot{\gamma}}_{\text{Shear Rate}}$$

Lei de Newton

10

10

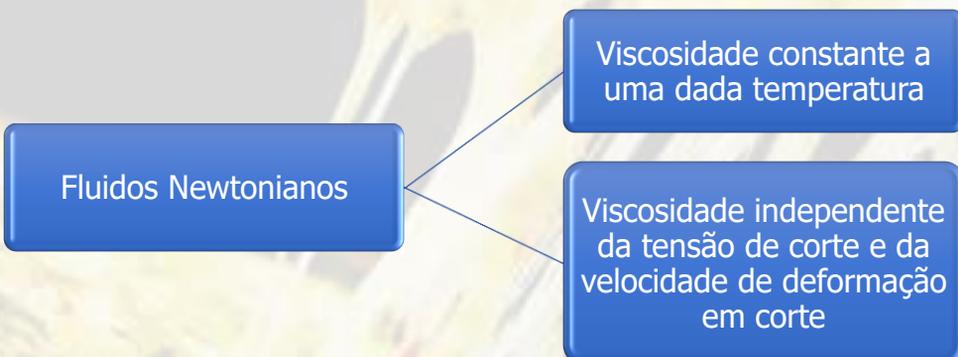
Reologia Alimentar



11

11

Reologia Alimentar



12

12

Reologia Alimentar

| Fluido | η/cP |
|----------------|-----------|
| Ar | 0,018 |
| Clorofórmio | 0,58 |
| Gasolina | 0,7 |
| Água | 1,002 |
| Etanol | 1,200 |
| Mercúrio | 1,554 |
| Natas de café | 10 |
| Azeite | 84 |
| Óleo de ricino | 986 |
| Glicerol | 1490 |
| Mel | 10000 |

13

13

Reologia Alimentar

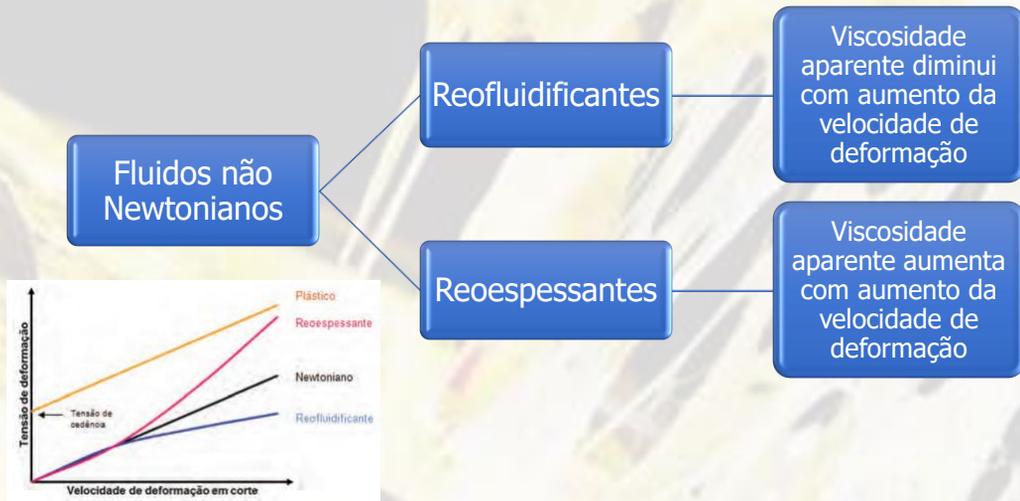
Fluidos não Newtonianos

Viscosidade varia com
velocidade de deformação

14

14

Reologia Alimentar



15

15

Reologia Alimentar



$$\tau = K(\dot{\gamma})^n$$

Where τ = shear stress
 $\dot{\gamma}$ = shear rate
 n = exponent
 K = consistency.

16

16

Reologia Alimentar

Tabela 3 – Parâmetros da Lei da Potência (n , K) para alguns materiais comuns [3,4]

| Material | n | $K/\text{Pa.s}^n$ |
|------------------------|-----|-------------------|
| Concentrado de fruta | 0,7 | 2 |
| Amaciadores de tecidos | 0,6 | 10 |
| Polímero fundido | 0,6 | 10000 |
| Chocolate fundido | 0,5 | 50 |
| Fluido sinovial | 0,4 | 0,5 |
| Purê de maçã | 0,3 | 10 |
| Protetor solar | 0,3 | 75 |
| Pasta de dentes | 0,3 | 300 |
| Pasta de tomate | 0,2 | 70 |
| Creme para a pele | 0,1 | 250 |
| Lubrificante | 0,1 | 1000 |

17

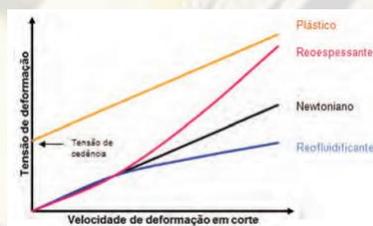
17

Reologia Alimentar

Fluidos plásticos

Não intersectam
origem dos eixos

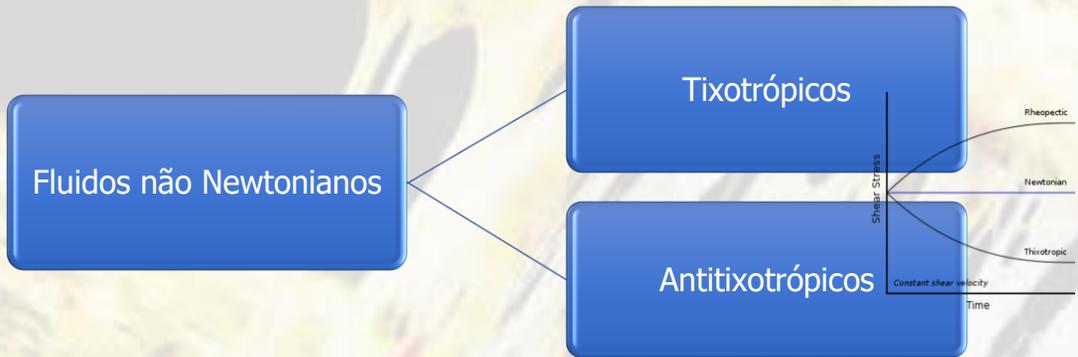
Ex: ketchup



18

18

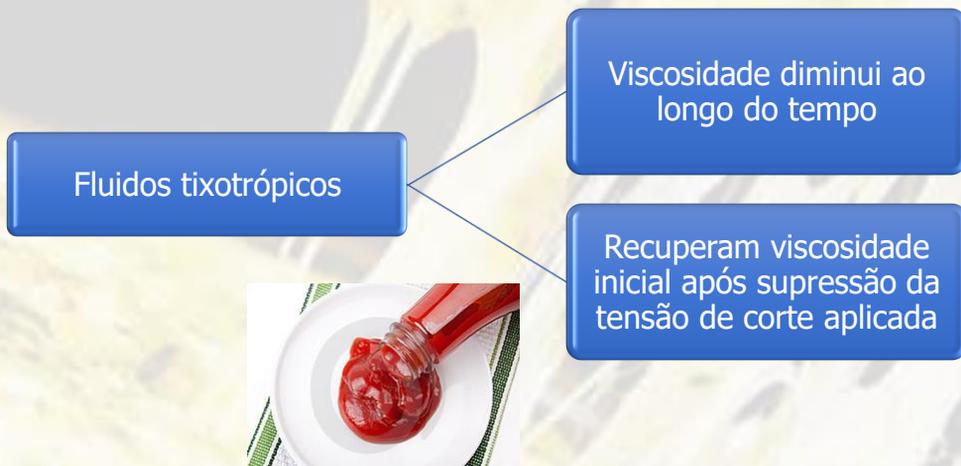
Reologia Alimentar



19

19

Reologia Alimentar



20

20

Reologia Alimentar

Fluidos antitixotrópicos

Viscosidade aumenta ao longo do tempo

Menos comuns

21

21

Reologia Alimentar

Instrumentação em reologia

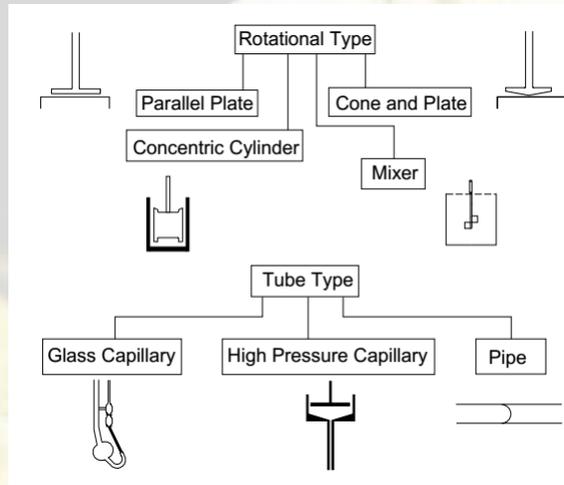
Rotacionais

De tubo

22

22

Reologia Alimentar



23

23

Reologia Alimentar

Instrumentos rotacionais

Normalmente usados para estudar comportamentos que variam com o tempo

Velocidade angular constante ou modo oscilatório



24

24

Reologia Alimentar

Tipos de deformação

Alongamento ou extensão linear

Corte

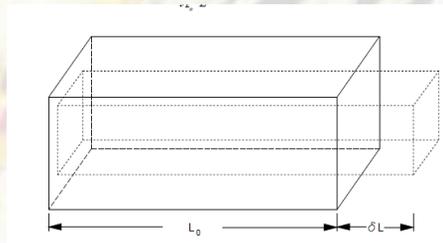
25

25

Reologia Alimentar

Alongamento

$$L = L_0 + \delta L$$



26

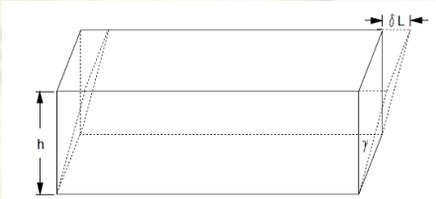
26

Reologia Alimentar

Corte

Deslizamento $\tan(\gamma) = \frac{\delta L}{h}$ Para pequenas deformações,
deslizamento é igual a
deformação de corte

$$\tan(\gamma) = \gamma$$



27

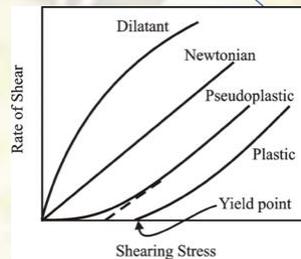
27

Reologia Alimentar

Equações reológicas de estado

Relacionam tensão e
deformaçãoPodem incluir outras variáveis
(tempo, temperatura, pressão)

Representadas por reogramas



28

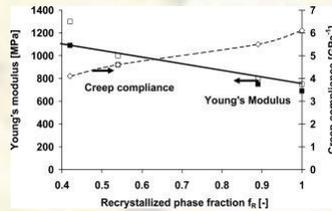
28

Reologia Alimentar

Equações reológicas de estado

Módulo é a razão entre tensão e deformação

Elasticidade é a razão entre deformação e tensão



29

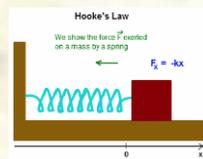
29

Reologia Alimentar

Lei de Hooke

Materiais que seguem lei de Hooke não fluem e são linearmente elásticos

Tensão é constante até deformação ser removida e o material retorna à forma original



30

30

Reologia Alimentar

Lei de Hooke

Materiais que não seguem lei de Hooke são inelásticos

31

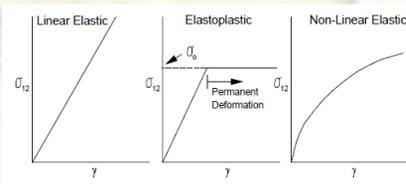
31

Reologia Alimentar

Lei de Hooke

Maioria dos alimentos não é Hookeana

Ex: manteiga é elastoplástica à T ambiente



32

32

Reologia Alimentar

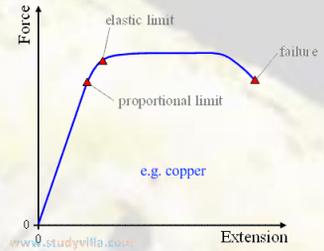
Deformação nos alimentos

Limite elástico

Tensão máxima que um material suporta sem se deformar

Limite proporcional

Tensão máxima suportada por um material que não resulta em desvio da lei de Hooke



33

33

Reologia Alimentar

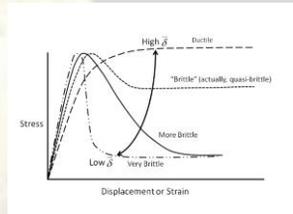
Deformação nos alimentos

Força compressiva

Tensão compressiva máxima de um material

Força de deformação

Tensão máxima de deformação de um material



34

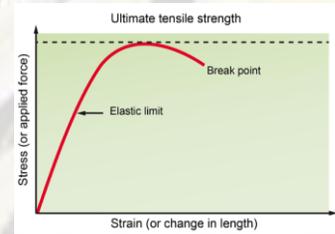
34

Reologia Alimentar

Deformação nos alimentos

Força tênsil

Tensibilidade máxima de um material



35

35

Reologia Alimentar

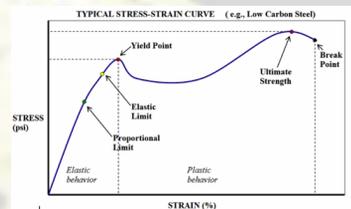
Deformação nos alimentos

Limite elástico aparente

Tensão de cedência

Valor de tensão ao qual começa a existir deformação

Tensão à qual o material sofre deformação



36

36

Reologia Alimentar



Sólidos frágeis

Quebram quando sofrem pequenas deformações

37

37

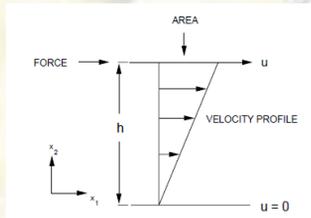
Reologia Alimentar

Fluidos

Estudados sob deformação contínua a velocidade constante

Velocidade de deformação

$$\dot{\gamma} = \frac{d\gamma}{dt} = \frac{u}{h}$$



38

38

Reologia Alimentar

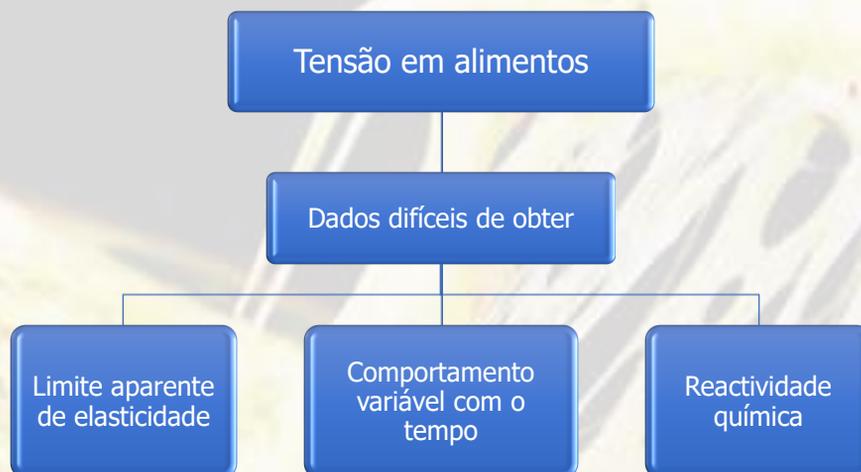
Table 1.1. Shear Rates Typical of Familiar Materials and Processes

| Situation | $\dot{\gamma}$ (1/s) | Application |
|---|----------------------|--|
| Sedimentation of particles in a suspending liquid | $10^6 - 10^3$ | Medicines, paints, spices in salad dressing |
| Leveling due to surface tension | $10^2 - 10^1$ | Frosting, paints, printing inks |
| Draining under gravity | $10^1 - 10^1$ | Vats, small food containers , painting and coating |
| Extrusion | $10^0 - 10^0$ | Snack and pet foods, toothpaste, cereals, pasta , polymers |
| Calendering | $10^1 - 10^2$ | Dough Sheeting |
| Pouring from a bottle | $10^1 - 10^0$ | Foods , cosmetics, toiletries |
| Chewing and swallowing | $10^1 - 10^0$ | Foods |
| Dip coating | $10^1 - 10^0$ | Paints, confectionery |
| Mixing and stirring | $10^0 - 10^0$ | Food processing |
| Pipe flow | $10^0 - 10^0$ | Food processing , blood flow |
| Rubbing | $10^0 - 10^4$ | Topical application of creams and lotions |
| Brushing | $10^0 - 10^4$ | Brush painting, lipstick, nail polish |
| Spraying | $10^0 - 10^6$ | Spray drying, spray painting, fuel atomization |
| High speed coating | $10^4 - 10^6$ | Paper |
| Lubrication | $10^0 - 10^7$ | Bearings, gasoline engines |

39

39

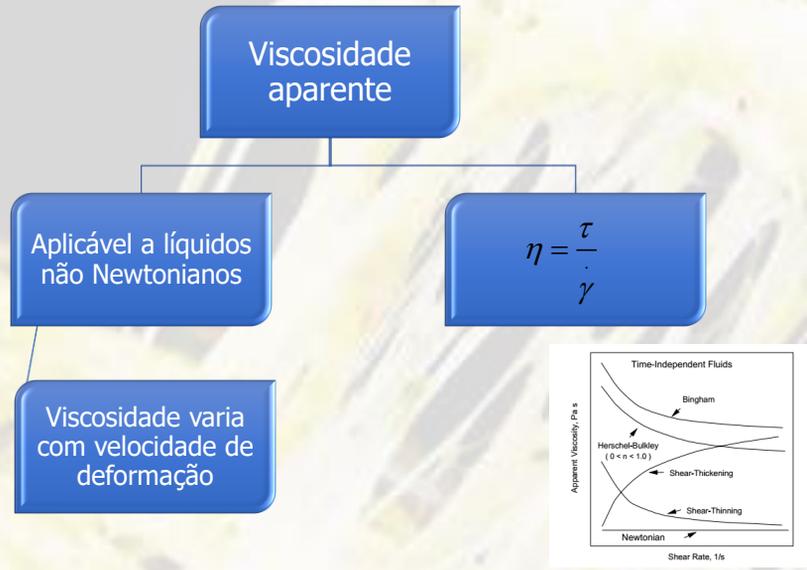
Reologia Alimentar



40

40

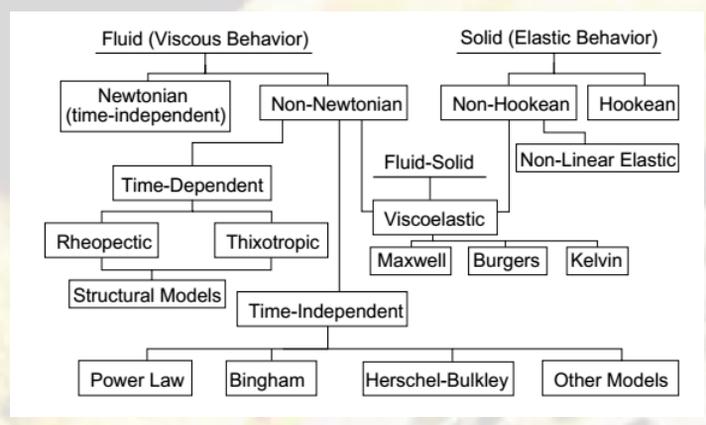
Reologia Alimentar



41

41

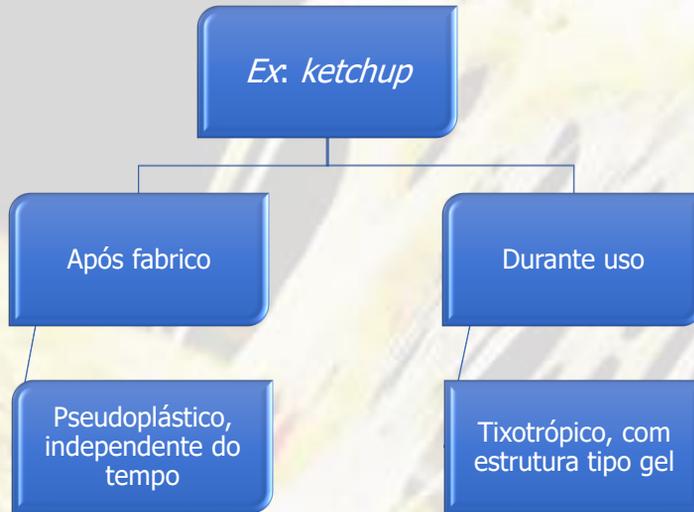
Reologia Alimentar



42

42

Reologia Alimentar



43

43

Reologia Alimentar



44

44

Reologia Alimentar

Medidas de viscosidade em solventes e soluções

Viscosidade inerente

$$\eta_{in} = \frac{\ln \eta_{rel}}{C}$$

Viscosidade intrínseca

$$\eta_{int} = \left[\frac{\eta_{sp}}{C} \right]_{C \rightarrow 0}$$

45

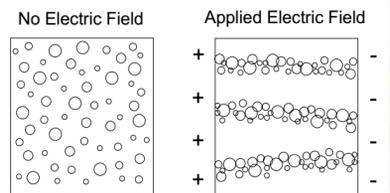
45

Reologia Alimentar

Electroreologia

Alteração no comportamento reológico devida à imposição de um campo eléctrico

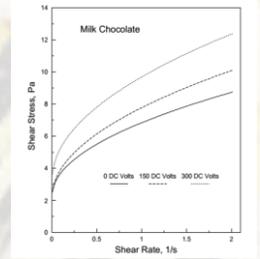
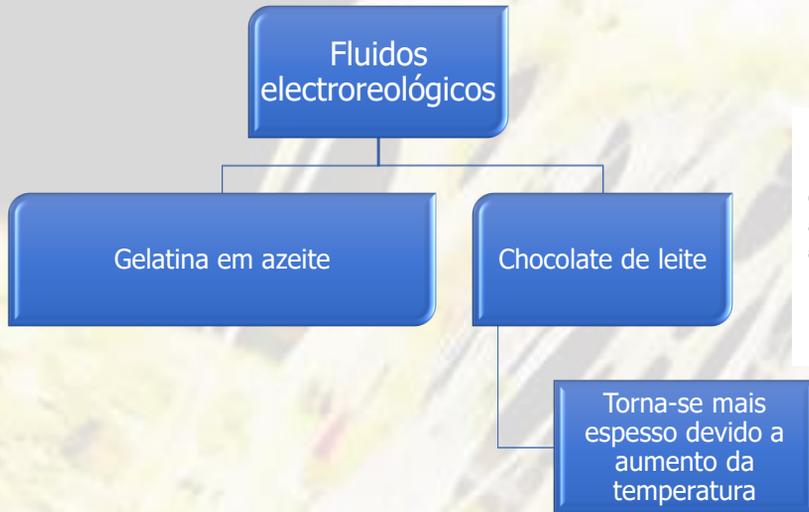
Fluidos electroreológicos



46

46

Reologia Alimentar



47

47

Reologia Alimentar



48

48

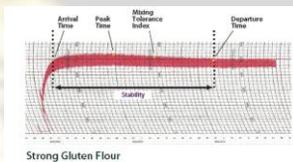
Reologia Alimentar

| Device | Common Application |
|---------------------------------------|--|
| Adams Consistometer | consistency of semifluid food purees |
| Armour Tenderometer | beef tenderness |
| Baker Compressimeter | staleness of bread |
| Ballauf Pressure Tester | puncture testing of fruit and vegetables |
| BBIRA Biscuit Texture Meter | hardness of cookies and crackers |
| Bloom Gelometer | puncture test of gelatins and gelatin jellies |
| Bostwick Consistometer | flow of baby foods and similar purees |
| Chatillon Pressure Tester | puncture testing of fruit and vegetables |
| Eli-Gi Pressure Tester | puncture testing of fruit and vegetables |
| Extensigraph | behavior of wheat dough |
| Farinograph | baking quality of wheat flour |
| FMC Pea Tenderometer | quality and maturity of fresh green peas |
| FTC Texture Test System | attachments for many foods |
| GF Texturometer | attachments for many foods |
| Haugh Meter | egg quality |
| Hilker-Guthrie Plummet | firmness of cultured cream |
| Instron Universal Testing Machine | attachments for many foods |
| Kramer Shear Press | tenderness of peas and other particulate foods |
| Magness-Taylor Pressure Tester | puncture testing of fruit and vegetables |
| Marine Colloids Gel Tester | puncture test marine extract gels |
| Mixograph | baking quality of wheat flour |
| Ottawa Pea Tenderometer | quality and maturity of fresh green peas |
| Ottawa Texture Measuring System | attachments for many foods |
| Pabst Texture Tester | firmness of particulate foods |
| Penetrometer | firmness of butter and margarine |
| Plint Cheese Curd Torsionmeter | setting of cheese curd |
| Resistograph | baking quality of wheat flour |
| Ridgelmeter | stiffness of pectin and fruit jellies |
| Stevens Compression Response Analyzer | attachments for many foods |
| Succulometer | maturity and quality of fresh sweet corn |
| SURDD Hardness Tester | hardness of fats and waxes |
| Torry Brown Homogenizer | toughness of fish |
| USDA Consistometer | consistency of semifluid food purees |
| Van Dornan Pressure Tester | puncture testing of butter |
| Warner-Bratzler Shear | toughness of meat |

49

49

Reologia Alimentar



50

50

Reologia Alimentar



51

51

Reologia Alimentar

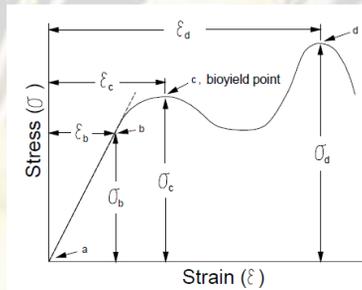


52

52

Reologia Alimentar

Vegetais sob compressão simples



53

53

Reologia Alimentar

Análise de
textura

Análise sensorial

Análise instrumental

Mais rápida e barata

54

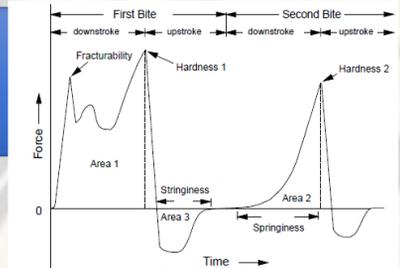
54

Reologia Alimentar



Análise de textura

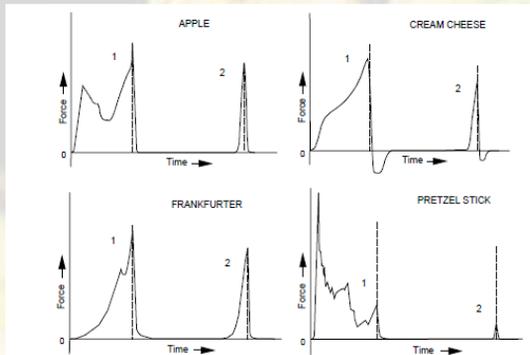
Texturómetros



55

55

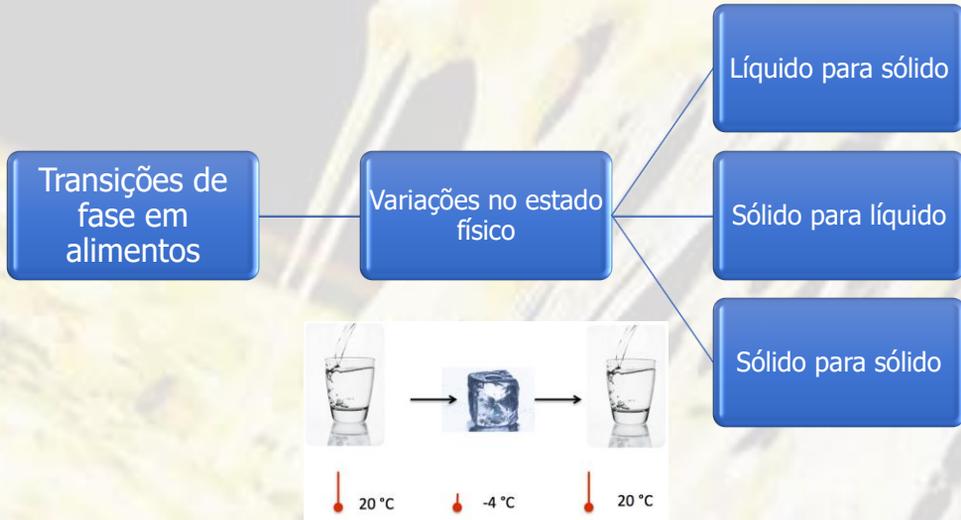
Reologia Alimentar



56

56

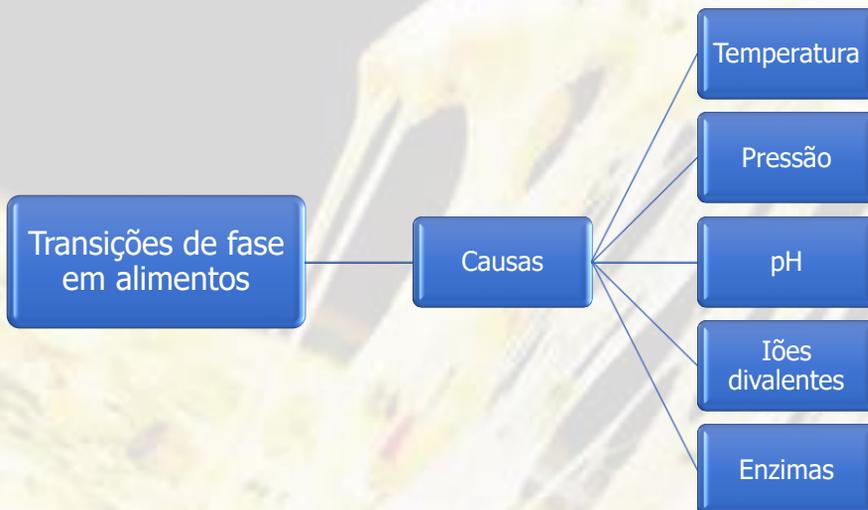
Reologia Alimentar



57

57

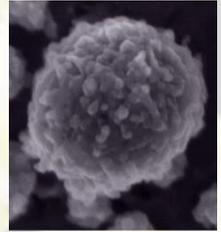
Reologia Alimentar



58

58

Reologia Alimentar



Transições de fase em alimentos

Caseína convertida em gel por acção enzimática e precipitação com Ca^{2+}

59

59

Reologia Alimentar

Transições de fase em alimentos

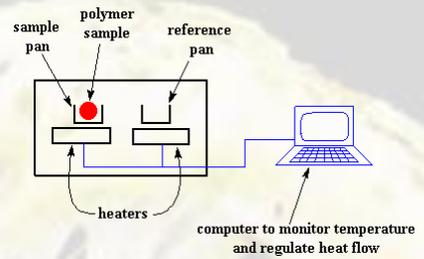
Alimentos têm diversos componentes

Transições ocorrem ao longo de um intervalo de temperaturas

60

60

Reologia Alimentar



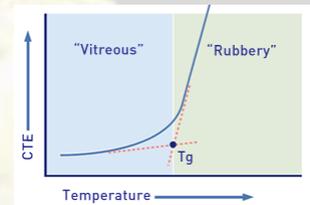
Transições de fase em alimentos

Medições em calorímetros de varrimento diferencial (DSC)

61

61

Reologia Alimentar



Temperatura de transição vítrea (T_g)

Temperatura à qual a parte amorfa de um polímero amolece e se torna fluida

62

62

Reologia Alimentar

Temperatura de
transição vítrea
(T_g)

Redução de
viscosidade acima de
 T_g

Adesividade e
colapso de alimentos
secos

Aglomerção e
cristalização de
componentes de
alimentos

Lactose no leite em
pó



63

63

Reologia Alimentar

Temperatura de
transição vítrea
(T_g)

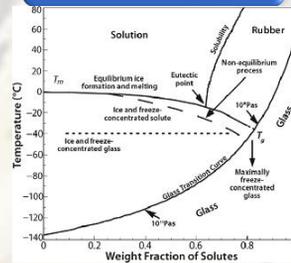
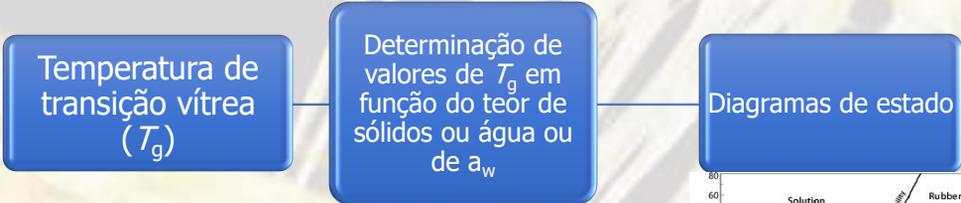
Perca de crocância
acima de T_g

Alimentos com baixo
teor de humidade

64

64

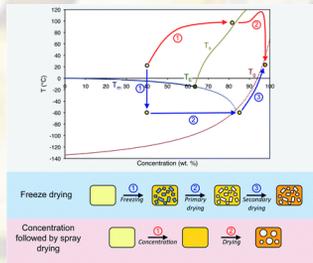
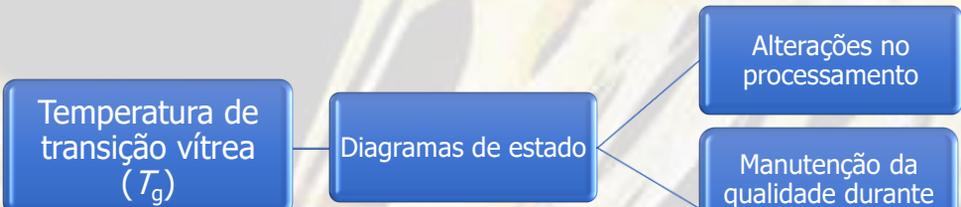
Reologia Alimentar



65

65

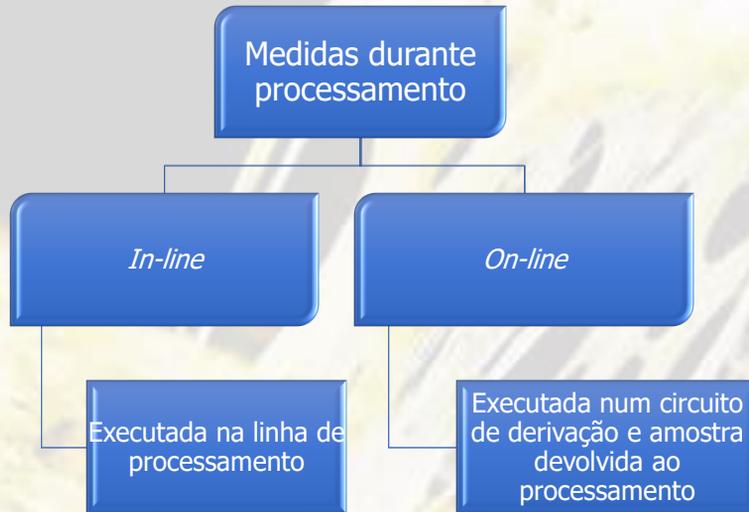
Reologia Alimentar



66

66

Reologia Alimentar



67

67

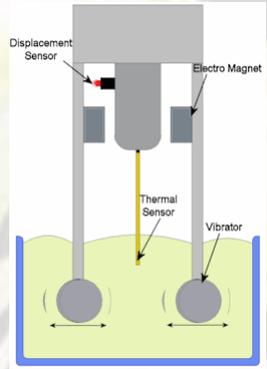
Reologia Alimentar



68

68

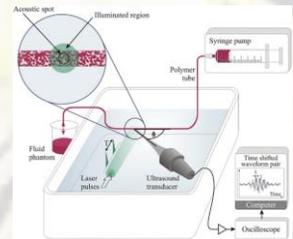
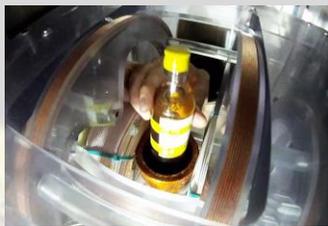
Reologia Alimentar



69

69

Reologia Alimentar



70

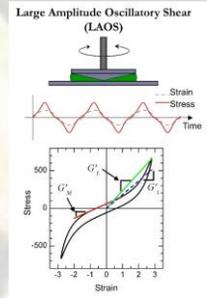
70

Reologia Alimentar

Ensaio reológico dinâmico

Processo de formação de gel em biopolímeros

Estudar estrutura de géis



71

71

Reologia Alimentar

Ensaio reológico dinâmico

Não destrutivos e não interferem com a formação do gel nem com o amolecimento da estrutura

Curto tempo de medição

Resultados expressos em termos fundamentais, podendo ser relacionados com a estrutura

72

72

Reologia Alimentar

Ensaio reológico dinâmico

Ex: seguir alterações nas células de batatas em função da celulase

Ex: estudar acção da α -amilase no amido de trigo

73

73

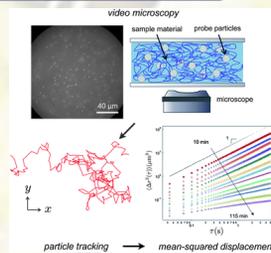
Reologia Alimentar

Microreologia

Usada quando é difícil obter quantidade suficiente de amostra (mL)

Usa amostras de μL obtidas de forma não invasiva

Usa sondas microscópicas para deformar localmente as amostras



74

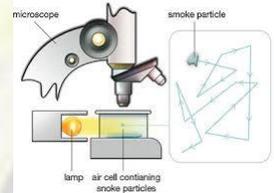
74

Reologia Alimentar

Técnicas de microreologia

Manipulação activa de sondas por aplicação local de uma tensão

Medição de movimentos passivos de partículas devidos a flutuações Brownianas



75

75

Aplicações

76

76

Aplicações

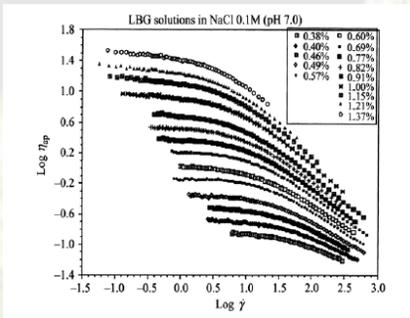


77

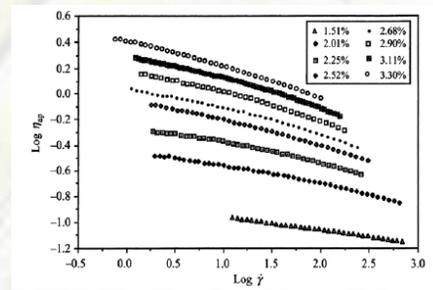
77

Aplicações

Goma de alfarroba



Pectina metoxilada



78

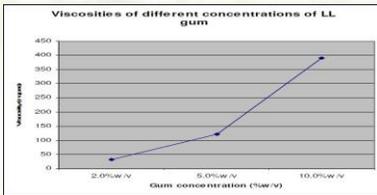
78

Aplicações

Hidrocolóides

Viscosidade aparente

Aumenta com concentração
de polímero



79

79

Aplicações

Hidrocolóides

Dispersões de concentração média

Viscosidade controlada pelo
grau de interpenetração das
cadeias dos polímeros

80

80

Aplicações

Hidrocolóides

Misturas de polímeros

Volume hidrodinâmico de cada polímero não afectado pelos outros, mesmo em concentrações elevadas

81

81

Aplicações

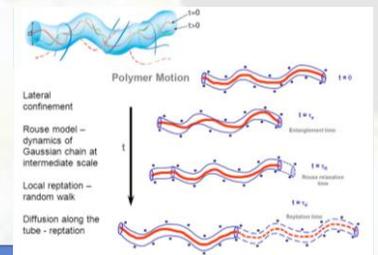
Hidrocolóides

Modelos

Modelo de Rouse
(pérola e mola)

Modelo da rede
transiente

Modelo de
reptação



82

82

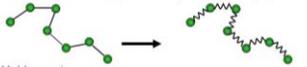
Aplicações

Hidrocolóides

Modelo de Rouse

Para soluções diluídas

Rouse Model: In this model polymer chain is represented by a bead-spring chain.



Model assumptions:
 1) beads have no excluded volume;
 2) there are no hydrodynamic interactions between beads.

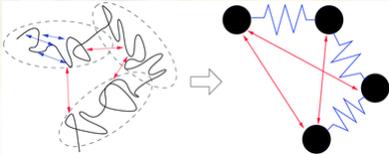
Chain friction coefficient of the chain in Rouse model $\zeta_c = \zeta_s N$

Chain diffusion coefficient $D_c = \frac{k_B T}{\zeta_c} = \frac{k_B T}{\zeta_s N}$

Longest chain relaxation time $\tau_c = R^2 / D_c = \tau_s N^2$

Terminal modulus $G = k_B T \frac{\nu}{2}$

Viscosity of solution of Rouse chains $\eta = \eta_s = 0.5 \zeta_s \nu a = \frac{k_B T}{2} \nu^2 \tau_s N^2$



83

83

Aplicações

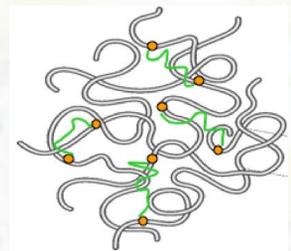
Hidrocolóides

Modelo de rede transiente

Para soluções concentradas

Junções da rede são temporárias

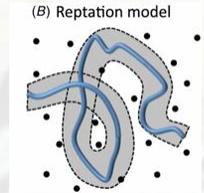
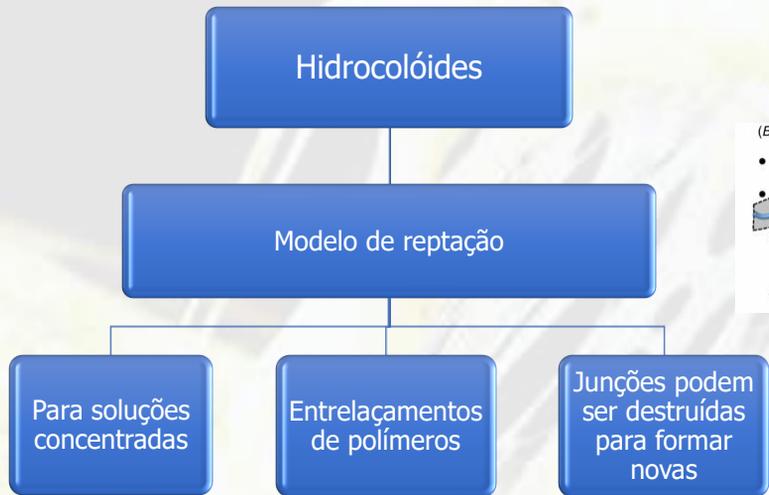
Junções podem ser destruídas para formar novas



84

84

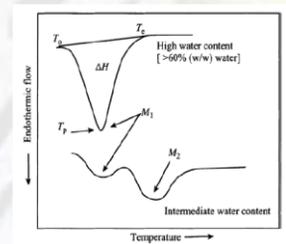
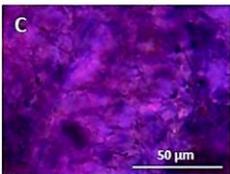
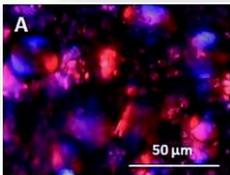
Aplicações



85

85

Aplicações



86

86

Aplicações



87

87

Aplicações



88

88

Aplicações

Amidos

Temperatura de gelatinização

Temperatura de gelatinização aumenta com diminuição da humidade

89

89

Aplicações

Amidos

Viscosidade

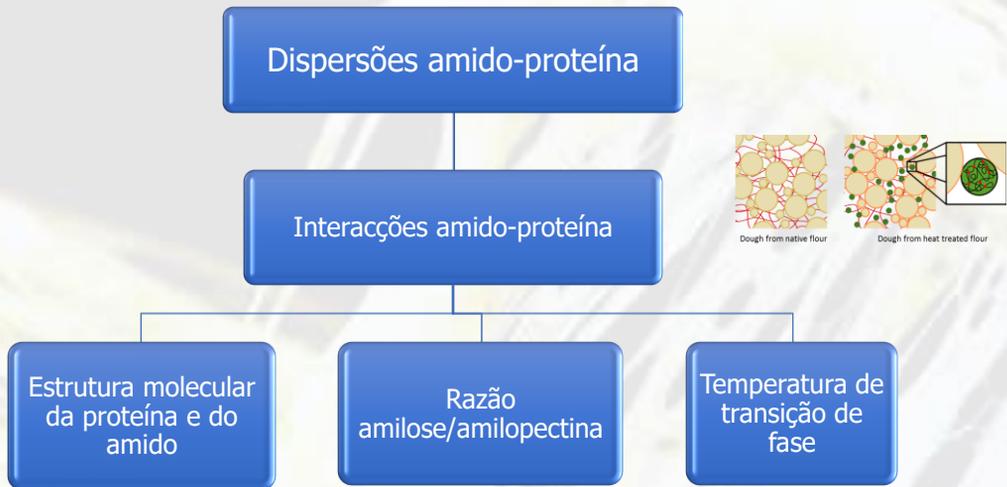
Viscosidade de dispersão de amido em água aumenta devido a absorção de água durante aquecimento



90

90

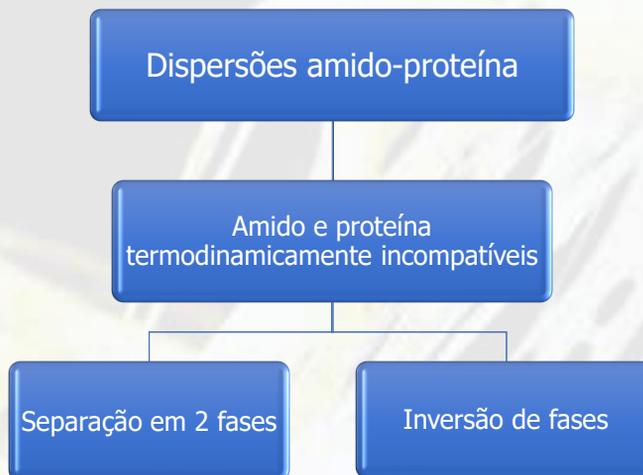
Aplicações



91

91

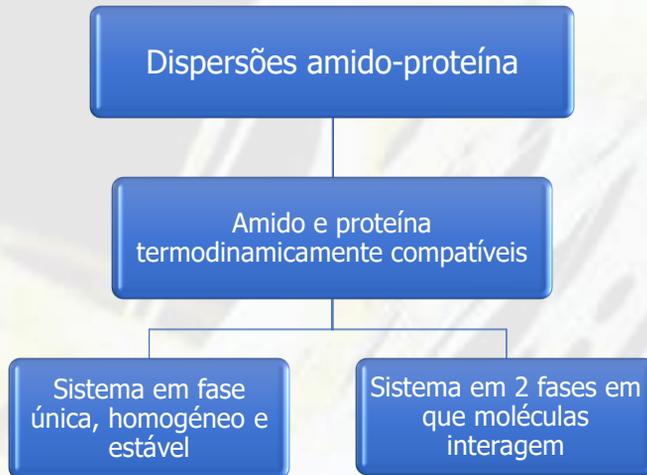
Aplicações



92

92

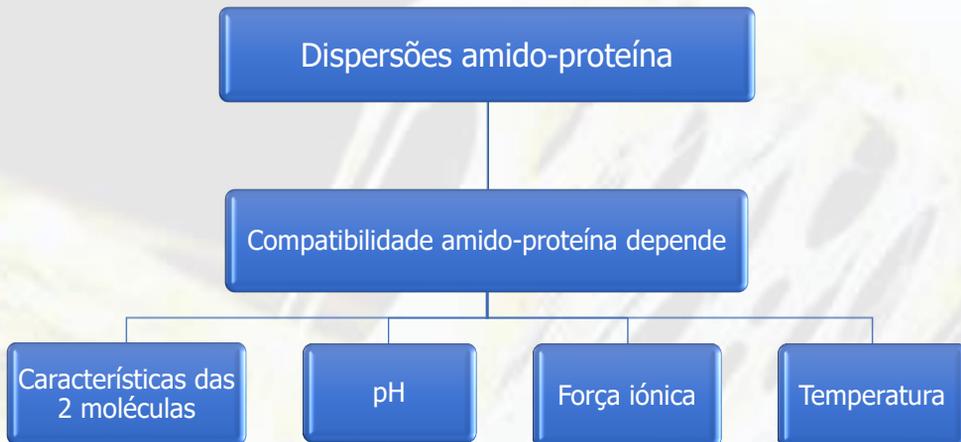
Aplicações



93

93

Aplicações



94

94

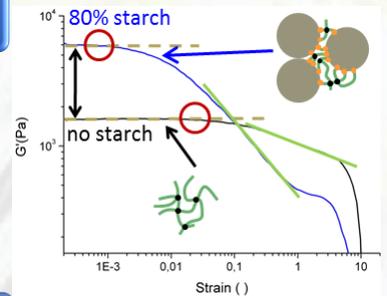
Aplicações



95

95

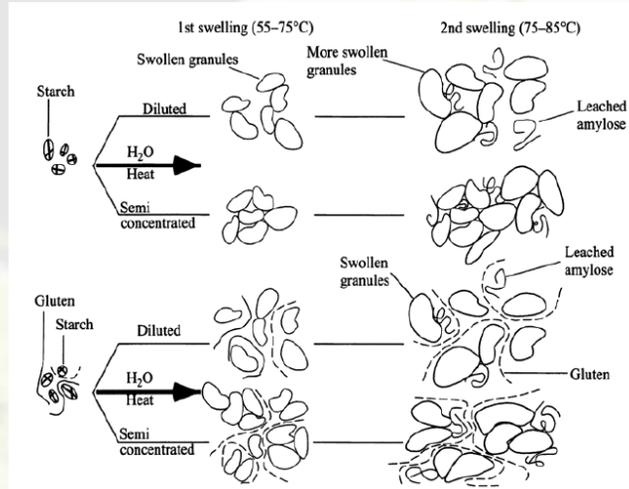
Aplicações



96

96

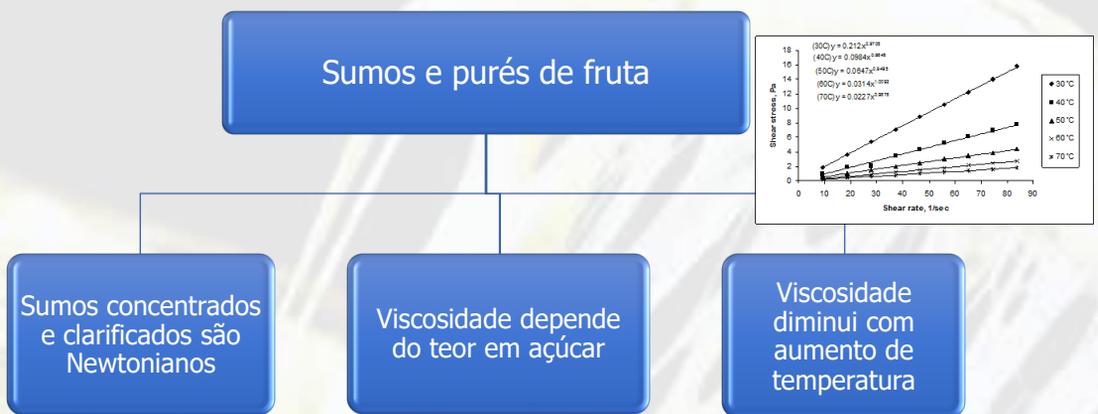
Aplicações



97

97

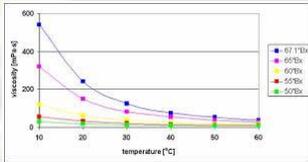
Aplicações



98

98

Aplicações



Sumos de fruta processados

Viscosidade depende da composição

Açúcar e pectinas

Composição varia com cultivar, maturação e processamento

99

99

Aplicações

Leites concentrados

Fluidos Newtonianos

Para concentrações mais elevadas são não Newtonianos

Pseudoplásticos

100

100

Aplicações

Leite processado por
pressão elevada

Fragmentação irreversível das
micelas de caseína

Perca de Ca

Aumento da viscosidade

Redução da turbidez

Redução de azoto proteico
(soro)

101

101

Aplicações

Leite processado por pressão
elevada

Acelera coagulação da caseína

Aumenta quantidade de proteína
associada a glóbulos de gordura

Influencia cremosidade

Aumenta nº de glóbulos de gordura

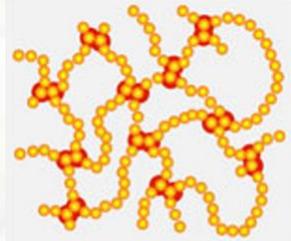
102

102

Aplicações

Géis

- Moléculas poliméricas que formam ligações cruzadas, originando uma rede imersa num meio líquido



Polymer Cross-linked Gels

103

103

Aplicações

Géis

Polissacáridos que formam géis termorreversíveis

Interações entre iões divalentes e grupos do polissacárido

Associações hidrofóbicas entre cadeias

Carragenano, agarose

Alginatos, pectinas

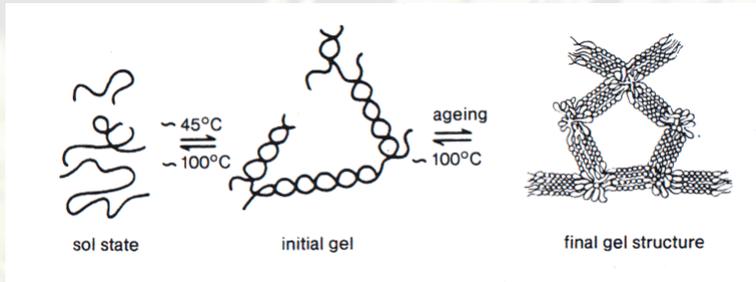
Derivados da celulose

104

104

Aplicações

Gel de agarose

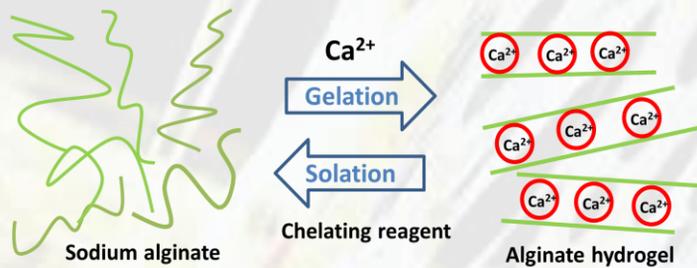


105

105

Aplicações

Gel de alginato

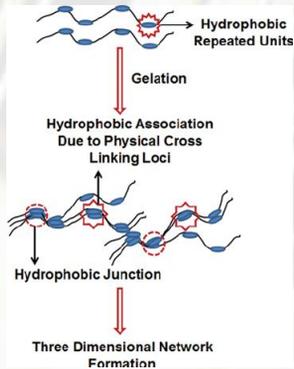


106

106

Aplicações

Gel de metil-celulose



107

107

Aplicações

Géis

Hélices triplas distribuídas aleatoriamente e separadas por segmentos de cadeias com conformação de bobina aleatória

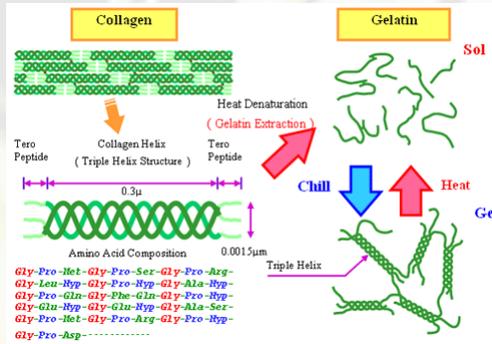
Gelatina

108

108

Aplicações

Gelatina



109

109

Aplicações

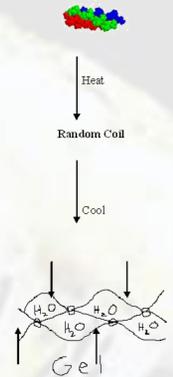
Classificação de géis

Conformação a frio

Conformação a quente

Gelificação induzida por arrefecimento

Gelificação ocorre por aquecimento



110

110

Aplicações

| Polymer | Important structural features affecting gelation | Main factors promoting gelation | Mechanism of gelation |
|-----------------------|--|---|---|
| Carrageenans | Alternating β -1,3- and α -1,4-linked galactose residues; presence of 3,6-anhydride residues; presence of sulfated residues | Cooling; presence of potassium or other gel-promoting cations | Association of the molecular chains into double helices followed by aggregation of the ordered "domains" |
| Agarose | Alternating 1,3-linked β -D-galactopyranose and 1,4-linked 3,6-anhydro- α -L-galactopyranose | Cooling | Helix formation followed by aggregation |
| Alginates | Alternating blocks of β -1,4-linked D-mannuronic acid and α -1,4-linked L-guluronic acid residues | Presence of divalent cations (usually Ca^{2+}) | Specific site binding of calcium with the carboxyl groups of the polyuronic acid residues (mainly the polyguluronic), "egg-box" model |
| Pectins | α (1,4)-D-galacturonic acid residues, partially methyl esterified; presence of 1,2-linked L-rhamnosyl residues | | |
| High-methoxyl pectins | Degree of methylation higher than 50% | Cooling; low pH and low water activity | Junction zones stabilized by hydrogen bonds and hydrophobic interactions between the ester methyl groups |

111

111

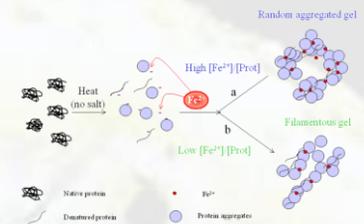
Aplicações

Géis de proteínas

Proteínas globulares podem formar géis

Opacos ou transparentes

Elevada ou baixa capacidade de retenção de água



112

112

Aplicações

Géis de proteínas

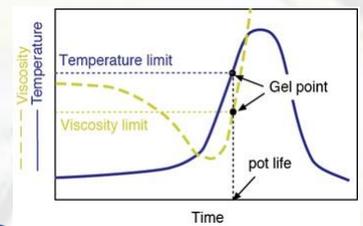
Podem ser criados por aquecimento/arrefecimento ou por pressão elevada

113

113

Aplicações

Ponto de gel



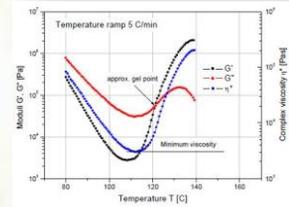
Momento ou temperatura específicos de transição para gel

114

114

Aplicações

Ponto de gel



Antes do ponto de gel

Próximo do ponto de gel

Baixa conectividade

Material relaxa rapidamente

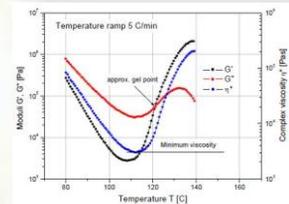
Tempo de relaxação aumenta pronunciadamente

115

115

Aplicações

Ponto de gel



No ponto de gel

Após o ponto de gel

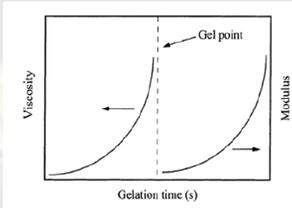
Tempo de relaxação tende para infinito

Tempo de relaxação muito curto

116

116

Aplicações



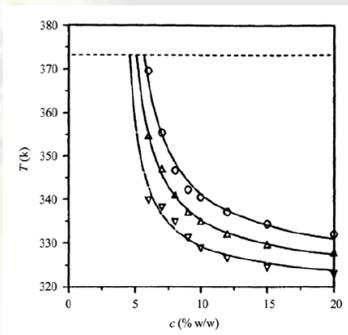
Ponto de gel

Deteção difícil na maioria dos casos

117

117

Aplicações



Ponto de gel

Influência da temperatura e concentração

118

118

Aplicações

Géis de polímeros mistos

Polissacárido-polissacárido

Mistura de um polímero com propriedades de gelificação com outro sem

Diversidade de texturas e estruturas

Ex: galactomananos (não) com agar ou κ -carragenano (sim)

119

119

Aplicações

Géis de polímeros mistos

Proteína-polissacárido

Gelatina-polissacárido

Ex: proteína do soro

Acelera e aumenta o processo de gelificação

120

120

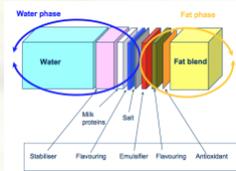
Aplicações

Cremes de barrar com baixo teor de gordura

Géis mistos

Gordura, água, emulsificantes e hidrocolóides

Sofrem quebra de emulsão



Adição de derivados de amido e gelatina para melhorar características reológicas da fase aquosa

121

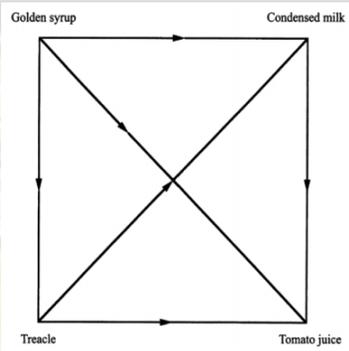
121

Reologia e Análise sensorial

122

122

Reologia e Análise sensorial



Matriz de alimentos fluidos

Setas diagonais indicam sentido da viscosidade

Maior para menor viscosidade

| Product | Code | Ranking | Code | Product |
|----------------------|------|---------|------|-------------------|
| 1. Dil. golden syrup | W | > | B | Dil. treacle |
| 2. Condensed milk | U | < | G | Dil. golden syrup |
| 3. Condensed milk | H | < | R | Dil. treacle |
| 4. Tomato juice | P | < | M | Golden syrup |
| 5. Dil. treacle | V | > | L | Tomato juice |
| 6. Tomato juice | D | < | O | Condensed milk |

* Dil. Means diluted

123

123

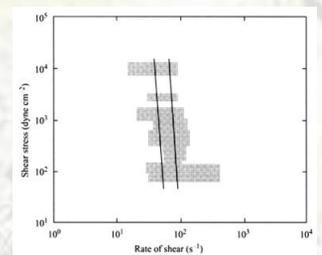
Reologia e Análise sensorial

Sensação de viscosidade

Tensão de corte é o estímulo que controla a avaliação da viscosidade

Não varia significativamente com as características reológicas do alimento

Provedores consideram viscosidade como resistência da amostra à agitação



124

124

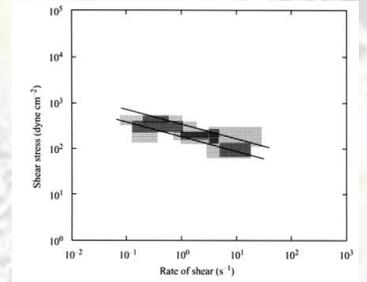
Reologia e Análise sensorial

Sensação de viscosidade

Avaliação ao entornar um recipiente

Depende da velocidade de corte

Varia com propriedades reológicas do alimento

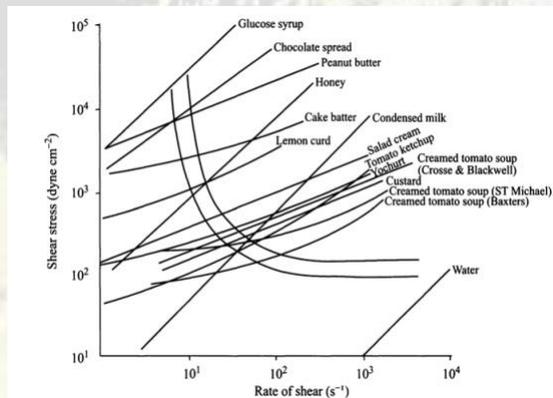


125

125

Reologia e Análise sensorial

Viscosidade por métodos orais



126

126

Reologia e Análise sensorial

Viscosidade de dispersões de hidrocolóides

Comportamento pseudoplástico

Depende da velocidade de corte

Varia com propriedades reológicas do alimento

127

127

Reologia e Análise sensorial

Reologia, sabor e *flavour*

Soluções de hidrocolóides com comportamento pseudoplástico reduzem menos sensação de doçura que aquelas menos pseudoplásticas

128

128

Reologia e Análise sensorial

Reologia, sabor e *flavour*

Doçura mais difícil de detectar em viscosidade elevada

Soluções mais viscosas percebidas como mais doces

129