

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

UFPR - DETF

Prof. Umberto Klock

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

Componentes químicos elementares

- Em relação a composição química elementar da madeira, pode-se afirmar que não há diferenças consideráveis, levando-se em conta as madeiras de diversas espécies.
- Os principais elementos existentes são :
- **Carbono (C),**
- **Hidrogênio (H),**
- **Oxigênio (O) e**
- **Nitrogênio (N),** este em pequenas quantidades.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

- A análise da composição química elementar da madeira de diversas espécies, coníferas e folhosas, demonstram a seguinte composição percentual, em relação ao peso seco da madeira

• Elemento	Porcentagem
• C	49 – 50%
• H	6%
• O	44 – 45%
• N	0,1 – 1%

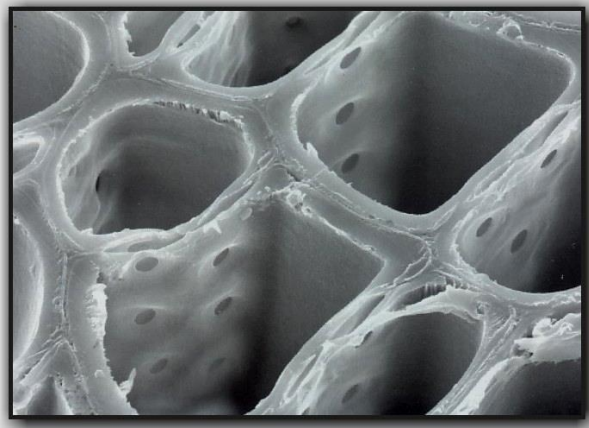
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

- Além destes elementos encontram-se pequenas quantidades de:
 - **Cálcio (Ca),**
 - **Potássio (K),**
 - **Magnésio (Mg)**
- e outros, constituindo as substâncias minerais existentes na madeira.

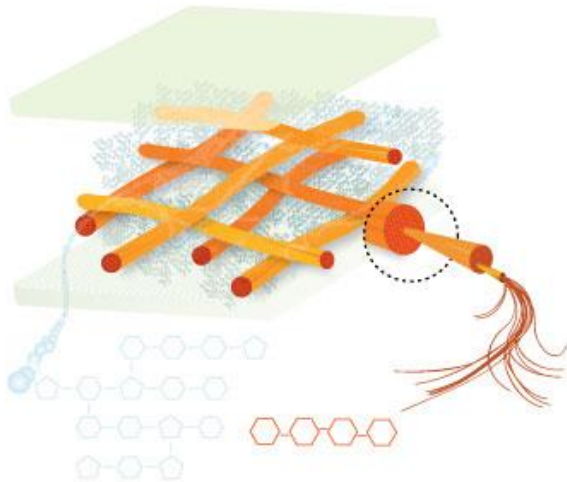
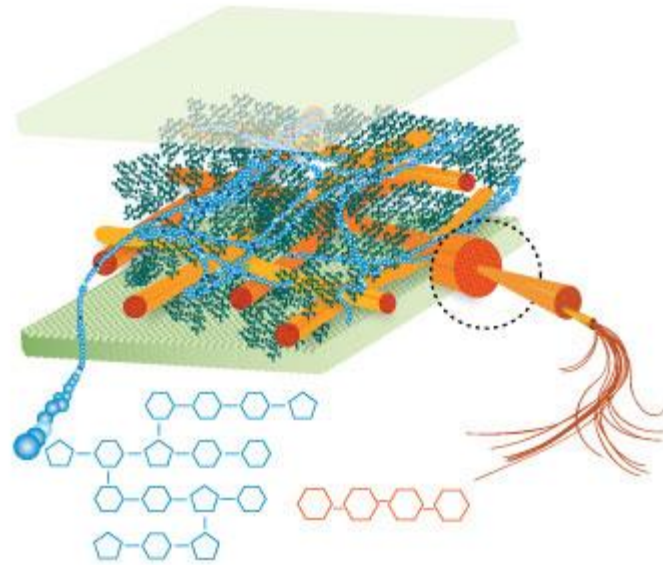
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

Substâncias macromoleculares

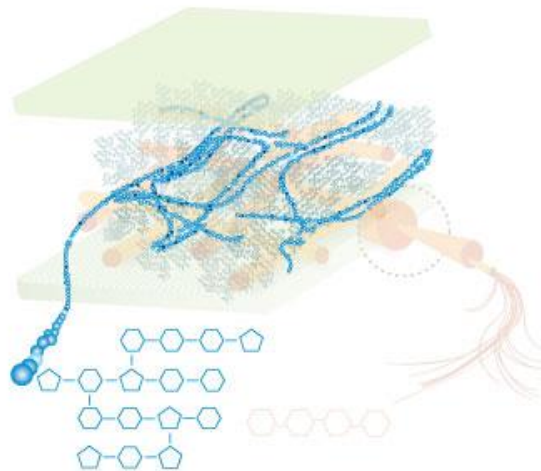
- Do ponto de vista da análise dos componentes da madeira, uma distinção precisa ser feita entre os principais componentes macromoleculares constituintes da parede celular:
- **Celulose**
- **Polioses (hemiceluloses), e**
- **Lignina**
- que estão presentes em todas as madeiras,



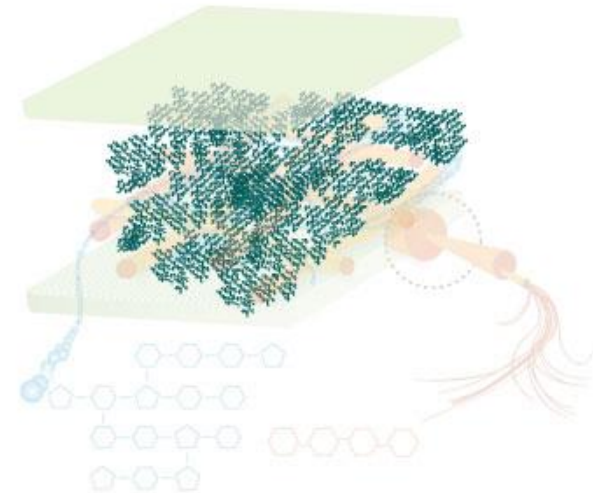
Parede celular



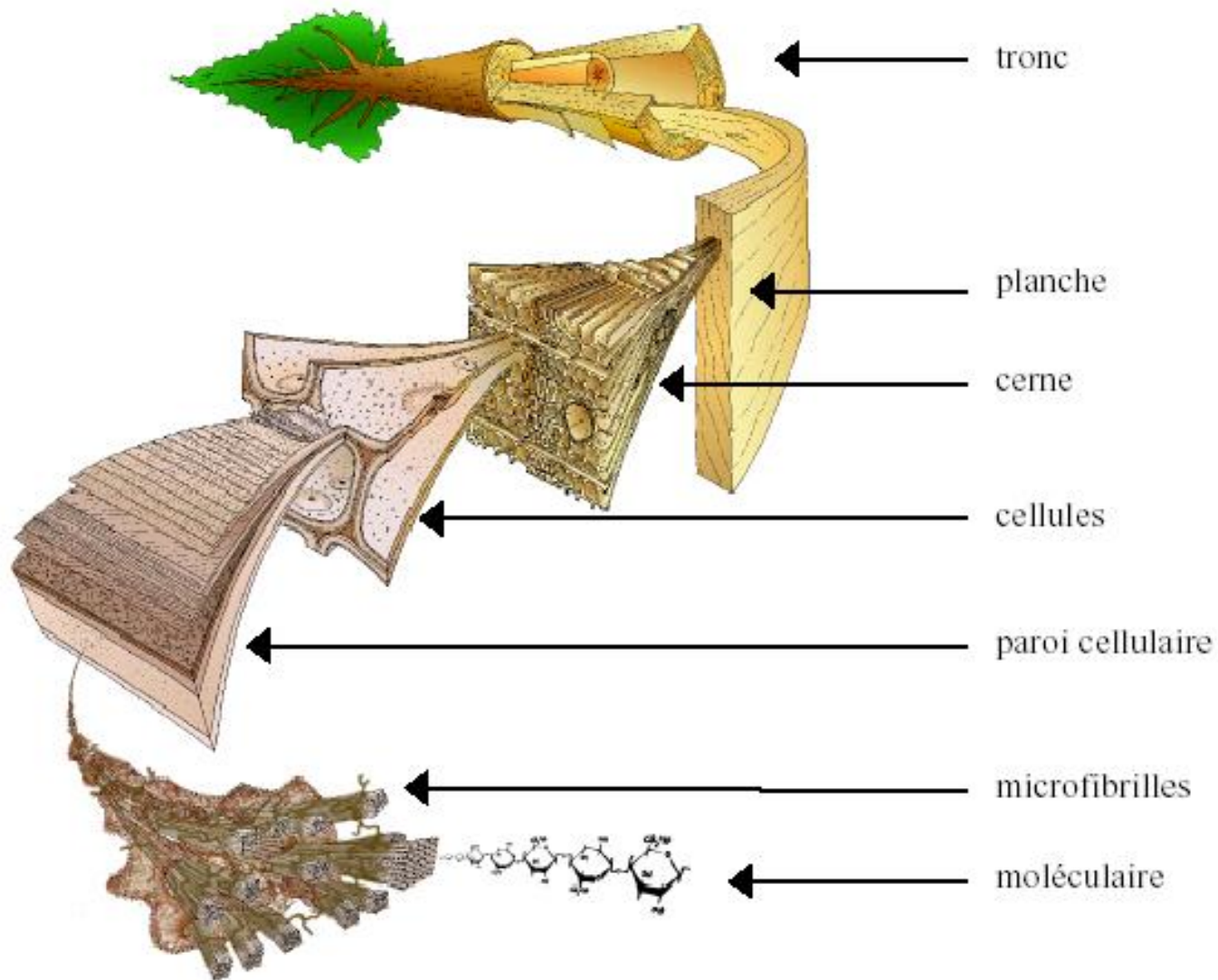
Celulose



Polioses

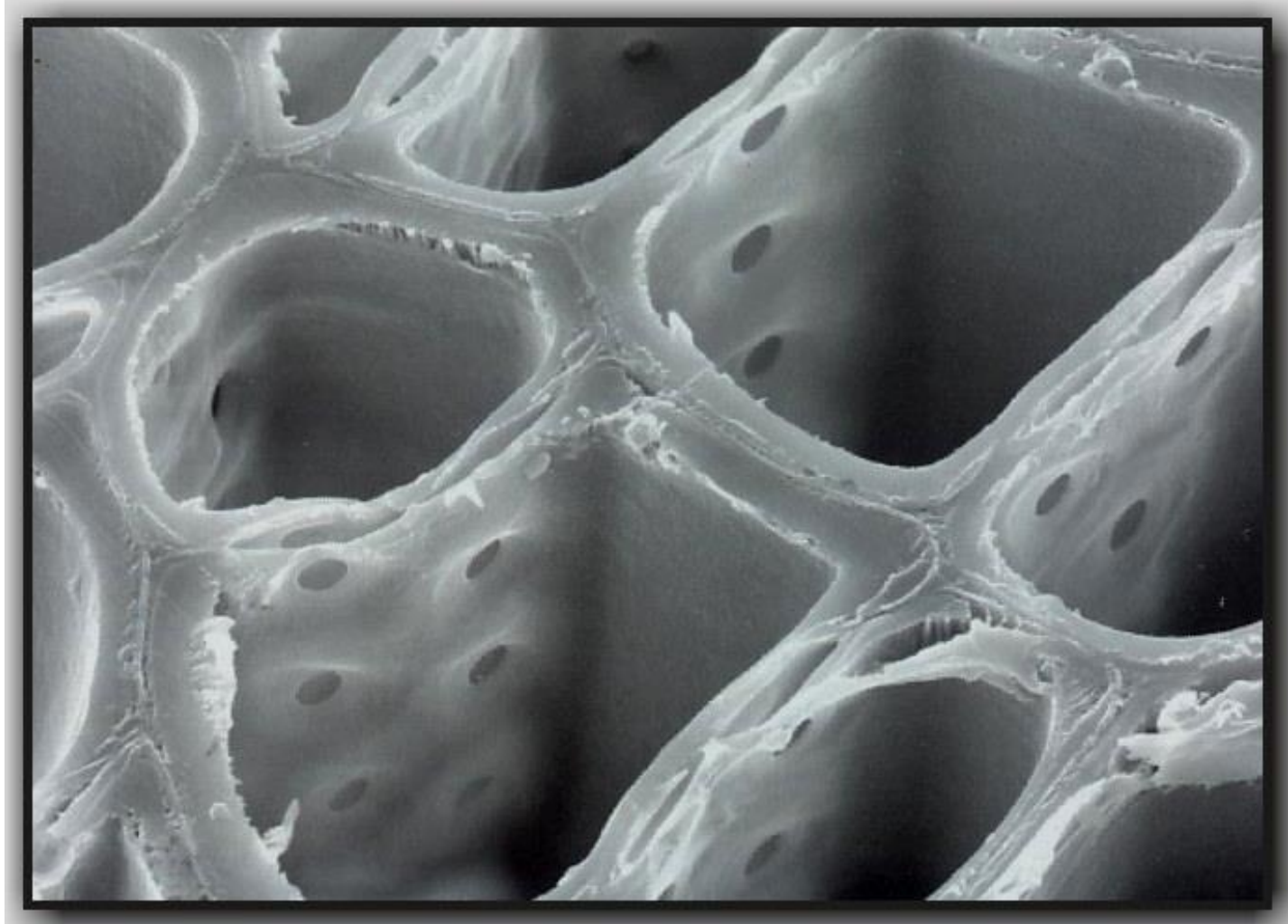


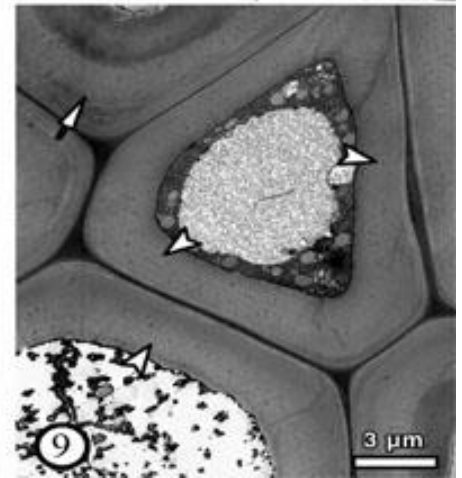
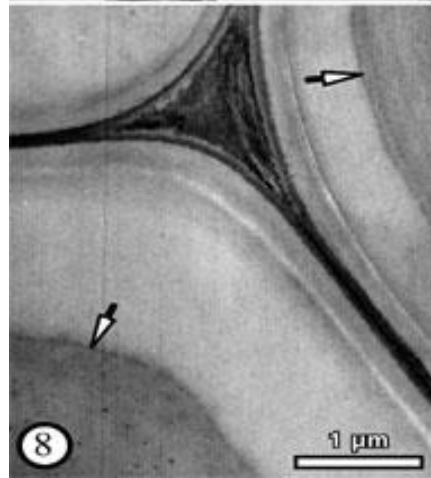
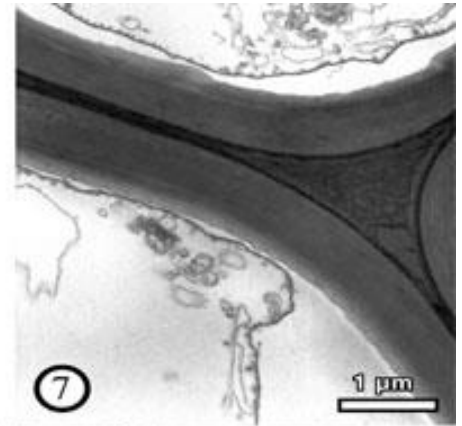
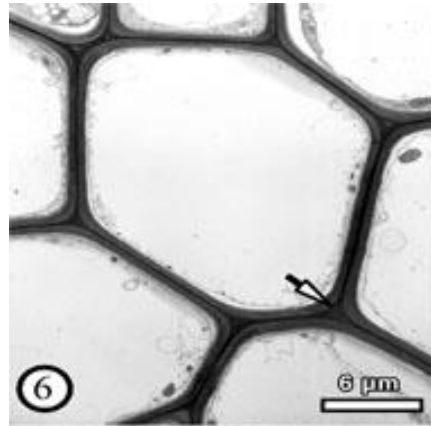
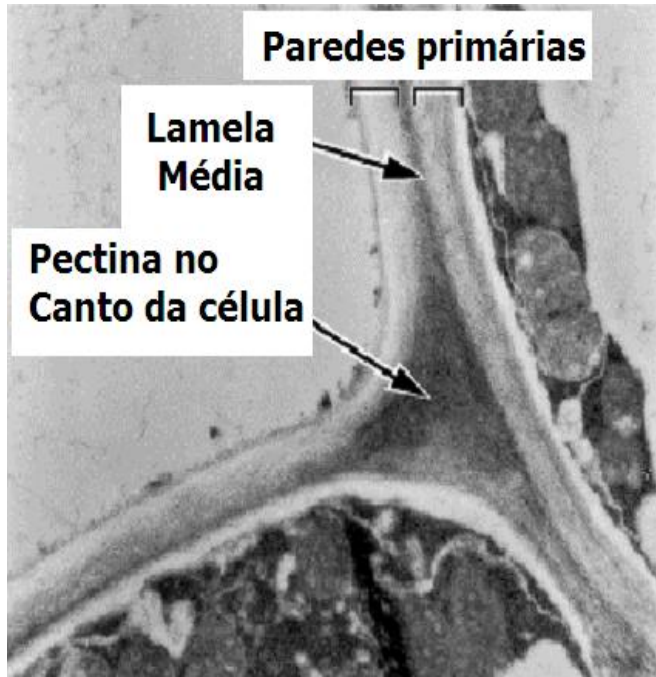
Lignina



Différentes échelles d'observation du matériau bois (d'après [Harrington, 1999]).

Parede celular - madeira





COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

- e os componentes minoritários,
 - de baixo peso molecular:
 - **Materiais acidentais, extrativos e substâncias minerais,**
 - Estes são geralmente mais relacionados a madeira de certas espécies,
 - No tipo e quantidade.
-
- As proporções e composição química da lignina e polioses diferem em coníferas e folhosas, enquanto que a celulose é um componente uniforme da madeira.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

Composição Média de Madeiras de Coníferas e Folhosas

Constituinte	Coníferas	Folhosas
Celulose	42 ± 2%	45 ± 2%
Polioses	27 ± 2%	30 ± 5%
Lignina	28 ± 2%	20 ± 4%
Extrativos	5 ± 3%	3 ± 2%

Obs: lembrar da grande variabilidade, especialmente em madeiras tropicais

Exemplos de Madeira de Folhosas

Componente	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalyptus urograndis	<i>Eucalyptus grandis</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Acacia mangium</i>
Celulose (%)	52,2	51,4	50,2	42,4	50,7
Mananas(%)	2,4	1,4	1,4	4,2	2,0
Xilanas(%)	21,6	17,4	19,6	29,7	15,2
Hemicel. (%)	24,0	18,8	21,0	33,9	17,2
Lignina(%)	22,1	27,9	26,7	21,5	27,6
Extrativos(%)	1,7	1,9	2,1	2,2	4,5

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

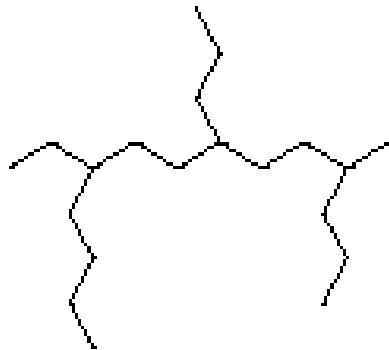
- Em madeiras oriundas de **zonas temperadas**:
- as porções dos constituintes de grande peso molecular da parede celular:
- somam cerca de **97~99%** do material madeira.
- Para **madeiras tropicais** este valor pode decrescer para um valor médio de **90%**.
- A madeira é constituída de cerca de **65 a 75 %** de polissacarídeos.

Lembrete - Polímeros !

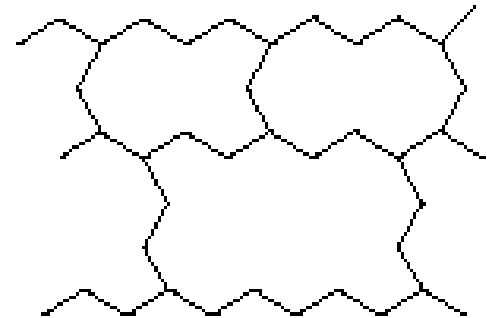
- Um **polímero** (macromolécula) é constituído por um encadeamento de numerosas unidades moleculares chamadas **meros** (**partes** do grego):



Linear



Ramificado



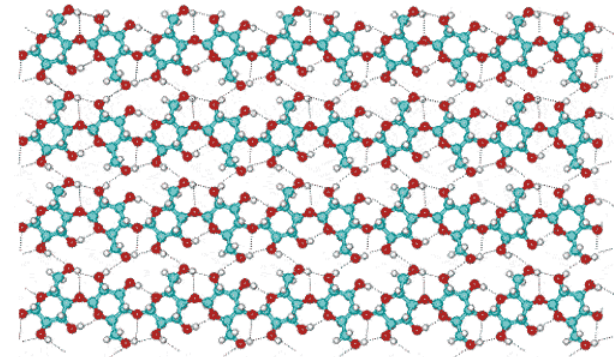
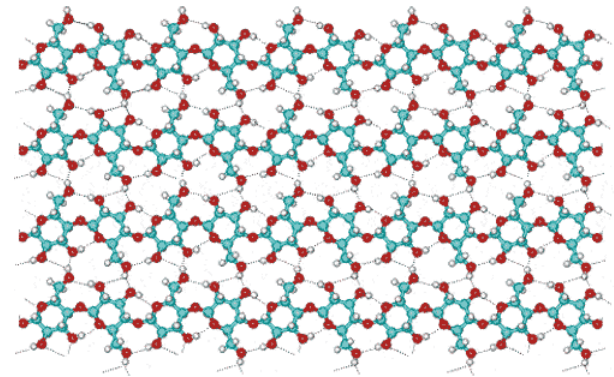
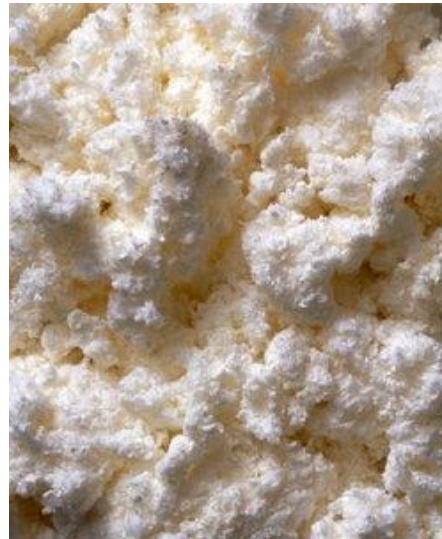
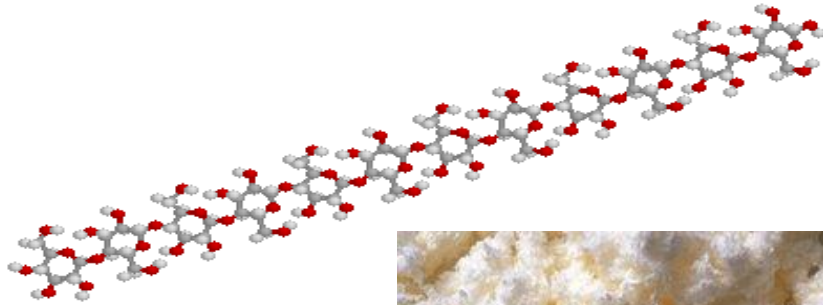
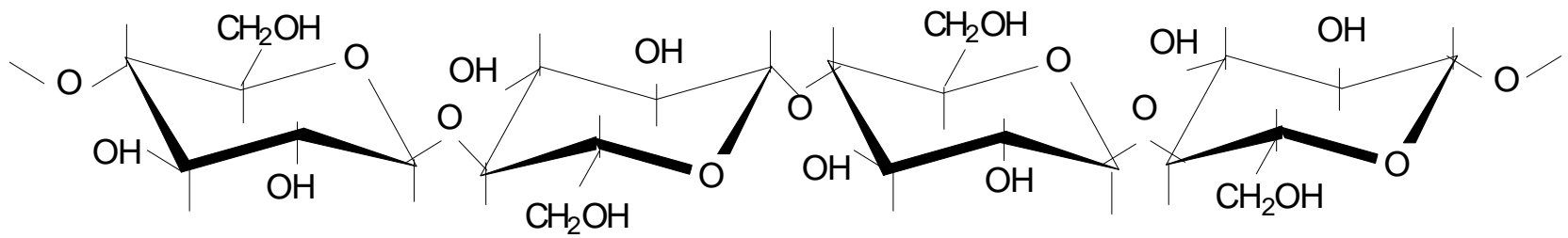
Reticulado

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

Celulose

- É o componente majoritário, perfazendo aproximadamente a metade das madeiras tanto de coníferas, como de folhosas.
- Pode ser brevemente caracterizada como um polímero linear de alto peso molecular, constituído **exclusivamente de β -D-glucose**.
- Devido a suas propriedades químicas e físicas, bem como à sua estrutura supra molecular, preenche sua função como o **principal componente** da parede celular dos vegetais.

exemplo

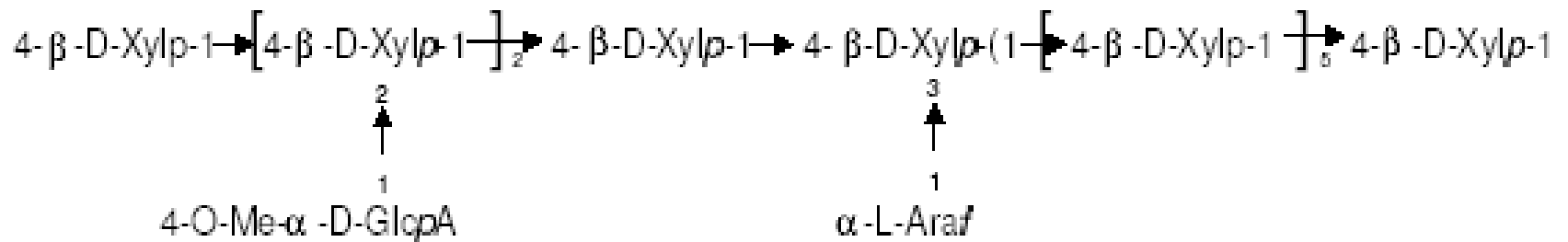
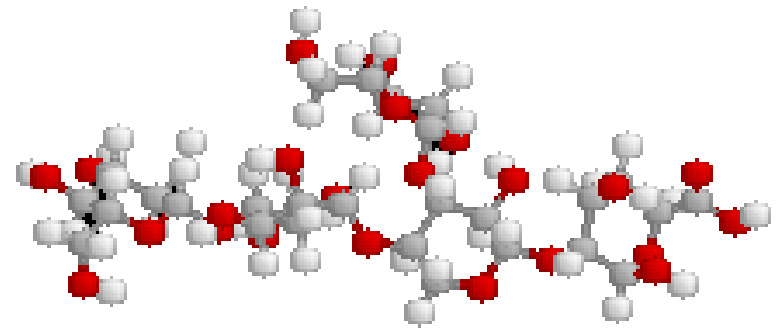


COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

Polioses (hemiceluloses)

- Estão em estreita associação com a celulose na parede celular.
- **Cinco açúcares neutros, as hexoses : glucoses, manose e galactose; e as pentoses : xilose e arabinose,**
- são os principais constituintes das polioses.
- Algumas polioses contém adicionalmente ácidos urônicos.
- As cadeias moleculares são muito mais curtas que a de celulose,
- podendo existir grupos laterais e ramificações em alguns casos.
- As folhosas, de maneira geral, contém maior teor de polioses que as coníferas, e a composição é diferenciada.

exemplo



Glucouronoxilose (arabinose)

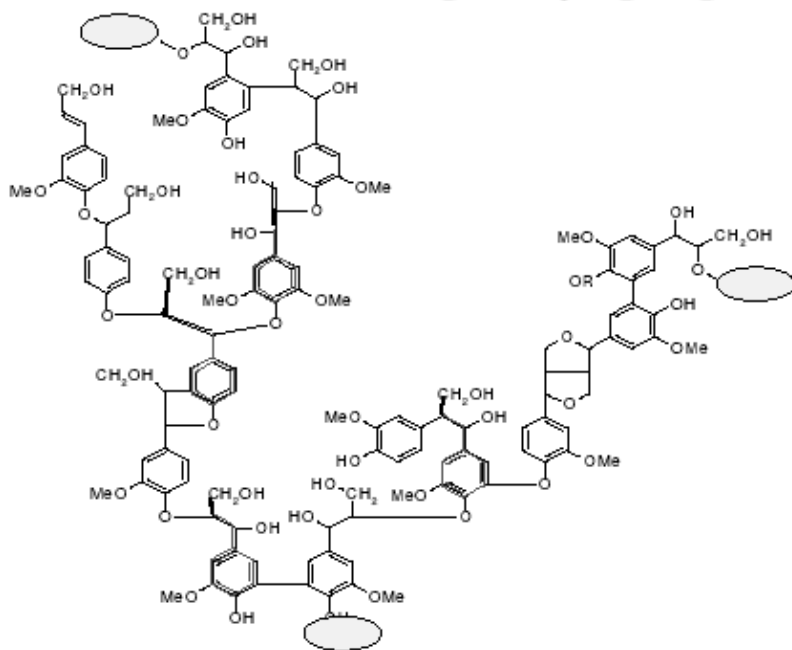
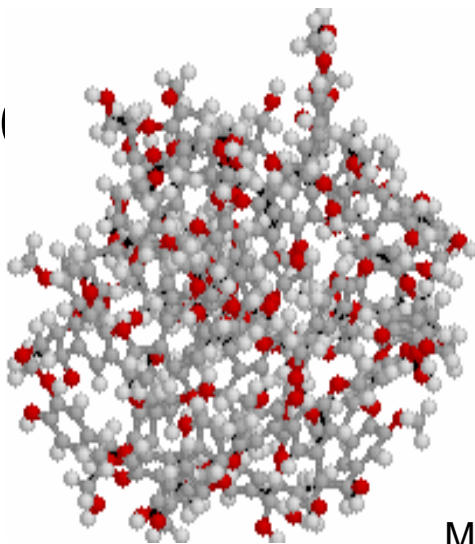
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

Lignina

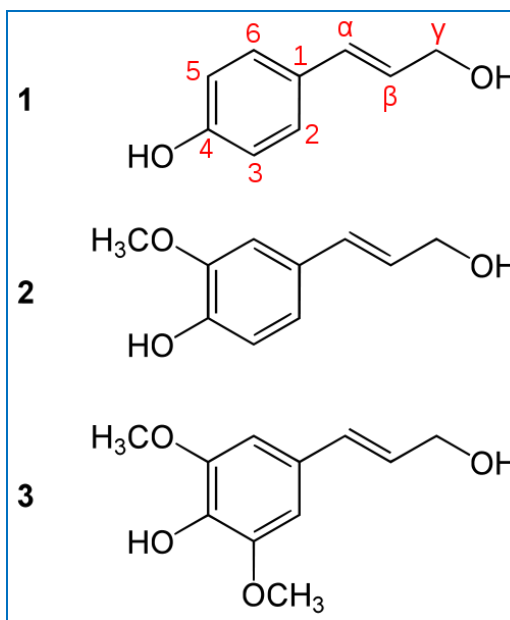
- É a terceira substância macromolecular componente da madeira.
- As moléculas de lignina são formadas completamente diferente dos polissacarídeos, pois são constituídas por um sistema aromático composto de **unidades de fenil-propano**.
- Há maior teor de lignina em coníferas do que em folhosas,
- e existem diferenças estruturais entre a lignina encontrada nas coníferas e nas folhosas.

Unidades fenil propano

Anel aromático



Monolignóis



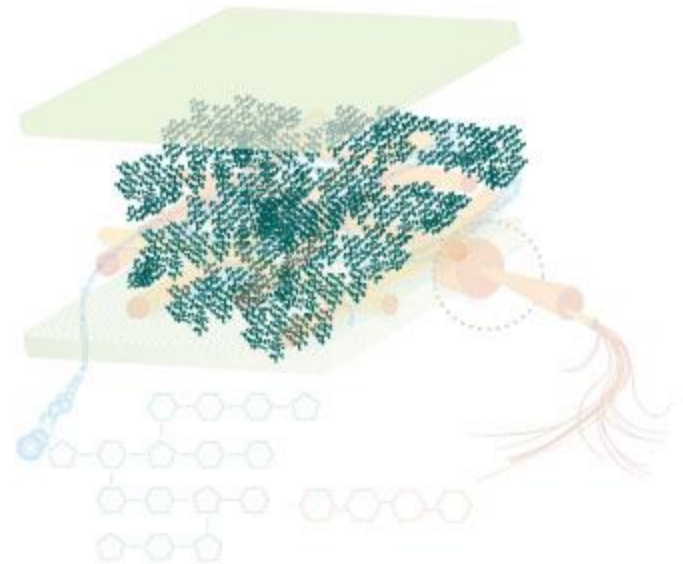
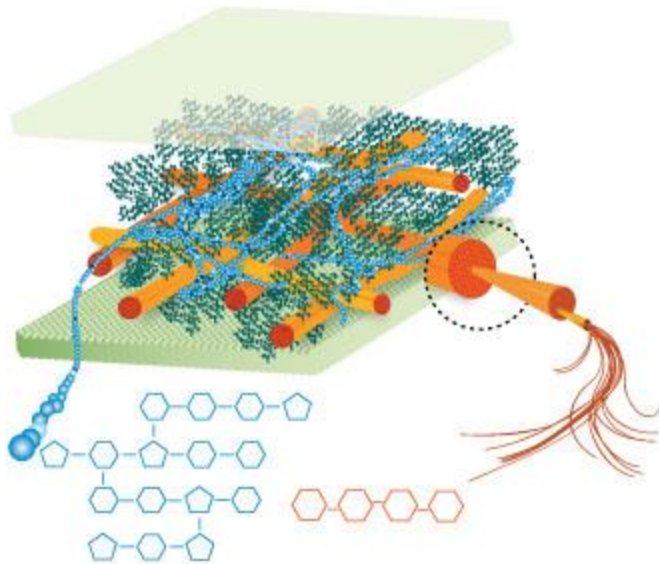
Álcool cumárico

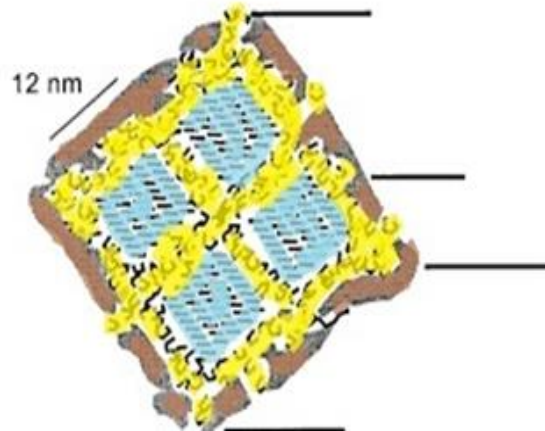
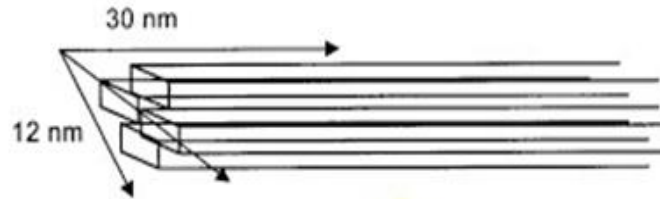
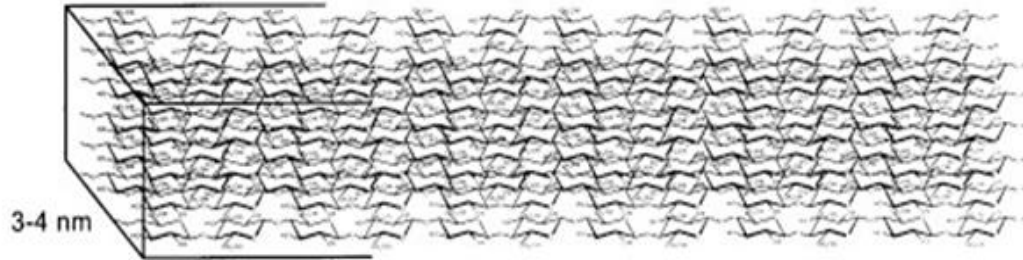
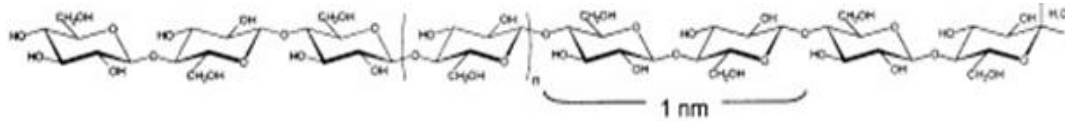
Álcool coniferílico

Álcool sinapílico

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

- Do ponto de vista morfológico a lignina é uma substância amorfa
- localizada na lamela média composta, bem como na parede secundária.
- Durante o desenvolvimento das células, a lignina é incorporada como o último componente na parede, interpenetrando as fibrilas e assim fortalecendo, enrijecendo as paredes celulares.





Molécula de celulose, com a indicação da unidade básica “celobiose”.

Arranjo da celulose na fibrila elementar (36 moléculas).

Cristalitos de celulose

Corte transversal de uma microfibrila, mostrando feixes de celulose embebidas em uma matriz de polioses e lignina.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

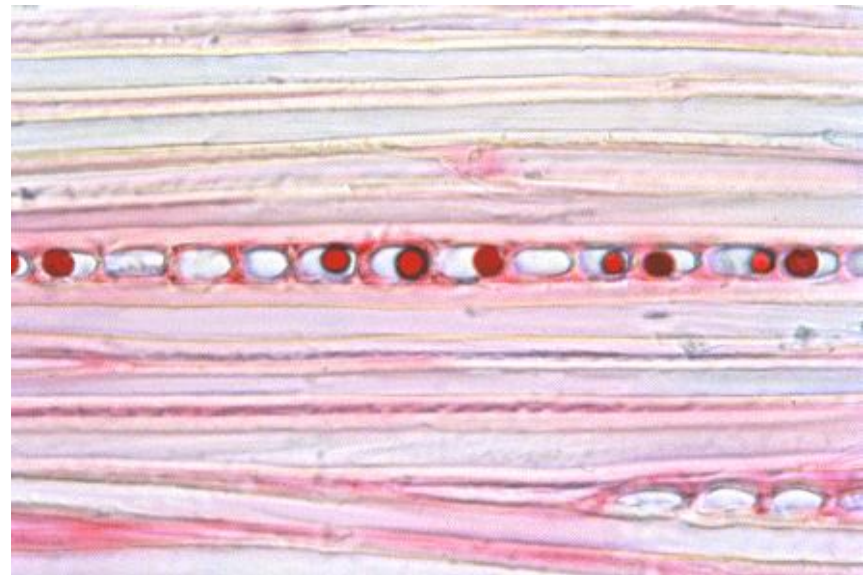
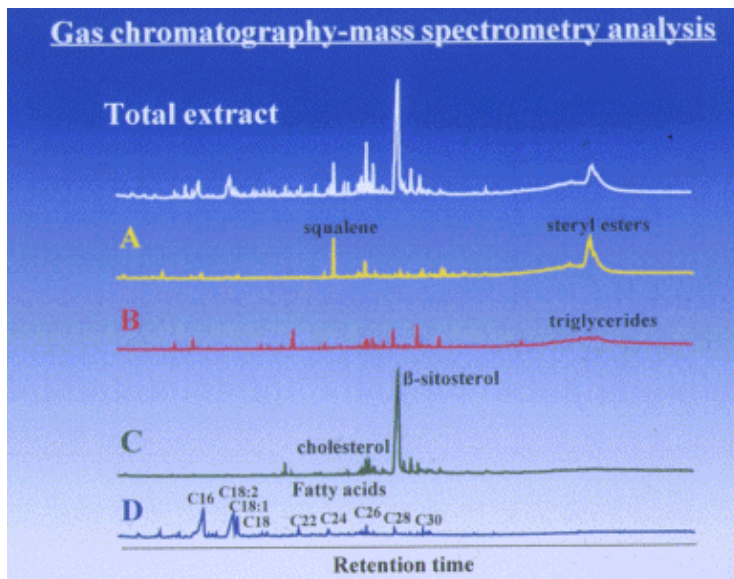
Substâncias Poliméricas Secundárias

- Estas são encontradas na madeira em pequenas quantidades, como amidos e substâncias pécticas.
- Proteínas somam pelo menos 1% das células parenquimáticas da madeira, mas são principalmente encontradas nas partes não lenhosas do tronco, como o câmbio e casca interna.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

Substâncias de Baixo Peso Molecular

- Junto com os componentes da parede celular existem numerosas substâncias que são chamadas de materiais acidentais ou estranhos da madeira.



Substâncias de Baixo Peso Molecular

Materiais acidentais

- Estes materiais são responsáveis muitas vezes por certas propriedades da madeira como: cheiro, gosto, cor, durabilidade natural, etc.



Substâncias de Baixo Peso Molecular

Materiais acidentais

- **Embora estes componentes contribuam somente com uma pequena porcentagem da massa da madeira, podem apresentar uma grande influência nas propriedades e na qualidade de processamento das madeiras.**
- **Alguns componentes, tais como os íons de certos metais são mesmo essenciais para a árvore viva.**

Substâncias de Baixo Peso Molecular

Materiais acidentais

- As substâncias de baixo peso molecular pertencem a classes muito diferentes em termos de composição química e portanto há dificuldades em se encontrar um sistema claro e compreensivo de classificação.
- Uma classificação simples pode ser feita dividindo-se estas substâncias em material **orgânico e inorgânico**.

Substâncias de Baixo Peso Molecular

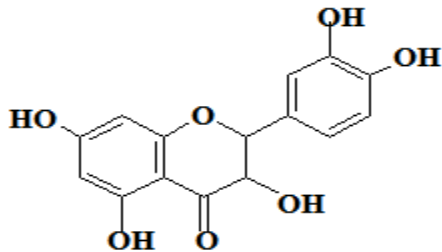
Materiais acidentais

- **O material orgânico é comumente chamado de extrativos, e a parte inorgânica é sumariamente obtida como cinzas.**
- **No que concerne a análise é mais útil a distinção entre as substâncias na base de suas solubilidades em água e solventes orgânicos**

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

Os principais grupos químicos que compreendem as substâncias de baixo peso molecular são:

- a. **Compostos aromáticos (fenólicos)** - as substâncias mais importantes deste grupo são os compostos tanínicos que podem ser divididos em : taninos hidrolisáveis e flobafenos condensados, além de outras substâncias como estilbenos, lignanas e flavonóides e seus derivados.

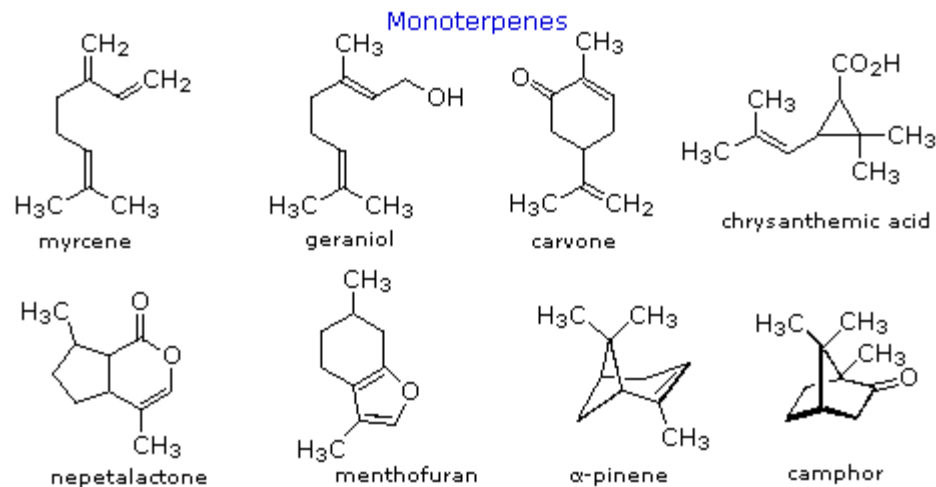


Taxifolina ou dehidroquercetina – pertence ao grupo de flavononas, possui grande espectro de atividade biológica .

Antioxidante, anti-inflamatório, etc...

Substâncias de baixo peso molecular

b. Terpenos - englobam um grande grupo de substâncias naturais, quimicamente podem ser derivados do isopreno. Duas ou mais unidades de isopreno constituem os mono - sesqui - di - tri - tetra e politerpenos.



Substâncias de baixo peso molecular

- c. **Ácidos alifáticos** - ácidos graxos saturados e insaturados são encontrados na madeira principalmente na forma dos seus ésteres com glicerol (gordura e óleo) ou com álcoois (ceras). O ácido acético é ligado as polioses como um grupo éster. Ácido di e hidroxicarboxílico ocorrem principalmente como sais de cálcio.

Substâncias de baixo peso molecular

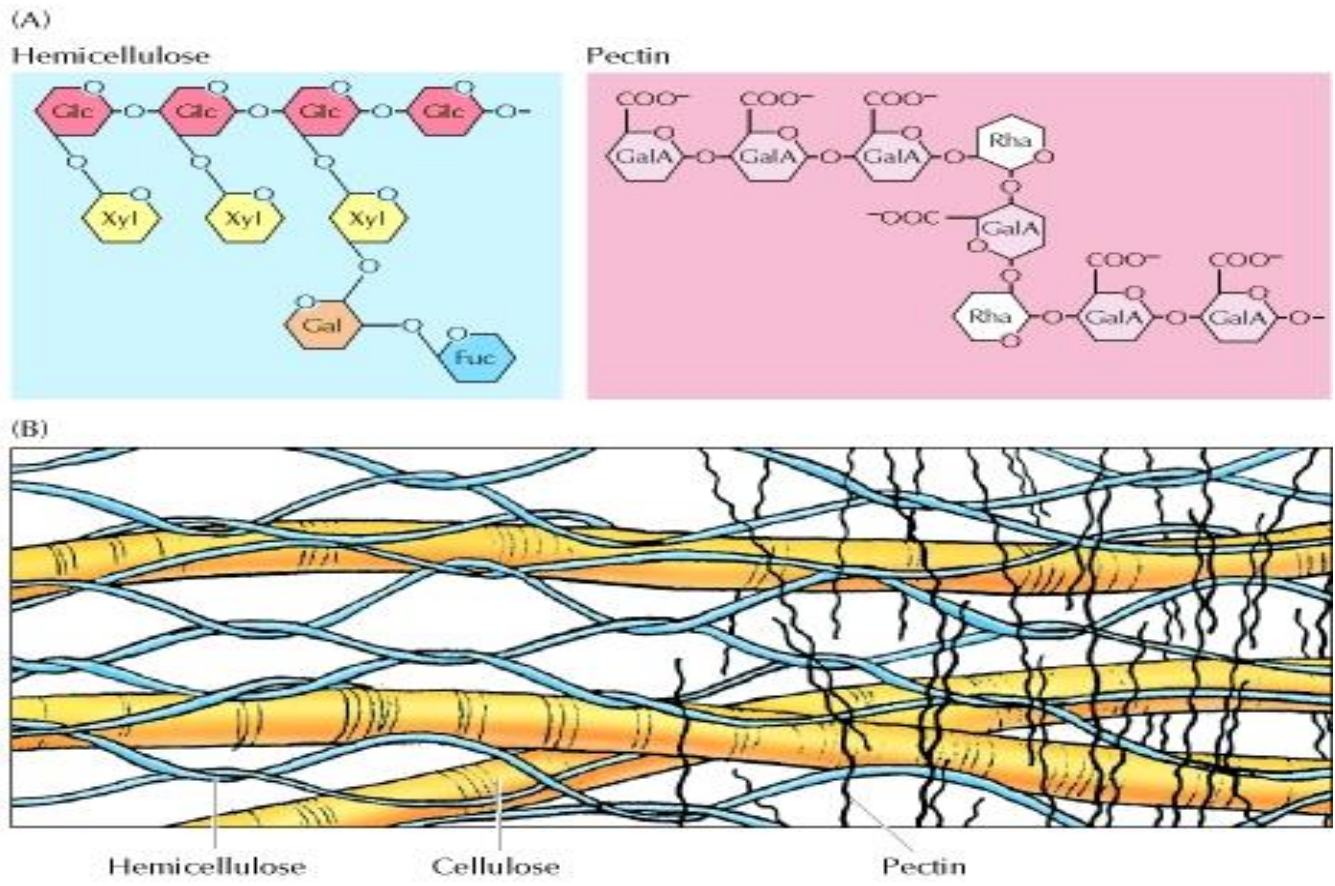
- d. **Álcoois** - a maioria dos álcoois alifáticos na madeira ocorrem com componentes éster, enquanto que os esteróis aromáticos, pertencentes aos esteróides, são principalmente encontrados como glicosídeos.

Substâncias de baixo peso molecular

- **e. Substâncias inorgânicas** - os componentes minerais das madeiras são predominantemente Ca, K e Mg.



f. Outros componentes - mono e dissacarídeos são encontrados na madeira somente em pequenas quantidades, mas ocorrem em altas porcentagens no câmbio e na casca interna. Pequenas quantidades de aminos e eteno são também encontrados na madeira.



Perguntas:

1. O que é celulose?
2. O que são polioses?
3. Quais as funções das ligninas na madeira?
4. Qual a importância das substâncias acidentais nas madeiras?