

Fibra Alimentar

Produção e Composição de Alimentos
HNT0205



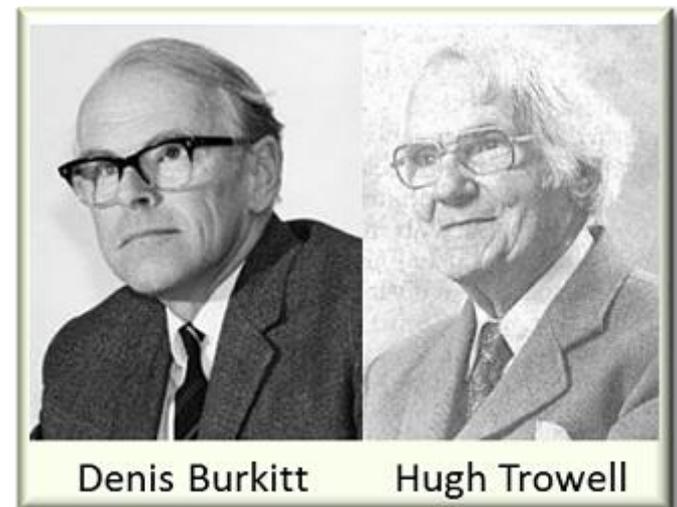
Fibra Alimentar

- Introdução
- Ocorrência
- Componentes químicos
- Definições
- Métodos de Análise



Introdução

- Hipsley (1953) propôs o termo “*dietary fibre*” (fibra da dieta ou alimentar).
- Cleave (1956) → doenças do homem moderno → ingestão de alimentos com baixo conteúdo de fibra
- Burkitt, Walker e Trowell (anos 70) → estudos epidemiológicos e clínicos → relação → quantidade de fibra na dieta x doenças



Denis Burkitt

Hugh Trowell

Introdução

Evolução do Conceito de Fibra

<i>Termo</i>	<i>Vigência</i>	<i>Conceito</i>	<i>Método de Análise</i>
<i>Fibra bruta/crua</i>	<i>1864-1970</i>	<i>Fração não digerível</i>	<i>Tratamentos com NaOH e H₂SO₄</i>
<i>Fibra detergente</i>	<i>1970-1980</i>	<i>Fração não digerível</i>	<i>Tratamentos com detergentes ácido e neutro</i>
<i>Fibra alimentar</i>	<i>1980-1990</i>	<i>Fração não digerível</i>	<i>Tratamentos enzimáticos</i>
<i>Fibra alimentar antioxidante</i>	<i>2000-presente</i>	<i>Fibra mais antioxidantes associados</i>	<i>Tratamentos enzimáticos e capacidade antioxidante</i>
<i>Complexo fibra ou Fração indegerível</i>	<i>1990-presente</i>	<i>Fração não digerível</i>	<i>Tratamentos enzimáticos</i>
<i>Prebióticos</i>	<i>2000-presente</i>	<i>Compostos não digeríveis que promovem desenvolvimento da flora intestinal</i>	<i>Tratamentos enzimáticos e Cromatografia a líquido</i>

Introdução

A **fibra alimentar (FA)** não é uma única substância, mas ela é composta, principalmente, de polissacarídeos interligados entre si formando uma rede tridimensional e com a presença de outras substâncias como proteínas de parede celular, lignina, compostos fenólicos, fitatos, oxalatos e outros





Ocorrência

- Parede celular vegetal
- Lamela média

Compreende a maior parte da fibra alimentar ingerida

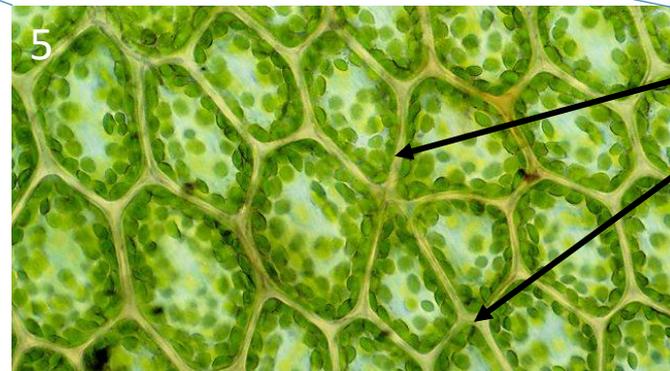
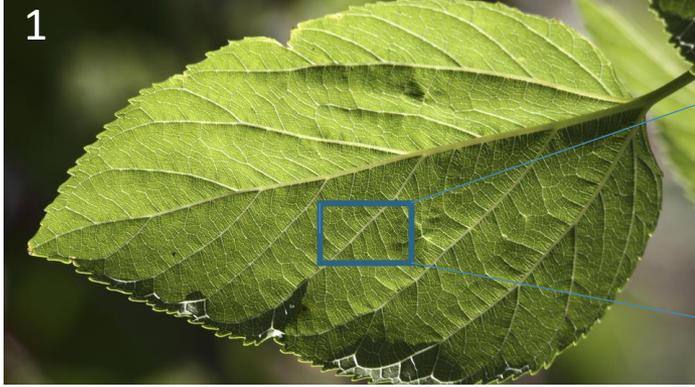
Tecidos de reserva



Secreções produzidas por injúrias

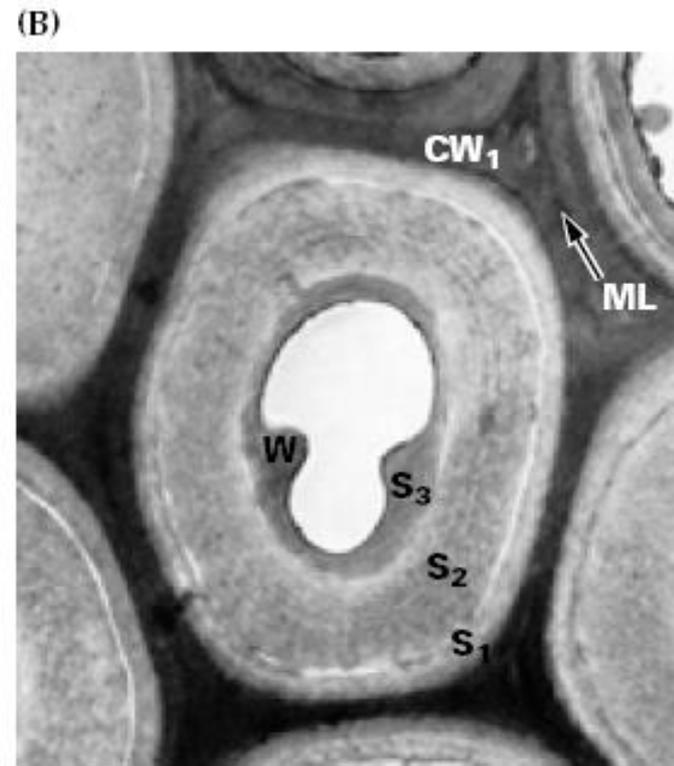
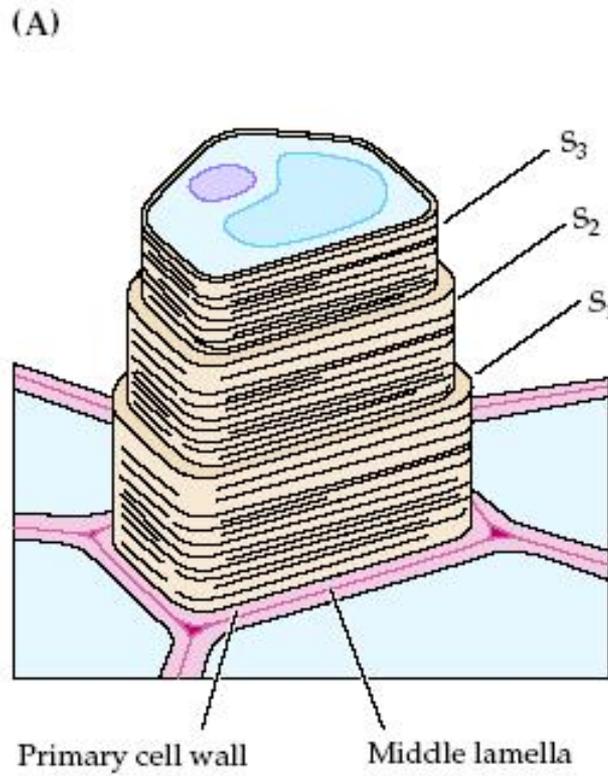


Acácia

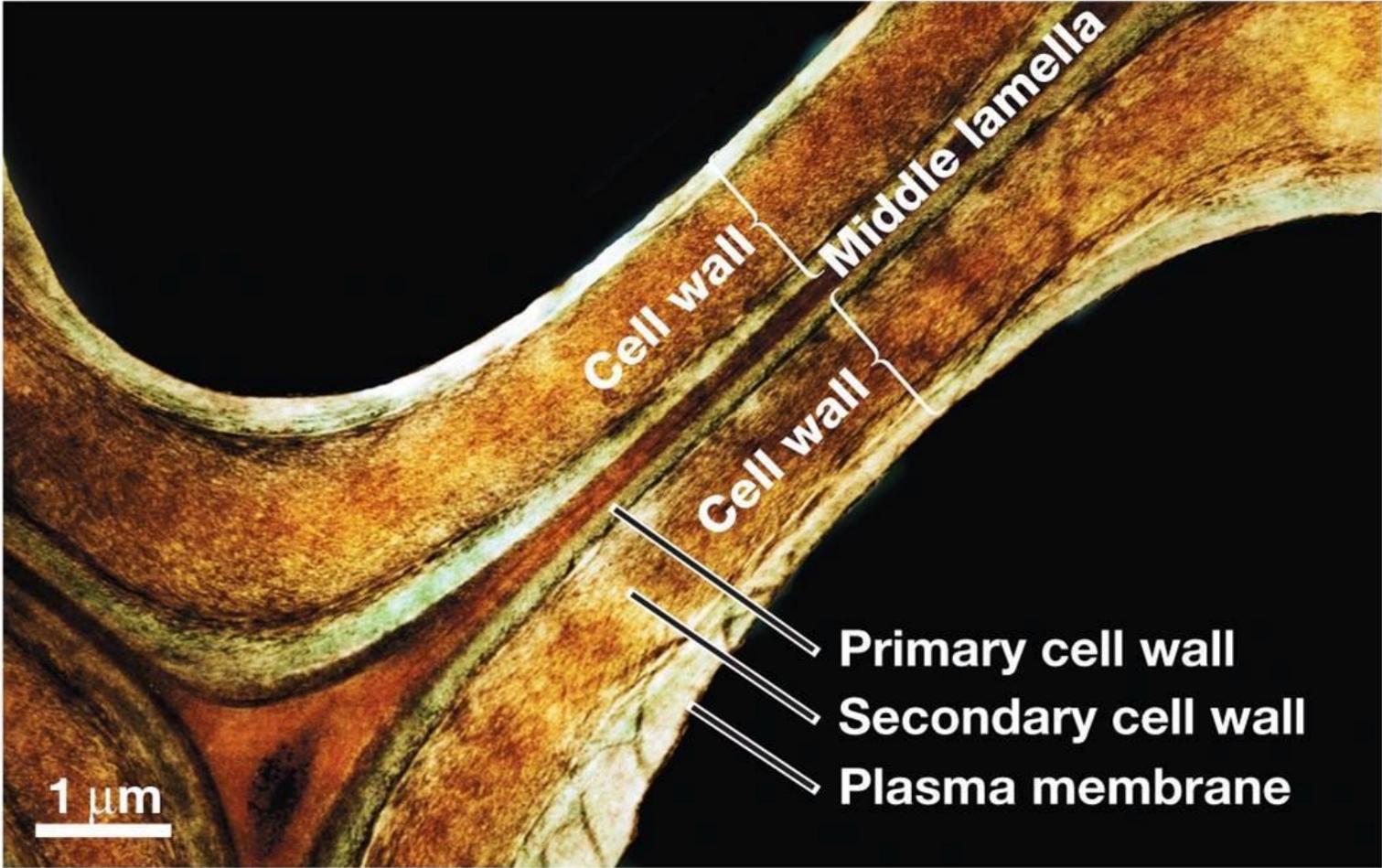


Parede Celular

Pared celular (esquematisada)

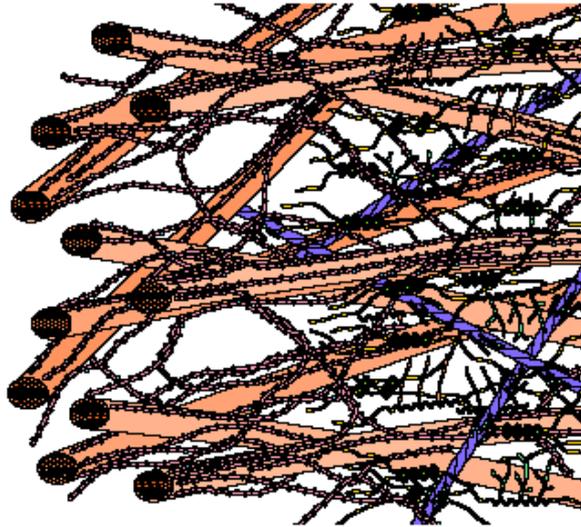


Paredes celular

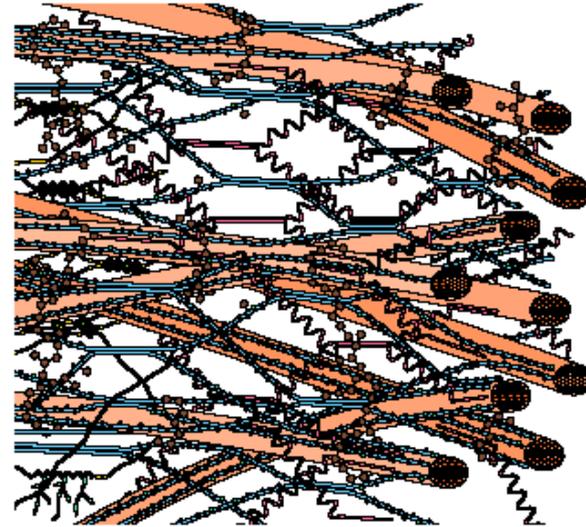


Pared celular (esquemmatizada)

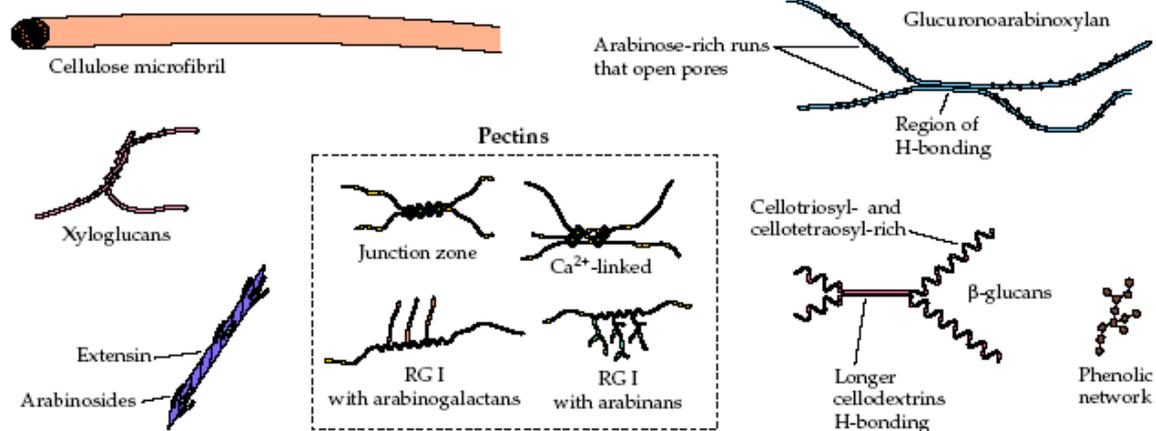
(A) Type I wall



(B) Type II wall

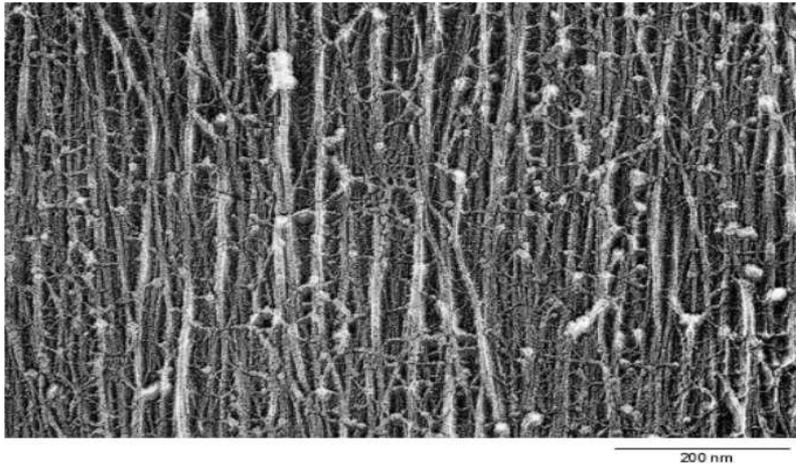


Key:

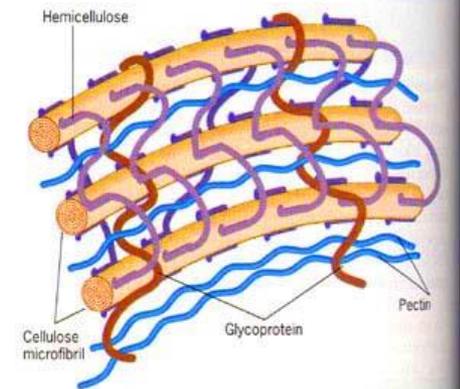
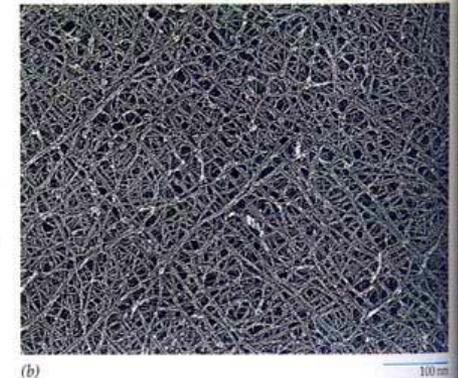


Polissacarídeos da parede celular

Microfibrilas de celulose

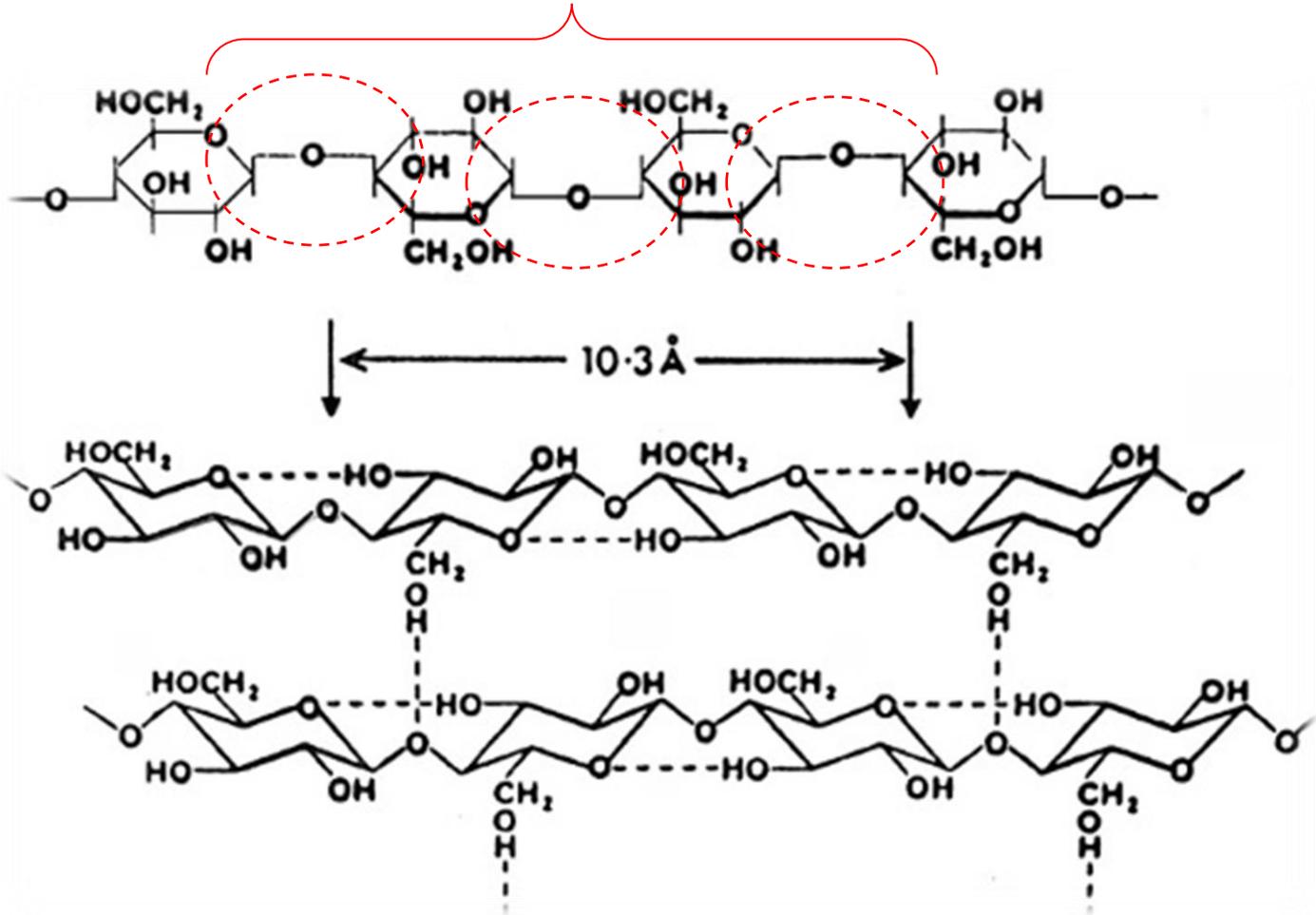


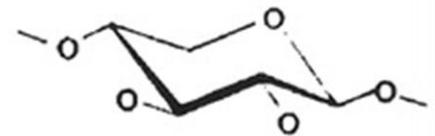
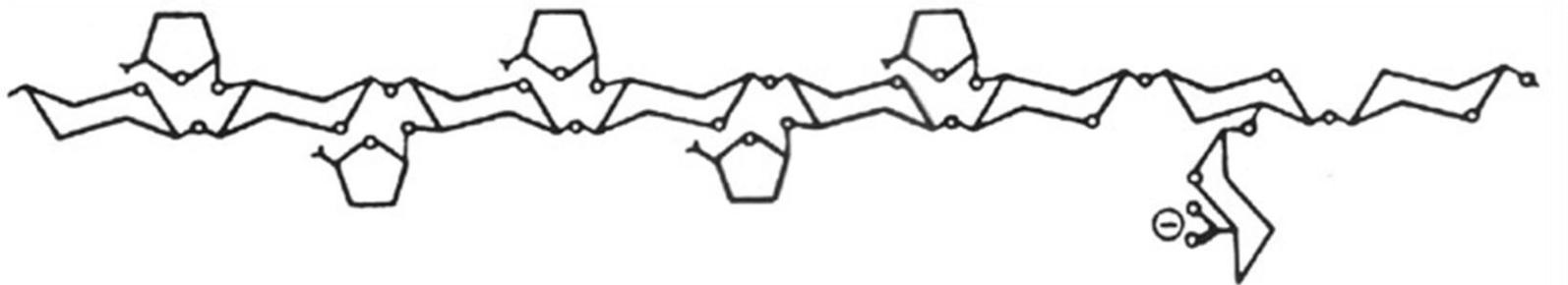
Parede celular



Características Estruturais da Celulose

Ligações β -1,4

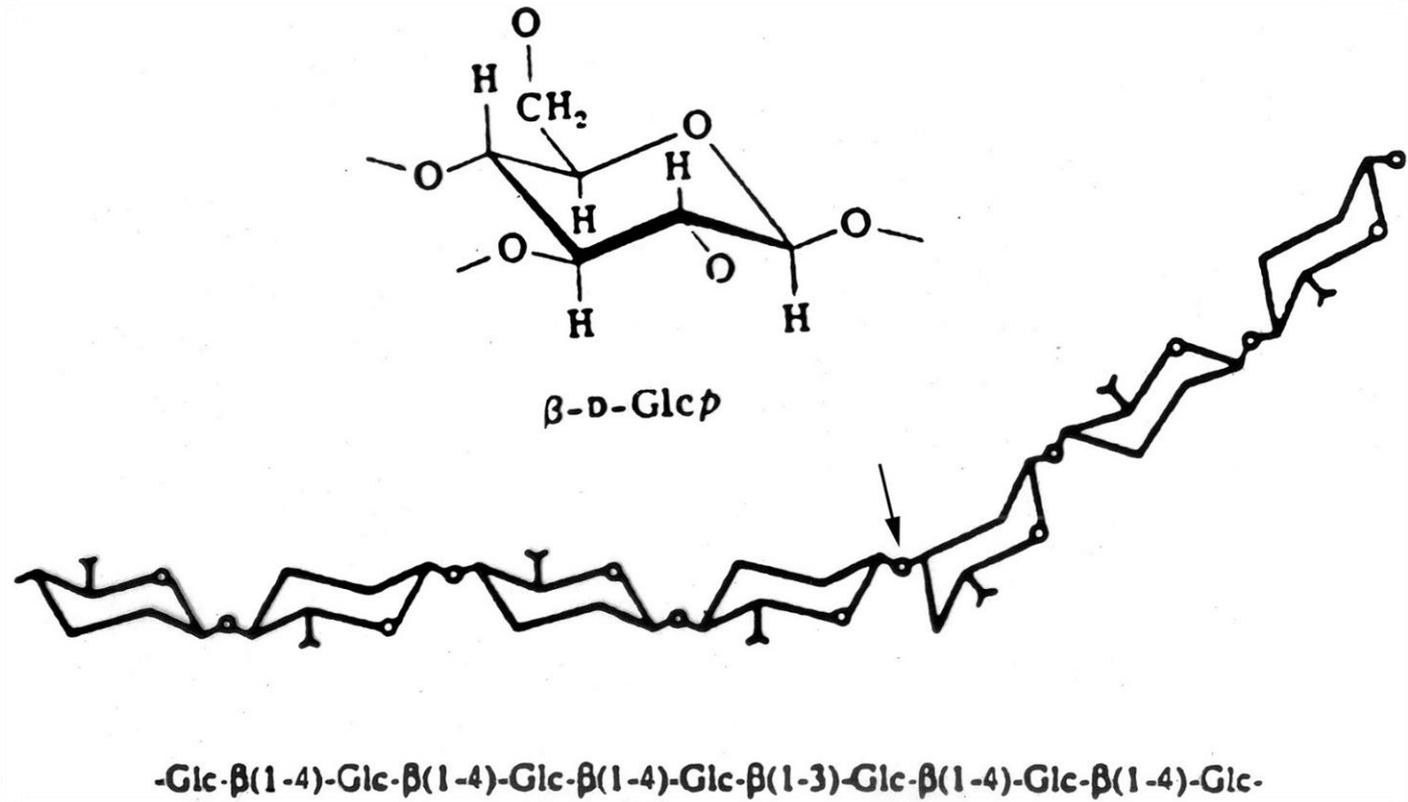




β -D-Xylp

Ara- α (1-3)-
 G1cA- α (1-2)-
 -Xyl- β (1-4)-Xyl- β (1-4)-Xyl- β (1-4)-Xyl- β (1-4)-Xyl- β (1-4)-Xyl- β (1-4)-Xyl-

Hemiceluloses: Arabinoxilanos



β -glucanos

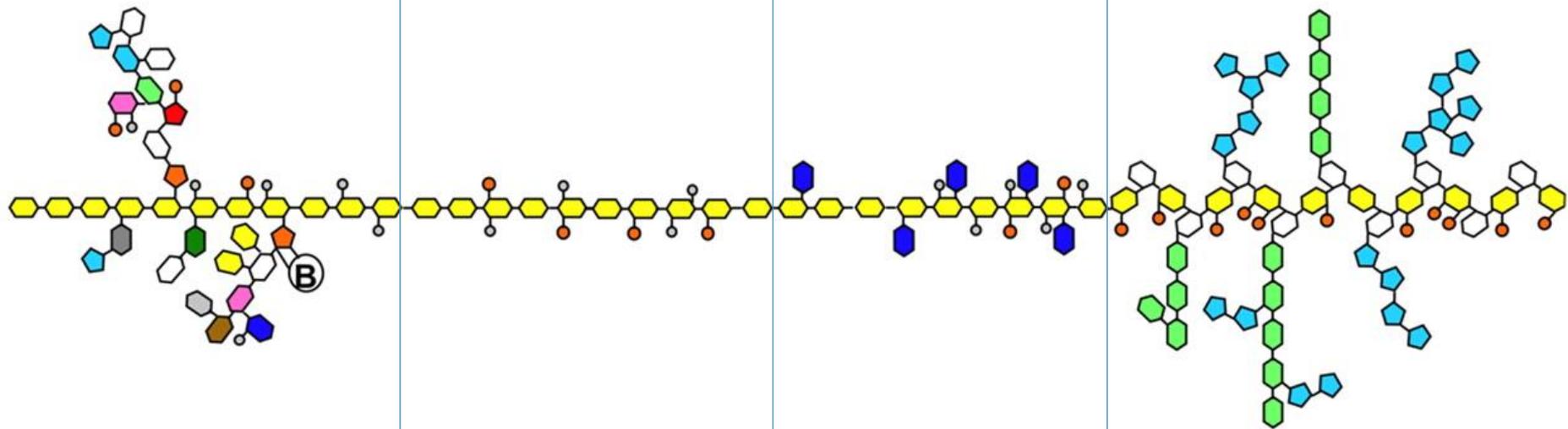


Rhamnogalacturonan II

Homogalacturonan

Xylogalacturonan

Rhamnogalacturonan I



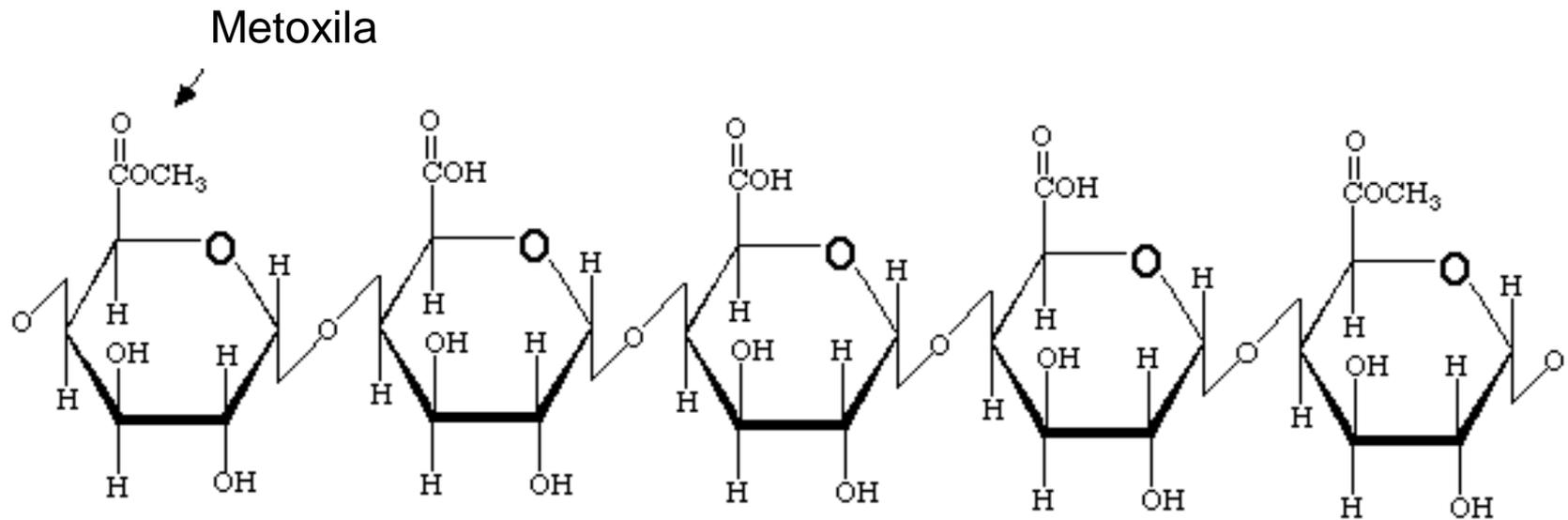
- ⬡ = D-Galacturonic acid
- ⬡ = L-Rhamnose
- ⬡ = D-Glucuronic acid
- ⬡ = Kdo

- ⬡ ⬡ = L-Arabinose
- ⬡ = D-Galactose
- ⬡ = L-Aceric acid
- ⬡ = D-Dha

- ⬡ = D-Apiose
- ⬡ = L-Fucose
- ⬡ = D-Xylose
- ⬡ = L-Galactose

- ⬢ = O-Acetyl
- ♀ = O-Methyl
- B = Borate

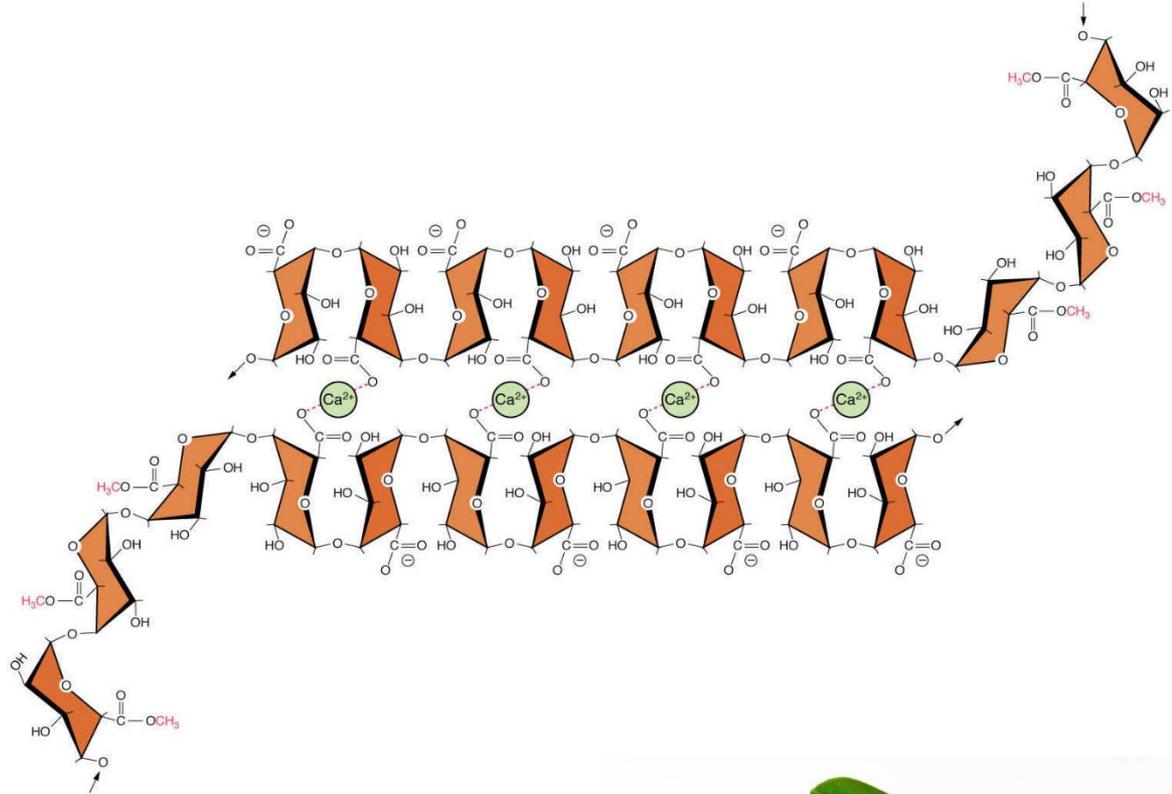
Pectinas



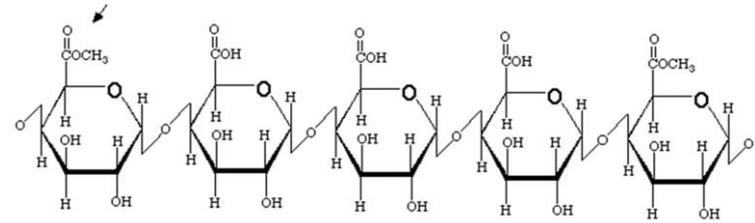
Backbone das pectinas = polímero de ácido galacturônico, também referido como ácido poligalacturônico

(A)

Pectinas



Pectinas



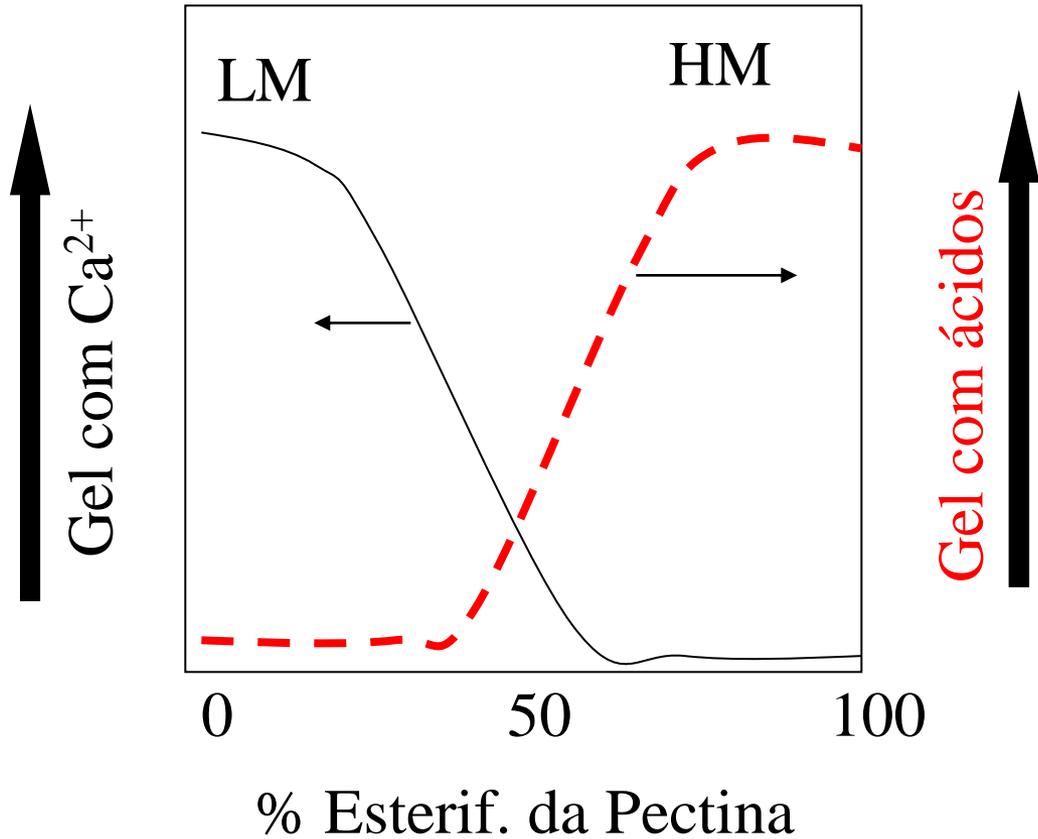
>50% esterificada – pectina de alto grau de metoxilação (HM)

<50% esterificada – pectina de baixo grau de metoxilação (LM)

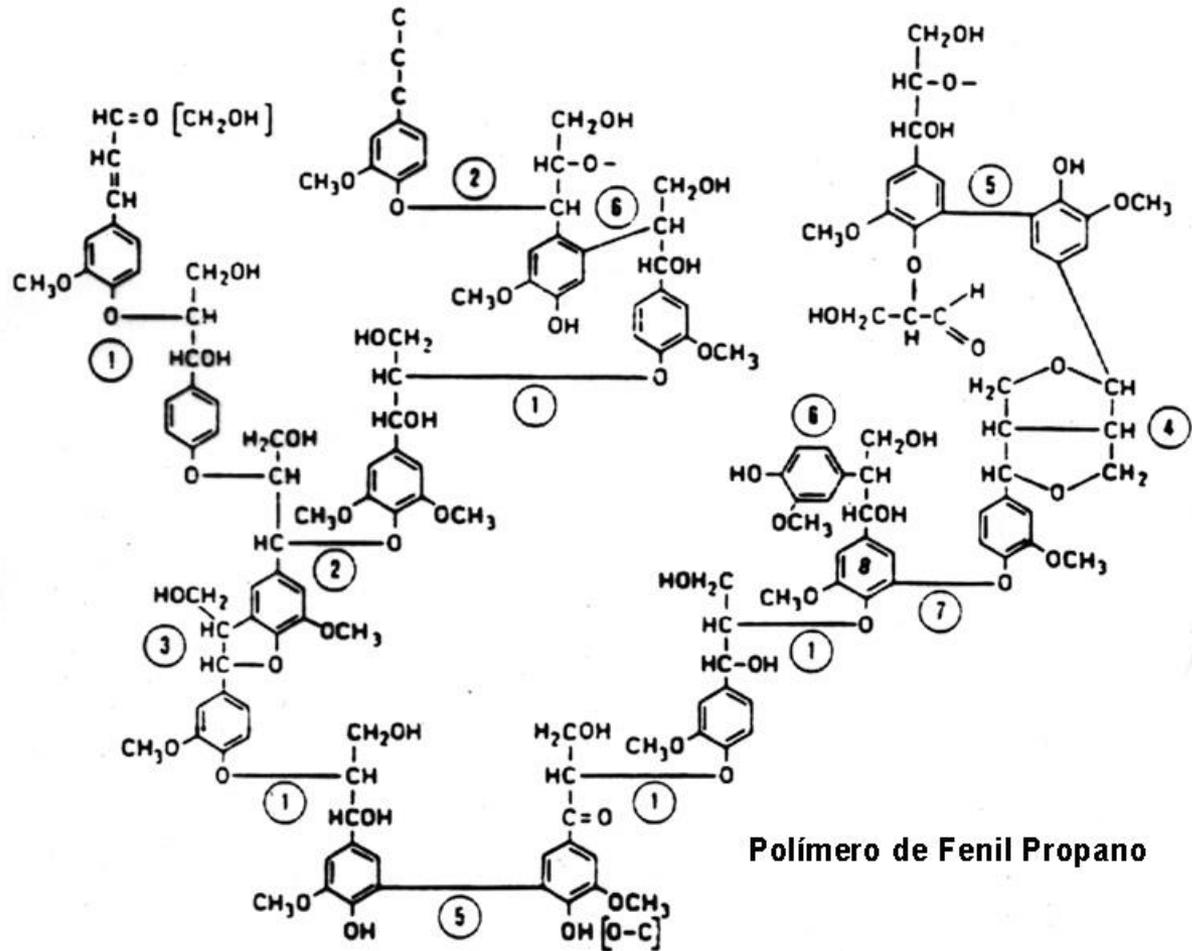
Propriedades:

- Pectina HM formará gel na presença de ácido e açúcares. Principais interações: pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas.
- Pectina LM formará gel na presença de Ca^{2+} .
Principal interação: iônica.

Pectinas alto (HM) e baixo grau (LM) de metoxilação

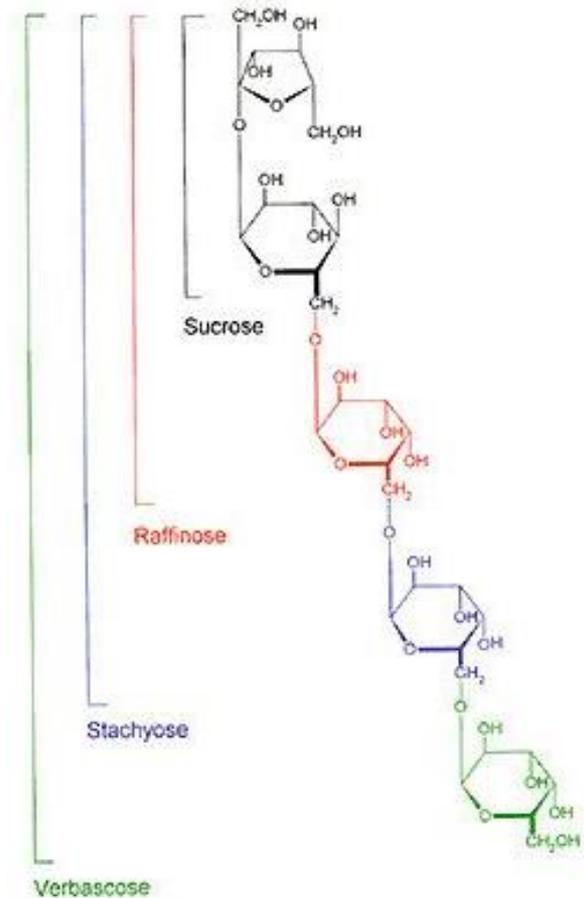


Ligninas



Outros Compostos

- Carboidratos
Ex: rafinose, estaquiose e verbascose
- Aditivos alimentares
Ex: amido modificado e metilcelulose
- Inulina e FOS
- Quitosanas
- Amido resistente

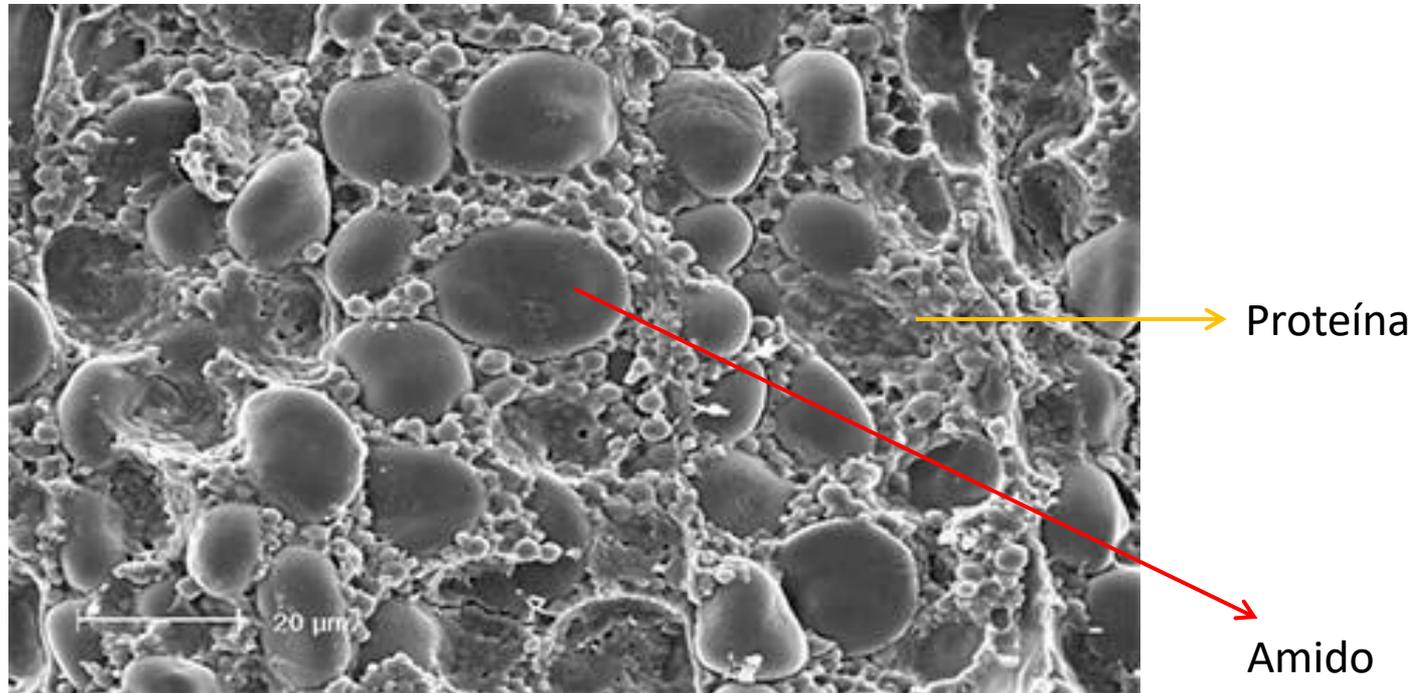


Amido Resistente

- * Embora considerado como Fração não-digerível, não é avaliado através do método enzimico-gravimétrico.
 - * Deve ser quantificado por método específico.
-
- **Tipo 1:** Fisicamente ligado à matriz dos alimentos
 - **Tipo 2:** Nativo presente nos alimentos crus
 - **Tipo 3:** Formado nos alimentos processados – Amido Retrogradado
 - **Tipo 4:** Quimicamente modificado

Amido Resistente

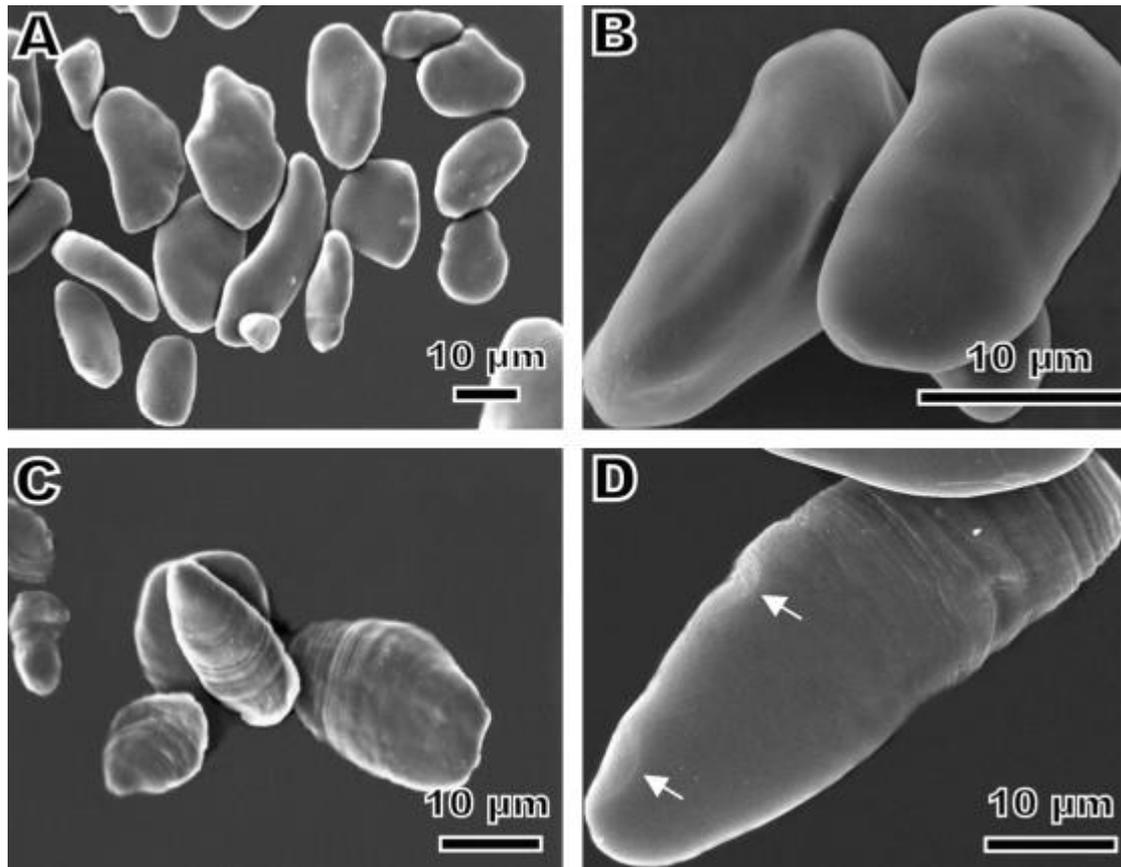
Tipo 1: Fisicamente ligado à matriz dos alimentos



Grânulos de amido de milho em uma matriz proteica

Amido Resistente

Tipo 2: Nativo presente nos alimentos crus



Amido de banana

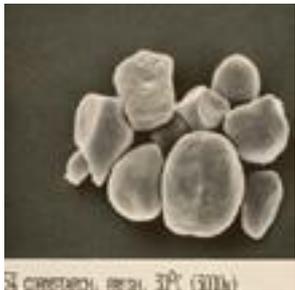
Em algumas variedades, como a banana da Terra, devido a estrutura do grânulo, o amido é naturalmente resistente a digestão enzimática.

Amido Resistente

Tipo 3: Formado nos alimentos processados – Amido Retrogradado

Amido - aquecimento

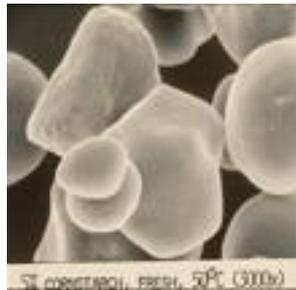
30oC



40oC



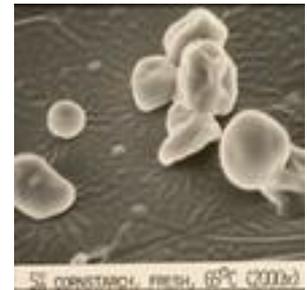
50oC



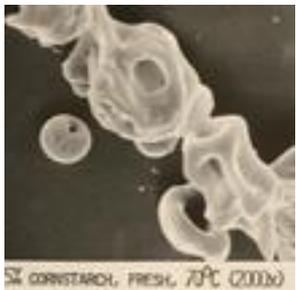
60oC



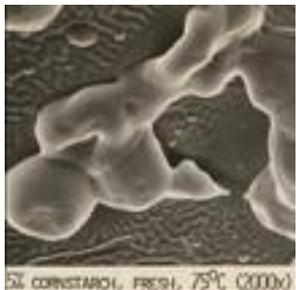
65oC



70oC



75oC



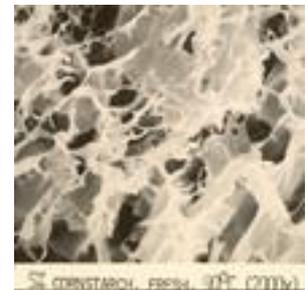
80oC



85oC

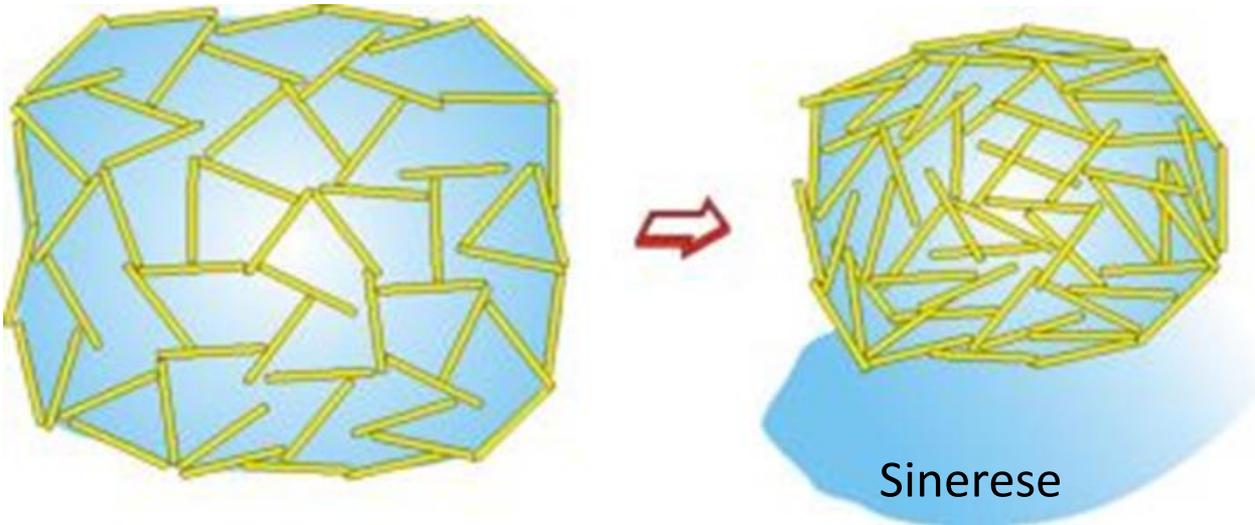


90oC



Amido Resistente

Tipo 3: Formado nos alimentos processados – Amido Retrogradado

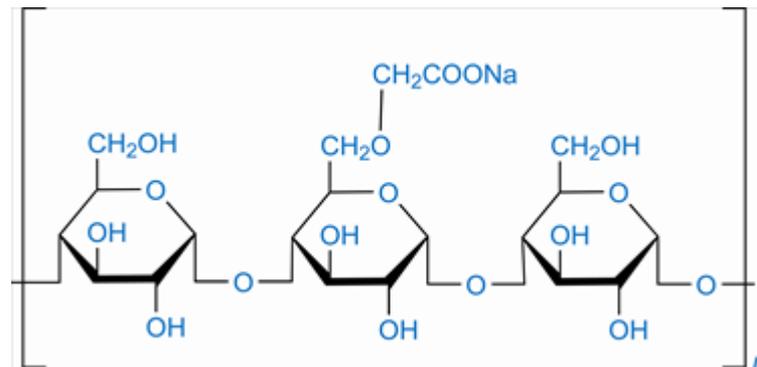


Amido Resistente

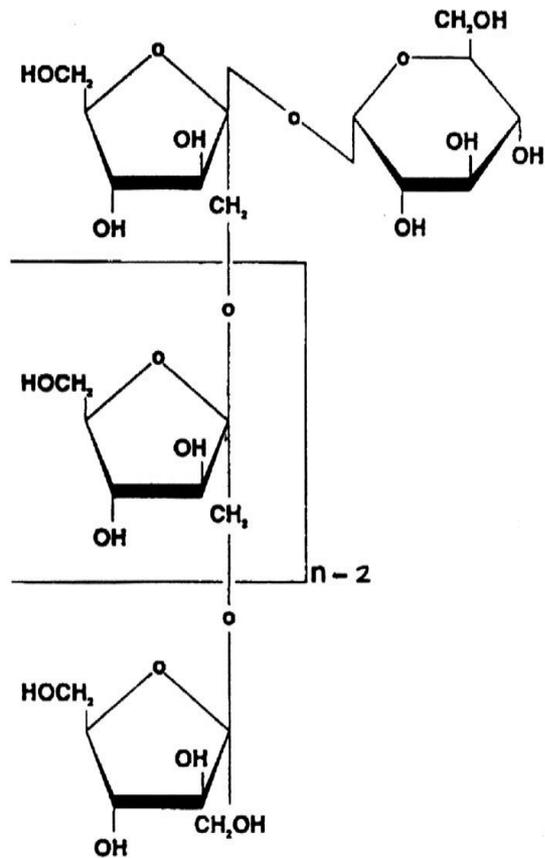
Tipo 4: Quimicamente modificado



Carboxi-metil amido (muito hidrofílico)

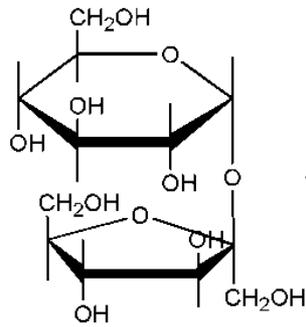


Inulina

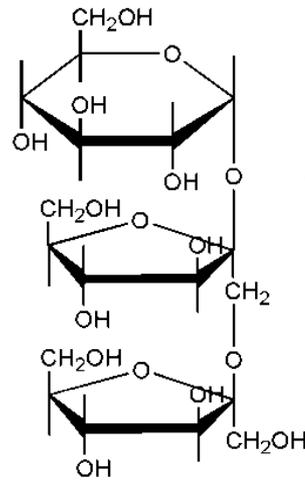


Oligossacarídeos

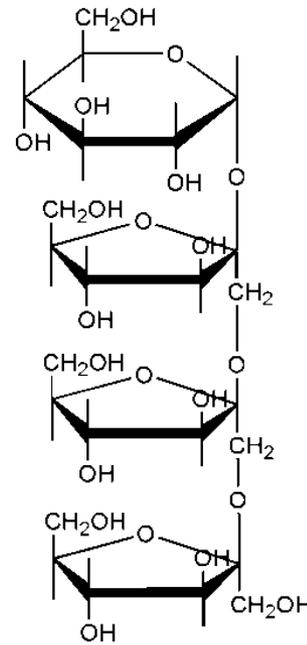
Frutoligossacarídeos (FOS)



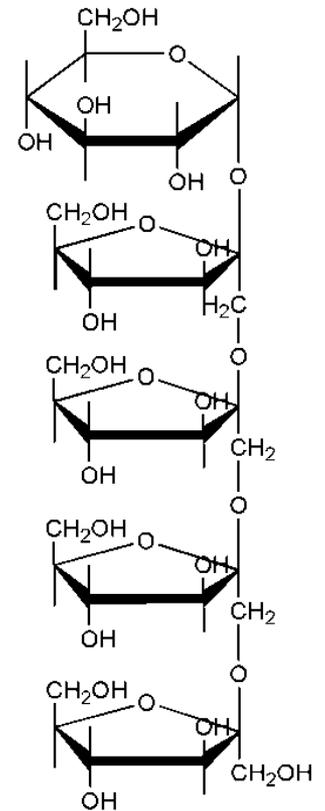
Sacarose



Cestose
(2 frutoses)



Nistose
(3 frutoses)



Fructofuranosil-nistose
(4 frutoses)

Oligossacarídeos

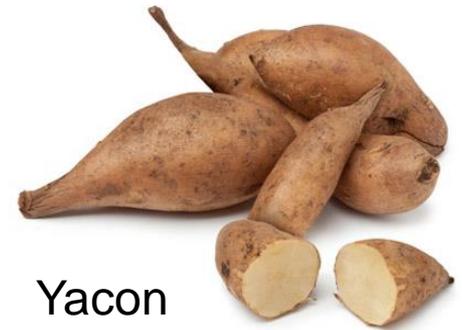
Alimentos que contém Frutoligossacarídeos (FOS)



Alho poró



Alcachofra de Jerusalém



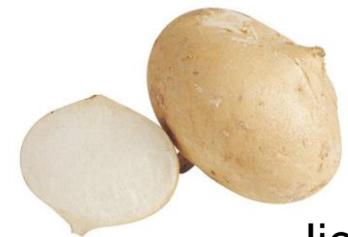
Yacon



Aspargo



Raiz de chicória



Jicama



Aveia



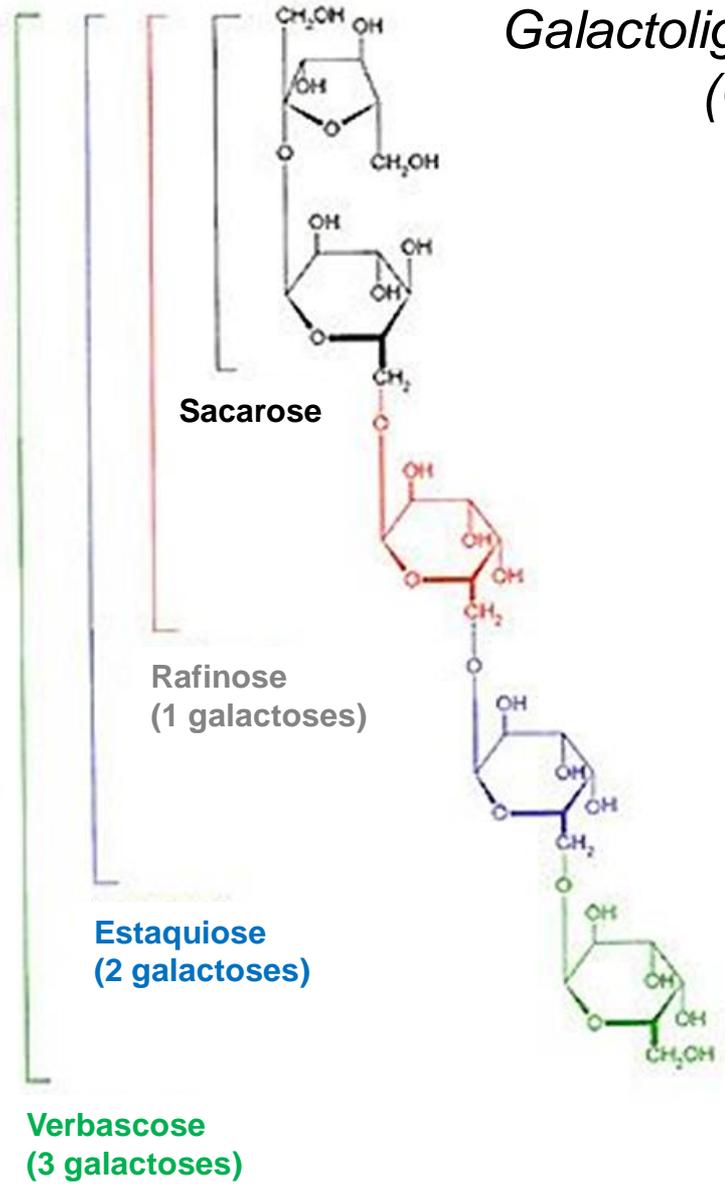
Cebola



Alho

Oligossacarídeos

Galactoligossacarídeos (GOS)



Lentilha



Grão-de-bico



Ervilhas



Favas

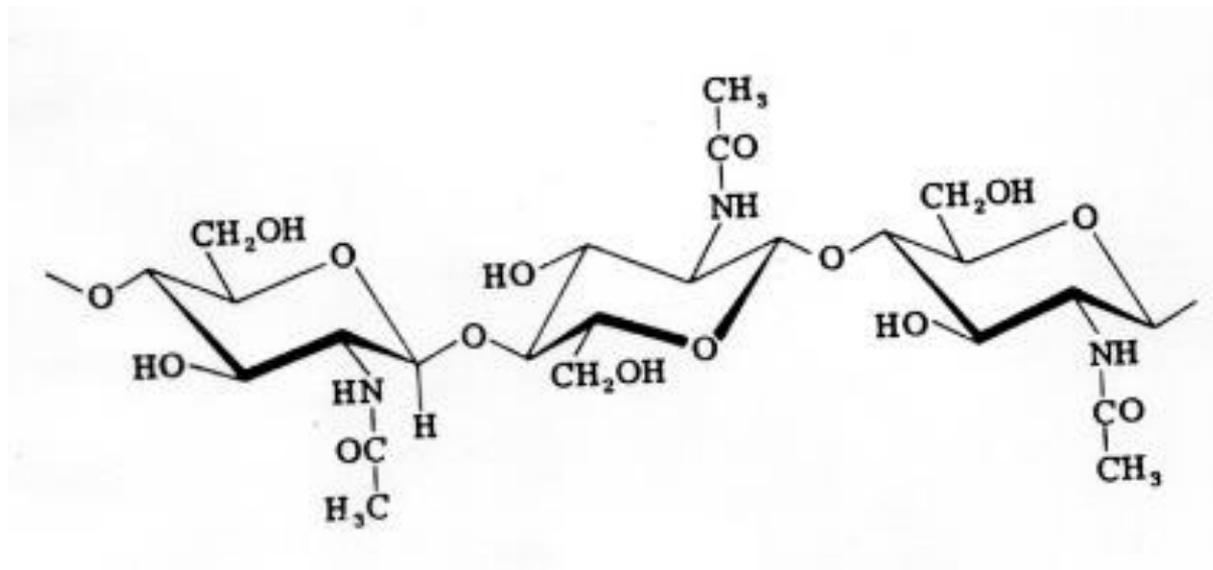


Feijões



Tremoço

Quitina



Agar



Gracilaria; Gelidium gracilaria

Alginato



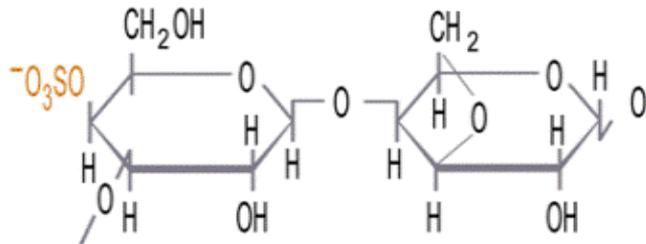
Laminaria; Phaeophycase

Carragena

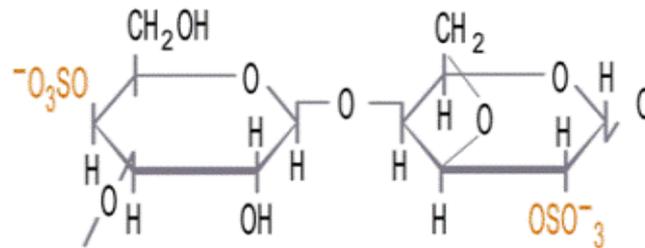


Chondrus crispus; Eucheuma

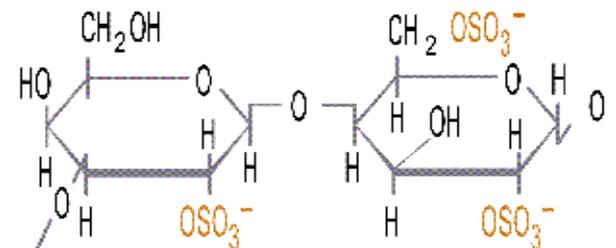
Carragena



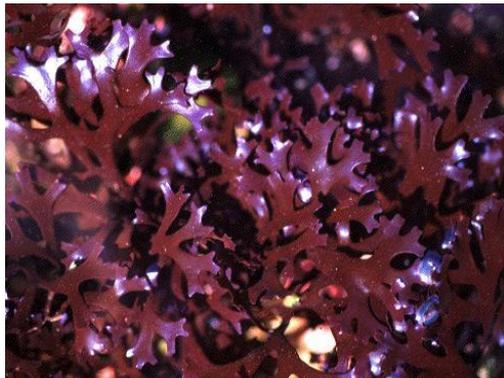
κ-carragena



ι-carragena



λ-carragena

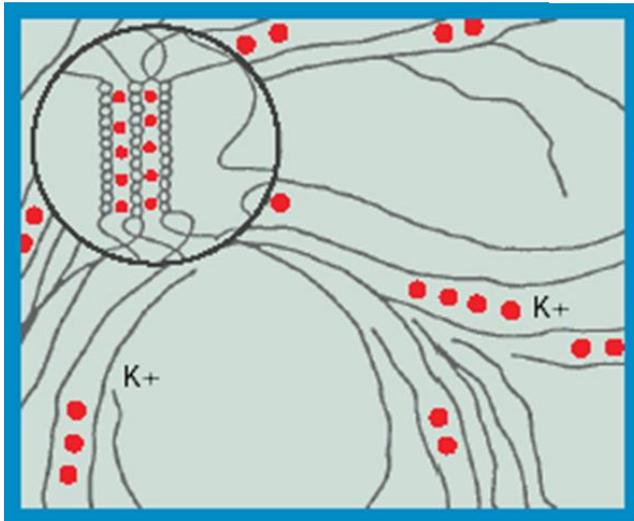
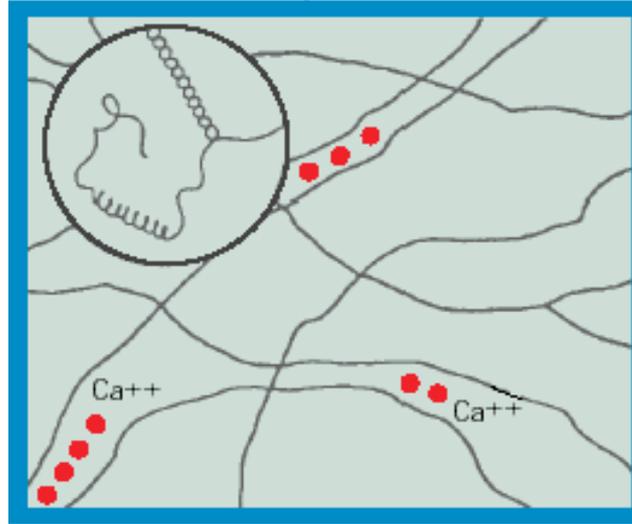


Carragena

Formação de gel é influenciada por:

- Temperatura
- Presença de sais, principalmente K^+ e Ca^{2+}

ι -carragena



κ -carragena



λ -carragena

Goma arábica



Acacia

Goma guar



Cymopsis Tetragonolobus

Goma locusta



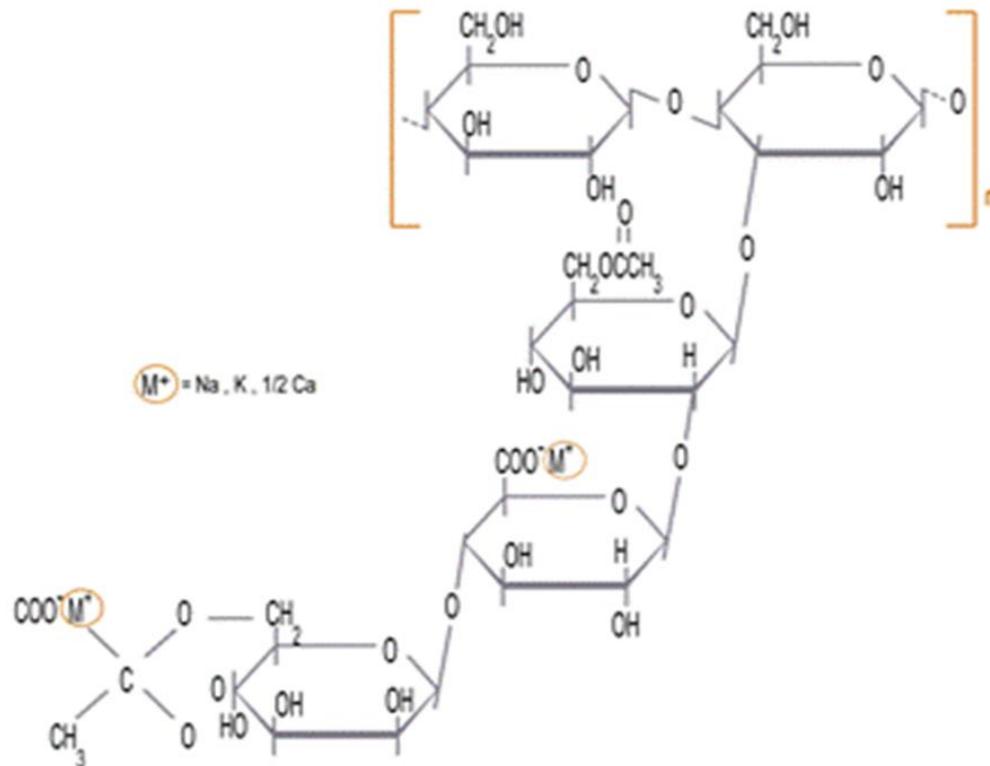
Ceratonia siliqua



Goma xantana



Xanthomonas campestris



➤ Carboidrato produzido pela bactéria *Xanthomonas campestris*

➤ Viscosidade das soluções pouco afetadas pela temperatura e pH.

➤ Excelente compatibilidade com sais

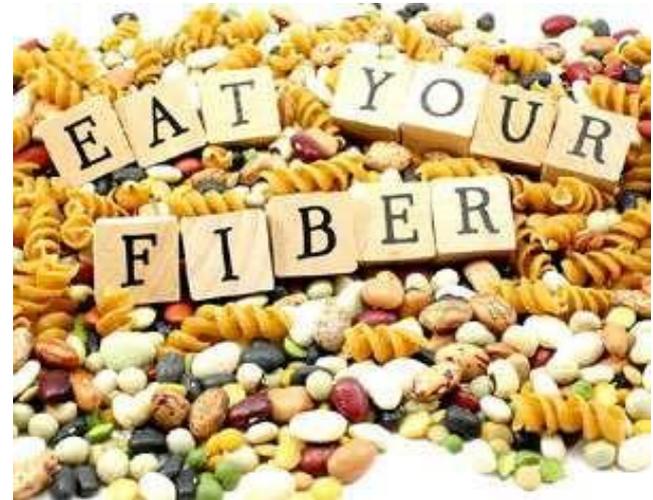
Classificação quanto a Solubilidade em Água

Insolúvel

- celulose
- hemicelulose
- pectinas
- lignina

Solúvel

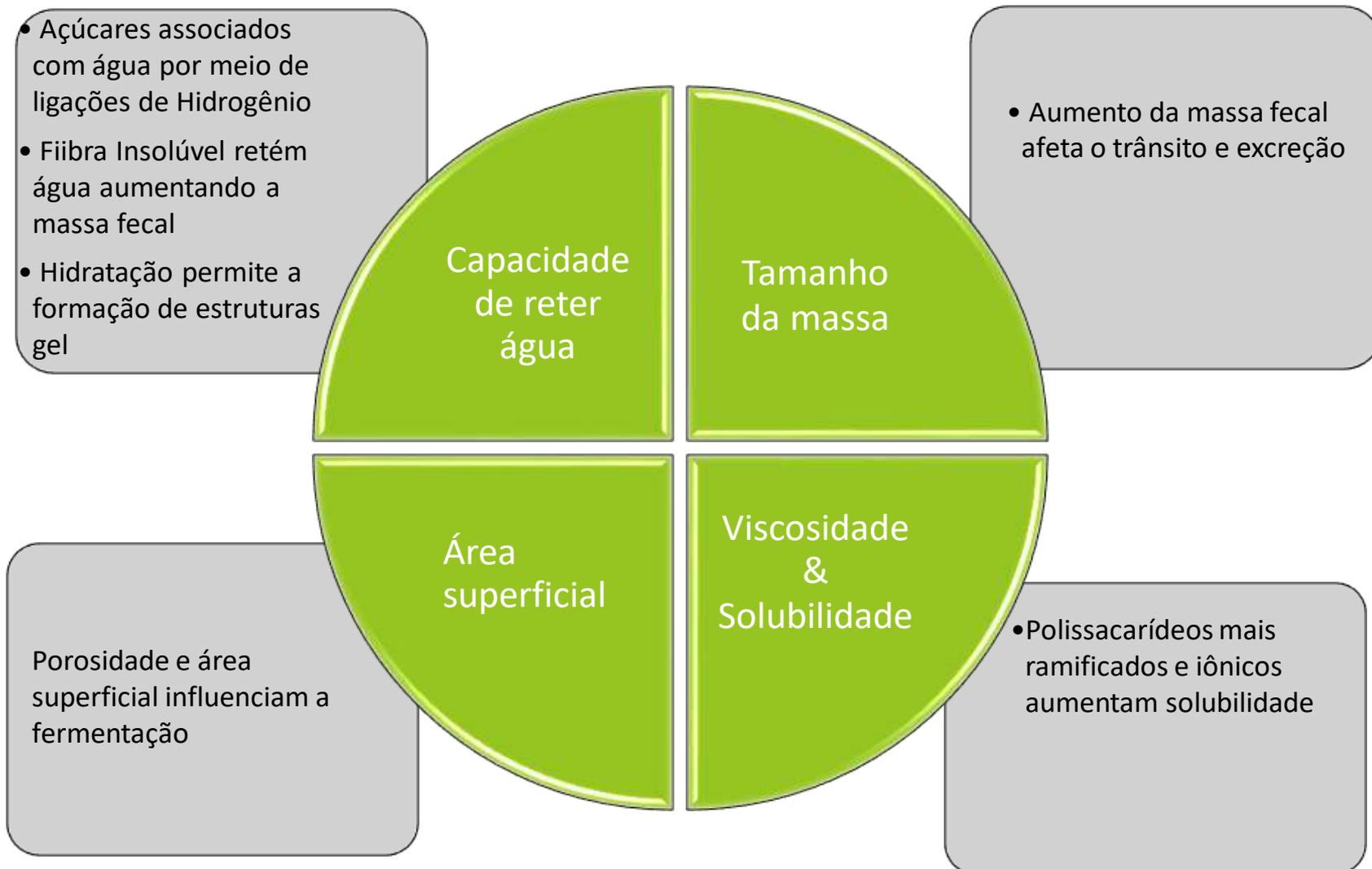
- pectinas
- β -glicanos
- gomas
- mucilagens
- exsudatos
- hemiceluloses solúveis



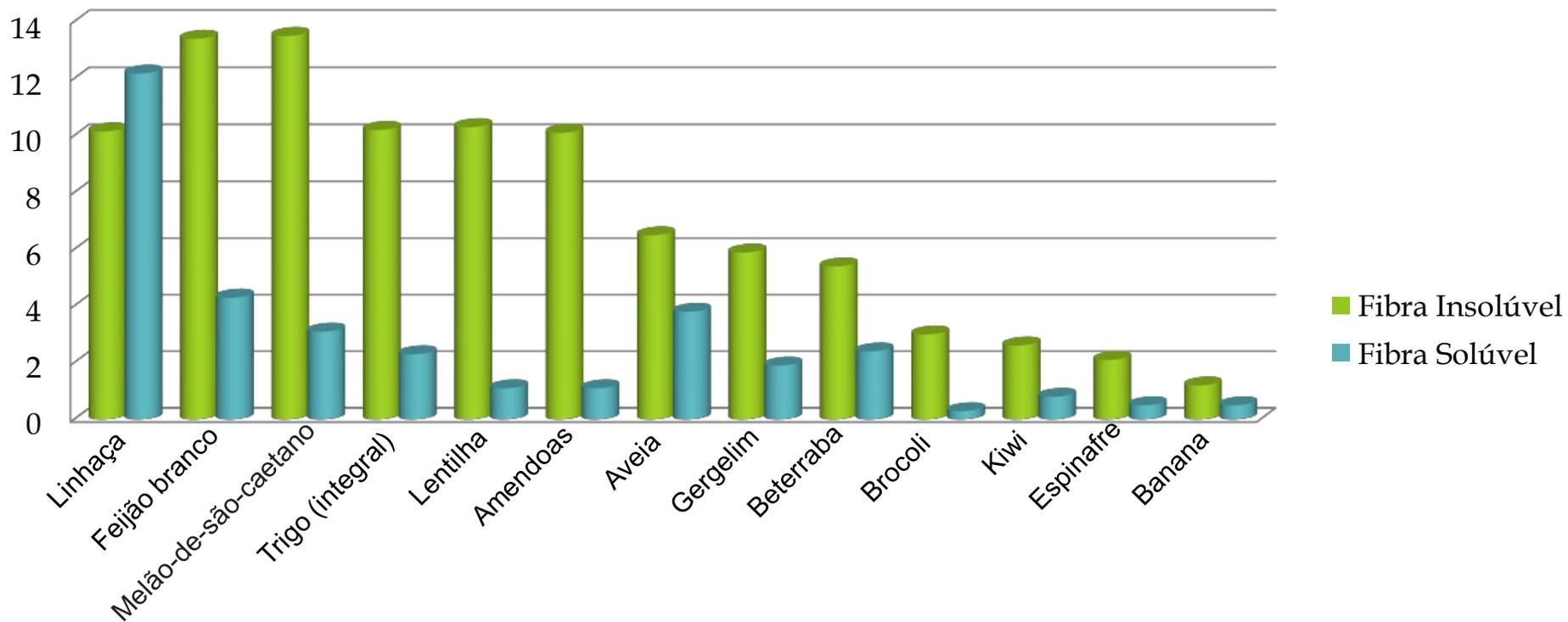
Classificação quanto a Solubilidade em Água

Característica	Comp. da fibra	Descrição	Fontes
Insolúvel em água/menos fermentável	Celulose	<ul style="list-style-type: none"> Principal componente estrutural da parede celular Insolúvel em álcali concentrado Solúvel em ácido concentrado 	Frutas, hortaliças, sementes, tubérculos, raízes, caules
	Hemicelulose	<ul style="list-style-type: none"> Polissacarídeo da parede celular Contém backbone de açúcares com ligações β-1,4 Solúvel em álcali diluído 	Cereais
	Lignina	<ul style="list-style-type: none"> Componente da parede celular (não-açúcar) Polímero complexo formado, rico em fenólicos Resiste a degradação bacteriana 	Todas as plantas, mais rico em caules comestíveis
Solúvel em água/mais fermentável	Pectina	<ul style="list-style-type: none"> Componente da parede celular primária. Ácido D-galacturônico é o principal component da estrutura Solúvel em água Formadora de gel 	Frutas, hortaliças, sementes, tubérculos, raízes, caules
	Gomas e Mucilagens	<ul style="list-style-type: none"> Secretadas em partes da planta que sofreram injúria mecânica (cortes, por ex.) Encontradas em certas sementes, algas e bactérias Uso alimentar e farmacêutico Previne a dessecação do endosperma na semente Uso na indústria de alimentos como estabilizante 	Sementes (guar, feijão locusta), extrato de algas (carragena, alginatos), bacteriana (xantana, gelana) Extratos de plantas (goma acacia, goma karaya, goma tragacante)

Propriedades físico-químicas da Fibra Alimentar



Fibra alimentar em várias fontes (g/100g)



Ingestão Recomendada de Fibra total

- *Considerando uma ingestão diárias de 2000 Kcal (14g/1000 Kcal)



	gramas/dia
FDA	25
American Dietetic Association	20-35
IDR	28*

Definições

FA → Alimentos Funcionais → interfere em uma ou mais funções do corpo → *“um alimento pode ser considerado funcional se for demonstrado de maneira satisfatória que possa agir de forma benéfica em um ou mais funções do corpo, além de se adequar à nutrição, de certo modo melhorando a saúde e o bem-estar, ou reduzindo o risco de doenças”* (Roberfroid, 2000)

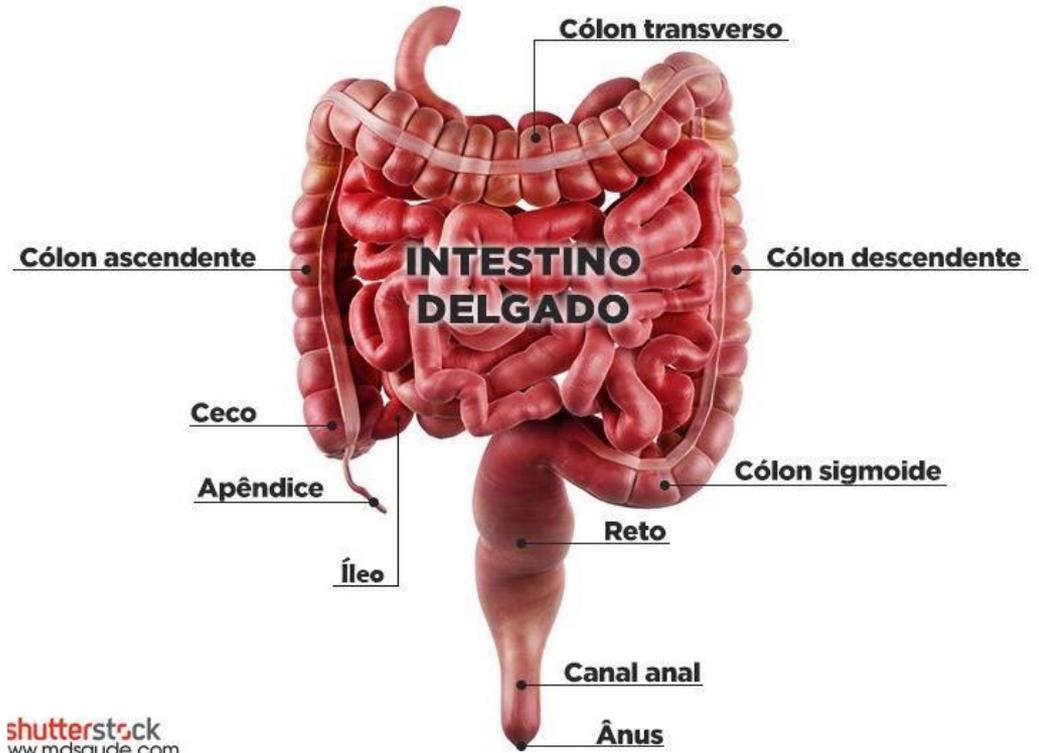


O que acontece com a fibra no sistema digestivo

- 
- Fibra alimentar é misturada com alimento parcialmente digerido no estômago

- 
- Não são hidrolisadas pela amilase pancreática
 - Fibra solúvel “aprisiona” açúcares, colesterol, gordura, diminuindo sua absorção
 - Hidratação da fibra leva a formação de gel, aumenta a viscosidade do bolo alimentar

- 
- Polissacarídeos da fibra são metabolizados por bactérias do cólon produzem ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico & butírico), H₂, CO₂ & biomassa
 - Promovem melhor atividade intestinal e ajudam no volume fecal
 - Alteram a reabsorção de bile – maior uso de colesterol para reposição de sais biliares. Resultado: diminuição de colesterol

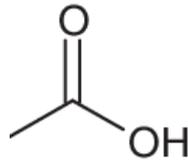


Fermentação
colônica

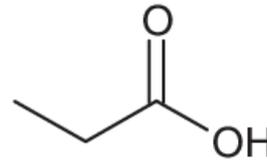
Fermentação colônica

Efeitos:

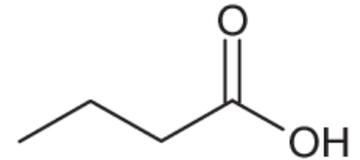
- Redução de pH
- Produção de gases
- Produção de ácidos graxos de cadeia curta



Acético



Propiônico



Butírico

Fermentação colônica

- A fermentação colônica é um processo digestivo eficiente, uma vez que o amido é quase totalmente degradado. Geralmente, mais da metade das fibras consumidas são degradadas no cólon, o resto é excretado nas fezes

Fatores que afetam a utilização de açúcares fermentáveis são:

- Solubilidade: substratos mais solúveis, sendo mais acessíveis às enzimas hidrolíticas provavelmente serão degradados rapidamente
- Motilidade digestiva e diferenças individuais na microflora também podem modular a fermentação

Fibra	Fermentabilidade (%)
Celulose	20-80
Hemicelulose	60-90
Pectina	100
Goma Guar	100
Ispaghula	55
Farelo de trigo	50
Amido resistente	100
Inulina e oligossacarídeos	100 *

*se não estiverem em excesso, caso contrário inibem atividade das enzimas bacterianas

Absorção & metabolismo dos produtos finais da fermentação

- Uma parte dos produtos de fermentação é utilizada por bactérias que produzem energia e carbono necessários para a síntese e crescimento da flora
- Outra parte é eliminada nas fezes
- A parte principal é absorvida pela mucosa colônica
- **Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC)**
- A absorção de AGCC é rápida
- AGCC estimula a proliferação de células epiteliais do colon
- AGCC não metabolizado na mucosa é oxidado no fígado

Gases

- Apenas uma fração de gases está disponível para absorção, H₂ e CH₄ são excretados como gases de respiração.
- Grande parte dos gases são consumidos no lúmen colônico pelas bactérias. Os gases não utilizados são excretados.

Efeitos Locais dos AGCCs

- Manutenção da mucosa intestinal
- Modulação do Sistema imunológico
- Contribui para reduzir a incidência de síndrome do intestino irritável, fator que pode aumentar o risco de cancer colorretal



Redução do risco de câncer

CÂNCER COLORRETAL

- A incidência de câncer colorretal foi menor nas pessoas que ingeriram fibras alta quantidade
- Mesmo que o efeito protetor do consumo de fibra na ocorrência de câncer colorretal ainda seja questionável, foi demonstrado que a suplementação com Psyllium resultou em uma diminuição significativa



*Psyllium, nome dado a fibra extraída de sementes de *Plantago ovata**

Nomes comerciais: Metamucil, Fybogel, Konsyl e Lunelax



Plantago ovata



Efeitos Sistêmicos dos AGCCs

- Correlação inversa entre consumo de fibra e doença pulmonar obstrutiva crônica
- Estudos em animais indicam relação entre melhora frente a doenças alérgicas das vias pulmonares e o consumo de fibra (principal AGCC envolvido: propionato)
- Obesidade
- Diabetes



Redução do risco de câncer

- **CÂNCER DE MAMA**
- Verificou-se que as mulheres que tiveram maior consumo de fibras apresentaram risco de câncer de mama 40% inferior às mulheres com baixa ingestão (abaixo do recomendado diariamente)
- Os resultados de pequenos ensaios de intervenção a curto prazo em mulheres em pré-menopausa e pós-menopausa sugerem que dietas com baixo teor de gordura (10% -25% de energia) e alta fibra (25-40 g / dia) podem diminuir os níveis circulantes de estrogênio.
 - Associação com redução de colesterol?



Interação fibra-fármaco

Tipo de fármaco	Resultados
Fármacos que atuam no Sistema nervoso	<ul style="list-style-type: none">• Lítio ingerido com psyllium diminui os níveis sanguíneos do fármaco. Outras fibras também reduzem a absorção de lítio• Dietas ricas em fibra levam a decréscimo do níveis séricos de antidepressivos. Consumo de suplementos de farelo de trigo como suplemento com levodopa (usada no tratamento de Parkinson), aumentou os níveis séricos do fármaco.
Fármacos que atuam em dislipidemias	<ul style="list-style-type: none">• Gemfibrozil administrado com goma guar resultou no em aumento do efeito redutor de lipídios. Redução no colesterol total e LDL foi maior.• Em hamster alimentados com dieta rica em colesterol, tiveram maior redução no níveis de LDL nos que receberam Colestiramina com Psyllium do que hamster que receberam o fármaco isoladamente.• Pectina reduz a absorção intestinal de Lovastatina, fármaco redutor de colesterol, diminuindo a eficácia do tratamento.
Agentes hipoglicemiantes	<ul style="list-style-type: none">• Glucomanano pode influenciar a absorção intestinal de Glibenclamida, diminuindo a biodisponibilidade do fármaco
Fármacos que atuam no Sistema cardiovascular	<ul style="list-style-type: none">• Adição de farelo de trigo diminui os níveis plasmáticos de digoxina
Antibióticos	<ul style="list-style-type: none">• Rifamixina diminui a ação bacteriana sobre a fibra alimentar

Interação fibra-nutriente

O aumento da ingestão de fibras alimentares diminui a absorção / biodisponibilidade de vários minerais

Mineral/Fator de ligação	Mecanismo
Oxalato	O oxalato e a fibra alimentam se ligam ao mineral para formar o complexo fibra-mineral-oxalato que é menos facilmente quebrado durante a digestão, diminuindo assim a biodisponibilidade do mineral
Taninos	Liga Fe formando tanatos de ferro insolúveis que levam a menor absorção de ferro-heme
Ferro	Taninos e fitatos presentes em certos alimentos prejudicam a absorção de Fe. Tanto a absorção de Fe-heme como Fe-não-heme é prejudicada devido à propriedade quelante de fitatos
Zinco	Centeio, cevada, aveia, triticales, são ricas fontes de fitatos e dificultam a absorção de Zn.
Cálcio & Cobre	Fitatos constituintes do farelo de trigo
Cromo	Cr não é quelado por fitatos. Não há diminuição de absorção

Efeitos adversos

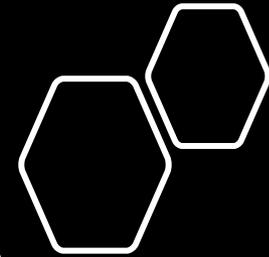
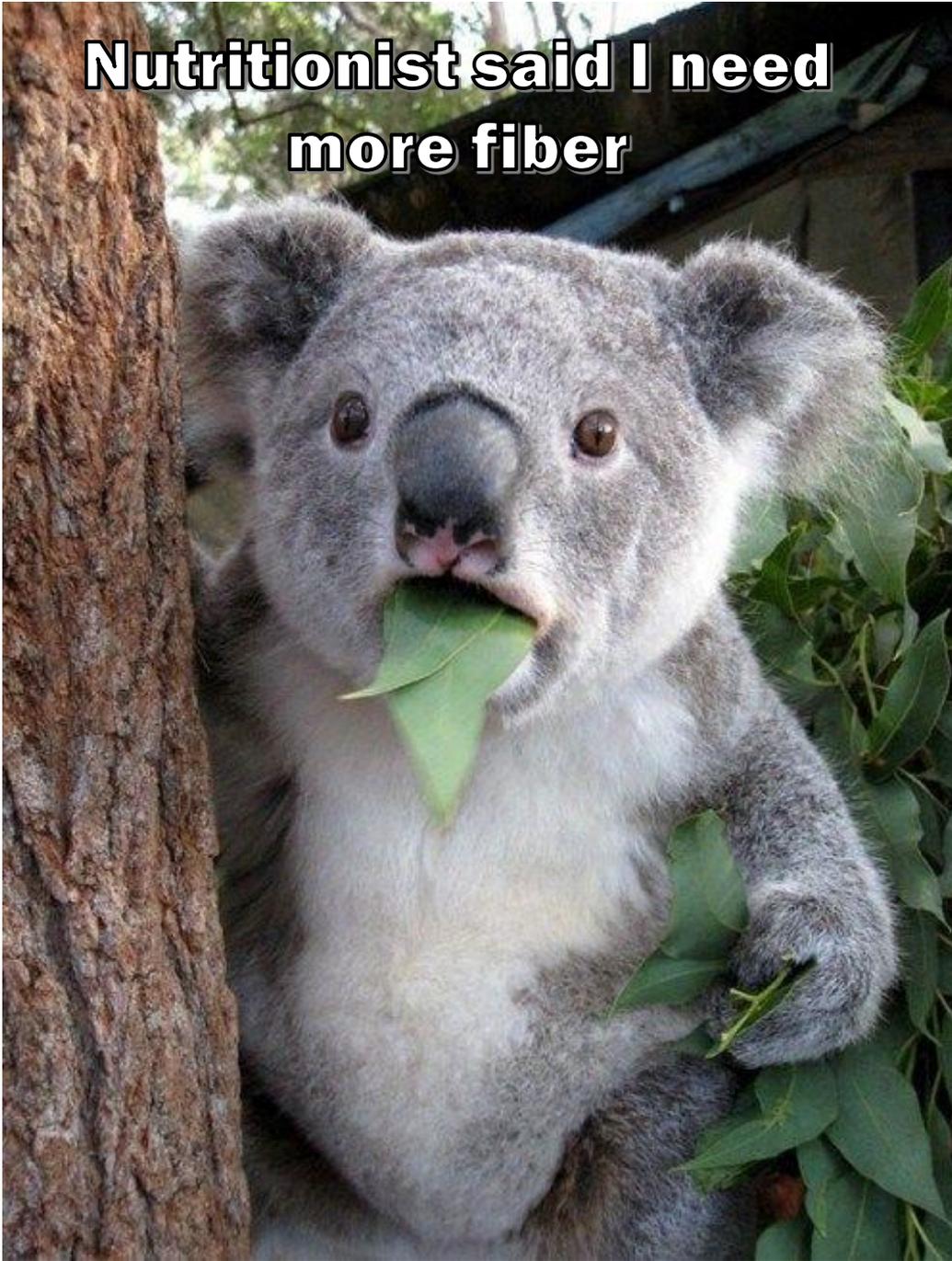
Fibra Alimentar (FA)

Algumas pessoas experimentam cólicas abdominais, inchaço ou flatulência ao aumentar abruptamente a ingestão de FA. Estes podem ser minimizados aumentando a ingestão de FA gradualmente e aumentando a ingestão de fluido para ao menos 2 litros / dia

Fibra isoladas e suplementos

- **Sintomas gastrointestinais:** O uso de goma guar, inulina, FOS, RS e psyllium pode causar dificuldade gastrointestinal. Suplementos de goma guar para perda de peso tem sido associado a obstrução esofágica e do intestino delgado
- **Adenomas Colorretais:** A suplementação com 3.5g / dia de psyllium por longo tempo (3 anos) pode resultar em significantes aumento de adenomas colorretais
- **Alergia e anafilaxia:** pessoas com alergias de marisco devem evitar suplementos com quitina / quitosana. Já foi indentificada alergia a inulina. Pessoas devem evitar alimentos contendo tal composto, sob risco de anafilaxia.

**Nutritionist said I need
more fiber**



Obrigado!!