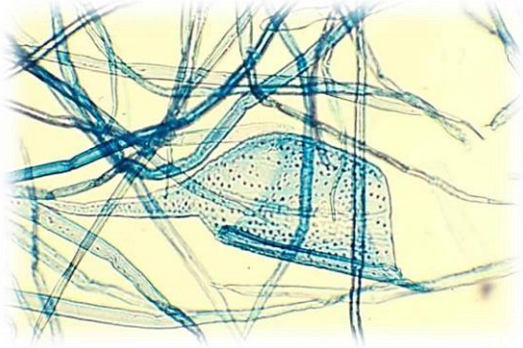
Eucalyptus Online Book & Newsletter

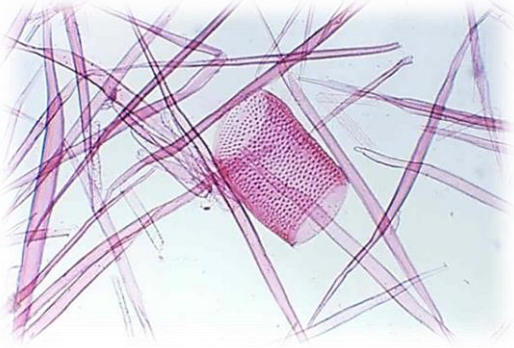
**Eucalyptus Newsletter nº 82– Setembro 2020**

***Uma Galeria de Imagens e um Relato de Vida por Celso Foelkel***

# *Parte 1: Multi-Fibras & Multi-Polpas Celulósicas*

## *Um Atlas de Imagens & Paisagens Anatômicas de Fibras & Polpas*

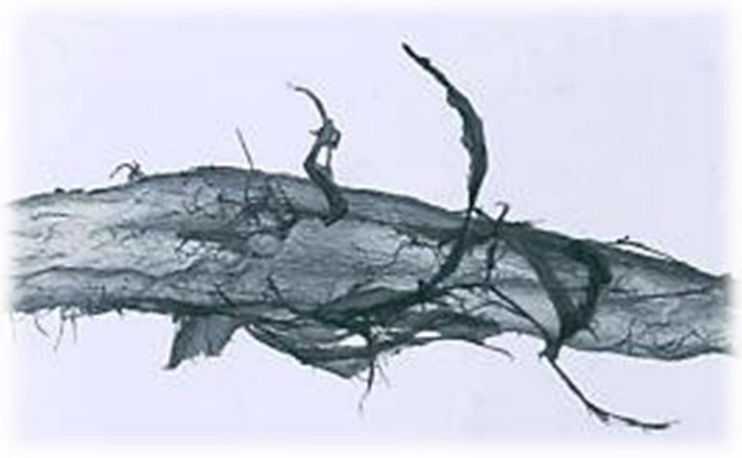




Autor, produtor e criador dessa edição da Eucalyptus Newsletter: **Celso Foelkel**

***Uma realização:***

**Grau Celsius – Negócios em Gestão do Conhecimento**



## Organizações facilitadoras

***ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel***

***IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores***

***IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais***

***RIADICYP – Red IberoAmericana de Docencia e Investigación en Celulosa, Papel y Productos Lignocelulósicos***

## Empresas e organizações patrocinadoras "*Premium*"

***Suzano*** – Categoria *Premium*

***ArborGen Tecnologia Florestal -*** Categoria *Premium*

***IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores -*** Categoria *Premium*

---

## Empresas e organizações patrocinadoras "*Master*"

***ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel***

Categoria *Master*

***Bracell -*** Categoria *Master*

***Klabin -*** Categoria *Master*

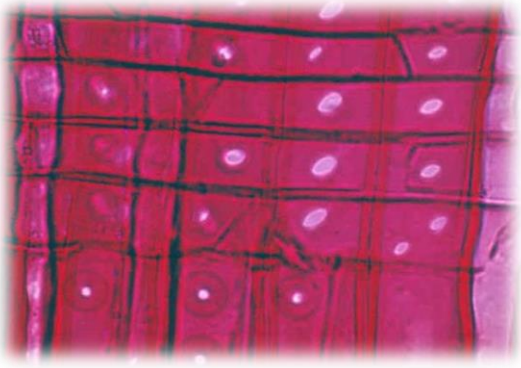
***Veracel Celulose -*** Categoria *Master*

Eucalyptus Online Book & Newsletter

***Uma Galeria de Imagens e um Relato de Vida por Celso Foelkel***

# ***Parte 1: Multi-Fibras & Multi-Polpas Celulósicas***

## ***Um Atlas de Imagens & Paisagens Anatômicas de Fibras & Polpas***



## *Um Relato de Vida pelo Professor Celso Foelkel*

***As minhas relações com as fibras e polpas de madeira passaram a acontecer durante meu período de estudos no colegial no Instituto de Educação Experimental de Jundiaí, nas aulas de Botânica e Química. Na época (1964 e 1965) nossos mestres nessas disciplinas foram: professor Nassir Alves na Botânica e professor João Alberto Copelli na Química. Professor Nassir era uma pessoa simples, dedicada e muito criteriosa, ensinando-nos a Botânica em todos seus principais***

***fundamentos. Com ele, comecei a aprender sobre anatomia das madeiras de coníferas e folhosas. Já o professor Copelli se destacava pelo foco em aplicações práticas da Química. Em uma dessas aulas, nosso colega de classe, Vasco Picchi, apresentou uma palestra sobre uma sua visita à Fibra, uma empresa de fabricação de rayon, viscose e fibras têxteis a partir de polpa solúvel, na cidade de Americana/SP. Foram essas minhas primeiras motivações para procurar entender mais sobre os recursos fibrosos da madeira e de outros materiais e os seus produtos derivados (papel, viscose, absorventes, filtros, etc., etc.).***

***Em 1967, no segundo ano como estudante de Engenharia Agronômica na ESALQ – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" em Piracicaba/SP, comecei um estágio no Departamento de Silvicultura, na Seção de Química, Celulose e Papel (SQCP), tendo como mestre e orientador o professor D. Luiz Ernesto George Barrichelo, grande amigo que conservo como mestre até os dias presentes.***

***Também procurei uma aproximação com a Cadeira de Botânica e comecei um estágio bastante flexível com o professor Dr. Clóvis Ferraz de Oliveira Santos. Na época, o Departamento de Botânica possuía um microscópio ótico com ocular micrométrica e também era possível a realização de fotografias nesse microscópio. Isso permitia que os meus estudos em celulose e papel fossem complementados com avaliações anatômicas e morfológicas das fibras e das madeiras das principais espécies fibrosas do setor brasileiro de celulose e papel.***

***Quando de meus estudos de mestrado em 1972/1973 no College of Environmental Science and Forestry, na State University of New York, em Syracuse/NY, eu tive fantásticos mestres na área de qualidade da madeira e das fibras obtidas pelos processos de individualização das mesmas a partir de madeiras e outros recursos fibrosos naturais. Dentre eles destaco as competências do Dr. Carl Henri de Zeeuw, Dr. Tore E. Timell, Dr. Richard Mark e Dr. Serge Gorbatsevich, além dos magníficos livros escritos pelo Dr. Wilfred A. Coté, Jr.***

***Os aprendizados somados a partir dos ensinamentos desses mestres e dos estudos em livros e revistas do setor conduziram meus caminhos no setor de celulose e papel, sempre buscando entender os fenômenos de polpação e fabricação do papel a partir de uma visão anatômica, morfológica e topoquímica da madeira e de seus constituintes.***

***Assim, ao longo de minha carreira de mais de 50 anos no setor de celulose e papel sempre procurei estudar as fibras, polpas, madeiras e os processos de conversão da madeira em celulose e papel com uma visão aplicada e integrada entre processos florestais e industriais e anatomia, química e física das madeiras. Com isso, procuro entender as razões em nível de anatomia microscópica e de química dos constituintes da madeira para o que estaria acontecendo nas aplicações dos processos utilizados e dos produtos obtidos.***

***A partir dessa visão, que se somaram a outras visões como mercadológicas, financeiras, gerenciais e ambientais, eu fui construindo uma carreira e um banco de conhecimentos que aprecio***

***dividir e compartilhar com amigos e sociedade através de nossas publicações da Grau Celsius e de meus Relatos de Vida.***

***Afortunadamente, fui recebendo ajuda e motivação pelo envolvimento de outras tantas pessoas que me ajudaram a somar conhecimentos sobre as fibras, madeiras e polpas. Dessa agregação de conhecimentos resultaram centenas de publicações, a maioria através de parcerias entre grupos de pesquisadores, professores, alunos, estudantes e técnicos de nossas fábricas e da academia.***

***Diversos estudiosos das tecnologias de celulose e papel e da anatomia das fibras e polpas foram de extrema valia nas equipes de P&D que construímos em empresas onde trabalhei como funcionário (Cenibra – Celulose Nipo-Brasileira & Riocell, atual Celulose Riograndense). Depois disso, somaram-se experiências em outras empresas do setor de base florestal e acadêmico, a partir de 1998 atuando em ensino universitário, consultoria e treinamentos (UFSM, Fibria, VCP, Eucatex, Santher, Melhoramentos, etc.).***

***Na Riocell tivemos a real integração de inúmeras pesquisas sobre processos de polpação, branqueamento, secagem e fabricação do papel com a anatomia e química das madeiras, polpas e papéis. Isso em função também da planejada aquisição de um microscópio eletrônico de varredura para o Centro Tecnológico da empresa, fato que teve início já na fundação desse centro em 1981.***

***Carmen Borges e Sérgio Menochelli pesquisando no microscópio eletrônico da Riocell durante os anos 1990's***

***Com relação às fibras e polpas celulósicas, minha paixão por elas é muito acima do que as enxergar apenas e tão somente como mercadorias para se comercializar.***
***Desde o início de minha vida acadêmica aprendi a olhar para elas tanto a olho nu, lupa ou mesmo microscópios óticos e eletrônicos.***

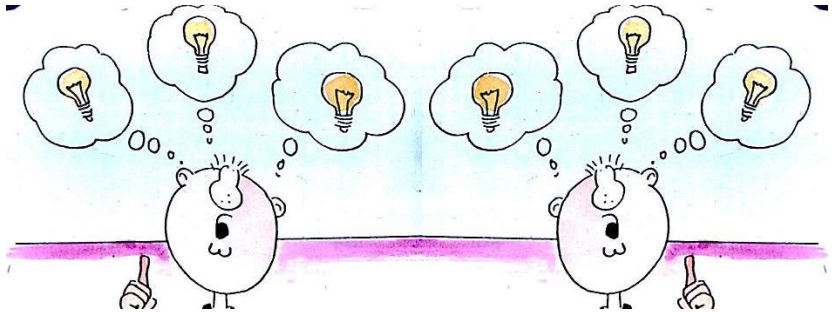
***Fui assim buscando e encontrando explicações para os desempenhos das polpas comerciais utilizadas para a fabricação de diferentes tipos de papéis e de muitos derivados da celulose, através das polpas solúveis ou para dissolução.***

***Dessa forma, acabei criando minha carreira como se ela fosse um híbrido "penta-cross" de engenheiro agrônomo, florestal, químico, professor e gestor de equipes de pessoas e de empresas.***

***A vontade de aprender e ensinar em salas de aulas e através de publicações foram forças motrizes importantes para a disseminação dos resultados encontrados nas pesquisas e estudos.***

***Por felicidade e também por muita vontade e dedicação, reconheço hoje que as fibras e polpas sempre estiveram ao meu alcance para estudar sobre elas e poder então compartilhar os conhecimentos adquiridos. Por essa razão estou criando esse presente documento, que lhes trago com algumas relíquias do passado. Acredito que ele possa ser de muita utilidade para grande contingente de pessoas interessadas em conhecer mais sobre nossas***

***Fibras & Polpas Celulósicas***



***E assim a vida continua, para todos nós. E para os recursos naturais, onde se encontram as fibras e consequentes polpas celulósicas, disponibilizadas em árvores e outras matérias-primas para serem utilizadas com sabedoria e sustentabilidade pela sociedade humana.***

***Essa edição só foi possível graças a inúmeros amigos por onde vivenciei minha carreira e que me permitiram compor uma coleção enorme de centenas de amostras de polpas e madeiras, contendo tanto dados de desempenho como de imagens anatômicas.***

***Cabeça e parte traseira de formiga e grãos de pólen de acácia negra***
***Microscopia eletrônica de varredura***

***Por toda essa história vivenciada em equipes diversas e multidisciplinares, trago a seguir uma relação de pessoas com as***

***quais interagi com enorme respeito profissional e que têm sido muito importantes para o setor brasileiro de base florestal. Aproveito então para colocar um agradecimento e uma homenagem especial aos seguintes grandes amigos das madeiras, fibras e polpas no Brasil, também em função de seus estudos, trabalhos técnicos e publicações demonstrando e compartilhando suas visões anatômicas e topoquímicas sobre os temas celulósico-papeleiros.***

***Em ordem alfabética de primeiro nome, meu reconhecimento pelos seus esforços e trabalhos para a anatomia de fibras e polpas dos recursos fibrosos brasileiros:***

**Anísio Azzini**

**Calvino Mainieri**

**Carmen Borges**

**Celívio Heidrich**

**Ceslavas Zvinakevicius**

**Clóvis Ferraz de Oliveira Santos**

**Cristina de Jesus Caldeira**

**Dirceu Ciaramello**

**Edvins Ratnieks**

**Francides Gomes da Silva Júnior**

**Geraldo José Zenid**

**João Peres Chimelo**

**José Lívio Gomide**

**José Mauro de Almeida**

**José Newton Cardoso Marchiori**

**José Otávio Brito**

**Luiz Ernesto George Barrichelo**

**Mário Tomazello Filho**

**Nanuza Luiza de Menezes**

**Olívia Lopes**

**Paulo César Botosso**

**Roberto da Silva Ramalho**

**Salvador de Toledo Piza Júnior**

**Sandra Bibiana Arango Alzate**

**Sérgio Menochelli**

**Silvana Nisgoski**

**Umberto Klock**

**Vail Manfredi**

**Verônica Angyalossy**

***A partir desses nomes de estudiosos do setor, torna-se importante mencionar também algumas das organizações em que eles ainda podem estar ou já puderam colaborar através de seus esforços, trabalhos e pesquisas em anatomia e morfologia de madeiras, fibras, polpas e papéis, em especial nas épocas em que tivemos estudos e diálogos conjuntos sobre esses temas:***

***Celulose Nipo-Brasileira***

***CMPC Celulose Riograndense***

***Embrapa Florestas***

***ESALQ – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"***

***Instituto Agronômico de Campinas***

***Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo***

***Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo***

***Regmed***

***Riocell – Rio Grande Companhia de Celulose do Sul***

***Suzano Papel e Celulose***

***Universidade Federal de Santa Maria***

***Universidade Federal de Viçosa***

***Universidade Federal do Paraná***

***Universidade Federal do Recôncavo da Bahia***

***Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro***

**Também não poderia deixar de homenagear e prestar um tributo a alguns dos grandes pesquisadores e autores internacionais do setor de anatomia e identificação de madeiras e fibras celulósicas e polpas para fabricação de papéis, também relacionados por ordem de primeiro nome:**

**Alberto Caperos Sierra**

**Brian Augustus Meylan**

**Bohumil Francis Kukachka**

**Diana M. Smith**

**Elisabeth Anne Wheeler**

**Dinesh Fernando**

**I. Strelis**

**Irvin H. Isenberg**

**J.L. Serfaty Simon**

**José Antonio García Hortal**

**Juan Eduardo Diaz-Vaz Olmedo**

**Jugo Ilic**

**John F. Graff**

**Katherine Esau**

**Marja-Sisko Ilvessalo-Pfäffli**

**Martin A. Hubbe**

**Pekka Komulainen**

**Pieter Baas**

**Pratima Bajpai**

**Richard Kenneth Bamber**

**Robert Evans**

**Rob Landley**

**Robert Paul Kibblewhite**

**Robert William Kennedy**

**Russel A. Parham**

**Stergios Adamopoulos**

**Wilfred A. Coté, Jr.**

0

***Microscopia ótica***

***Como demonstração da importância que o conhecimento científico e tecnológico do setor de celulose e papel depende também do conhecimento da anatomia das madeiras e de seus constituintes químicos e fibrosos, coloco para leitura dois dos capítulos do Eucalyptus Online Book.***

***Neles eu uso com intensidade muitos de meus conhecimentos anatômicos, químicos e topoquímicos sobre a madeira para explicar como as coisas acontecem durante a polpação kraft dos cavacos de eucalipto:***

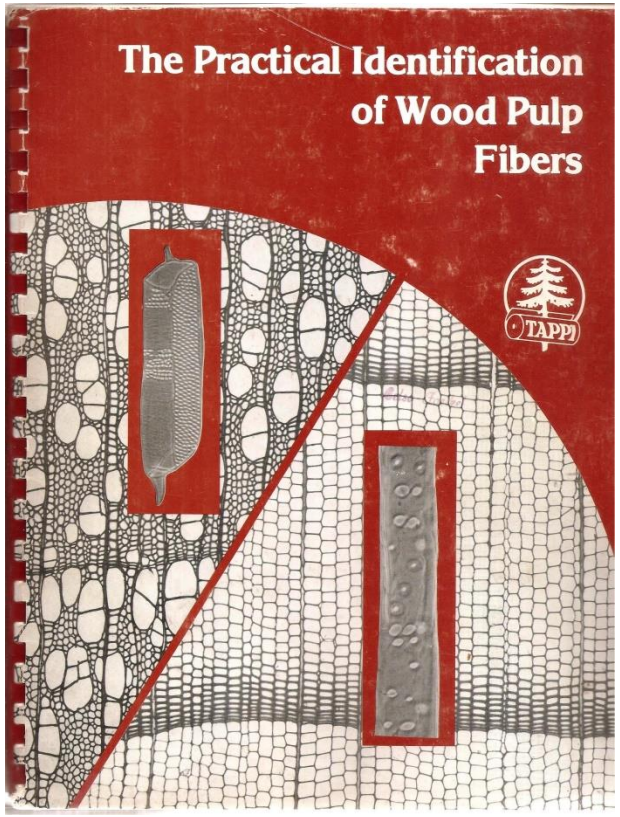
**O processo de impregnação dos cavacos de madeira de eucalipto pelo licor kraft de cozimento.** C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 15. 97 pp. (2009)

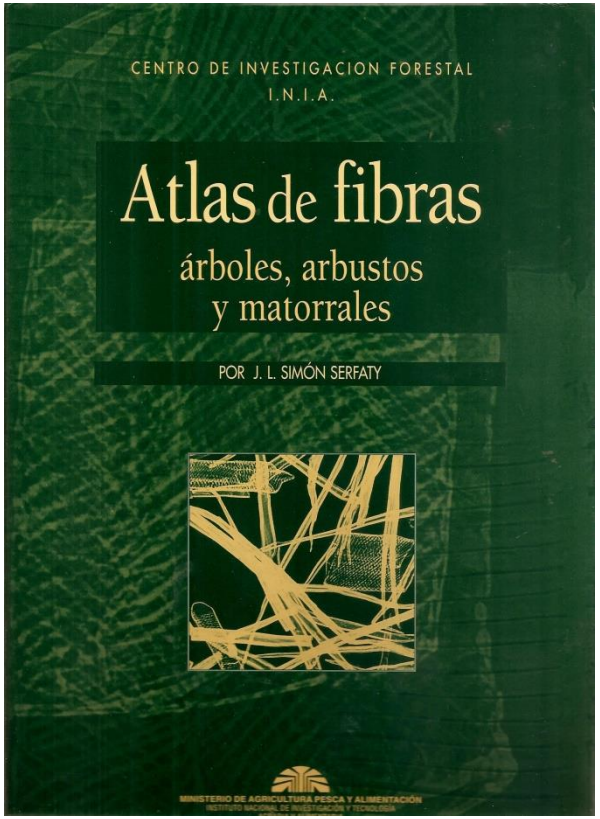
http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT15_ImpregnacaoCavacos.pdf (em Português)

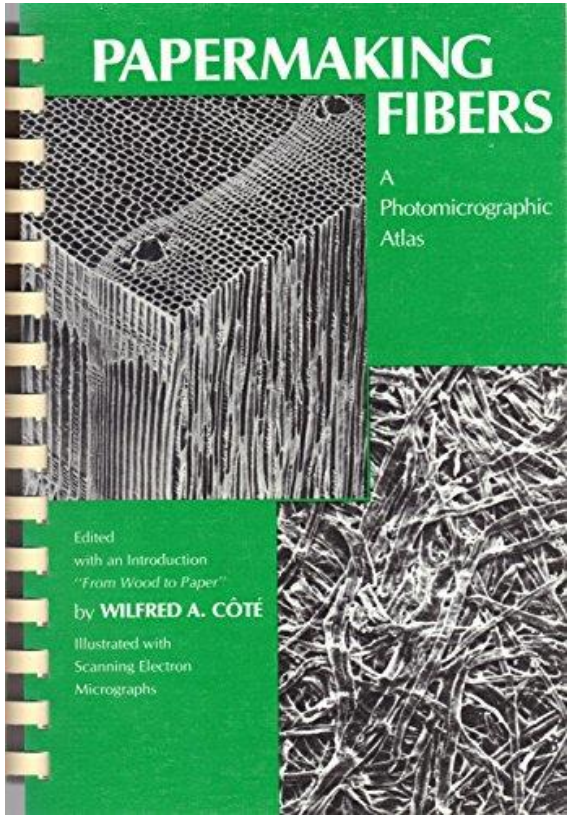
**Individualização das fibras da madeira do eucalipto para a produção de celulose kraft.** C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 16. 107 pp. (2009)

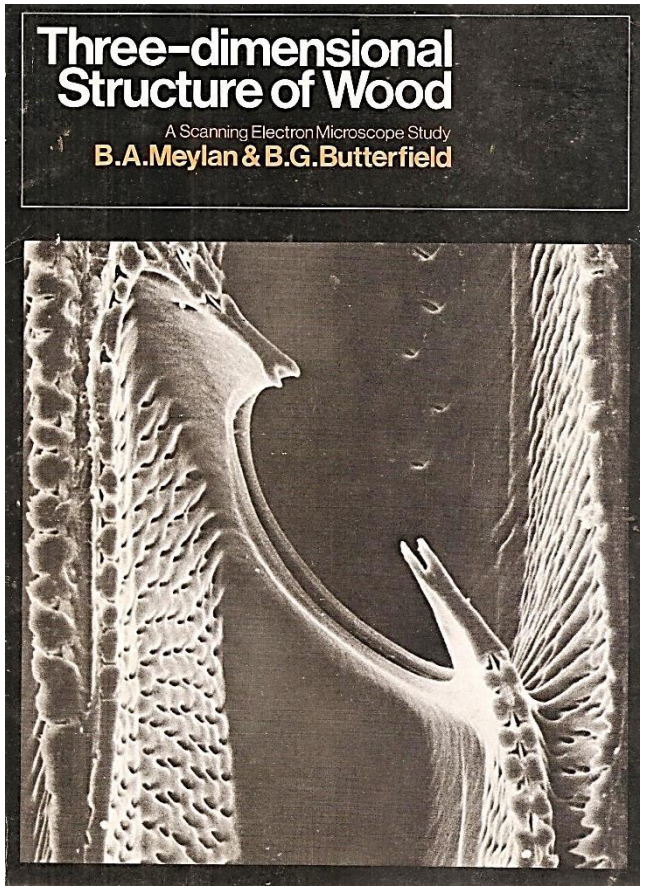
http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT16_IndividualizacaoFibras.pdf (em Português)

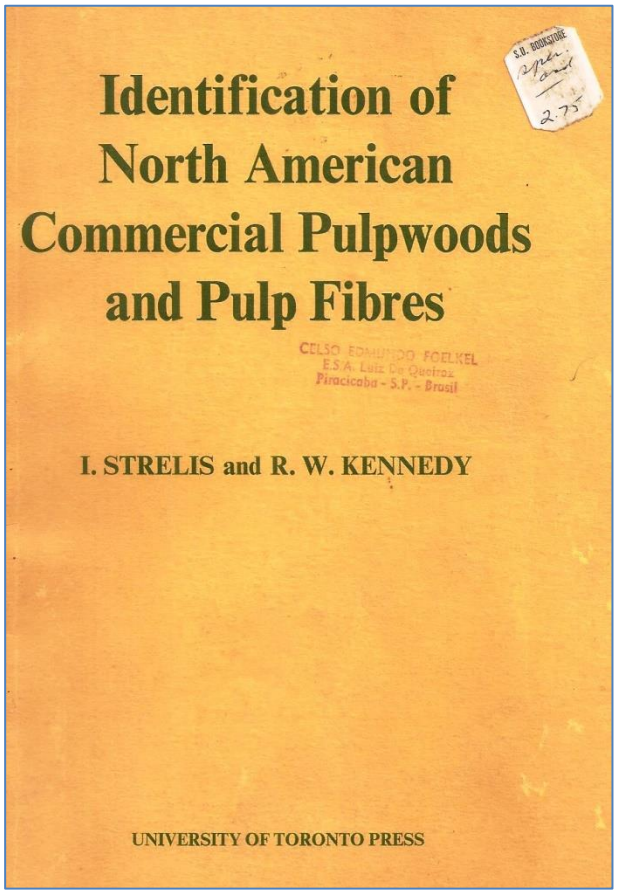
***Esse tipo de rota tecnológica merece ser entendida e aprendida através da leitura de muitos livros, alguns mostrados a seguir. Todos eles são parte de minha biblioteca particular que ainda mantenho com orgulho junto a uma biblioteca digital armazenada em meus computadores. Muitos desses tesouros estou compartilhando como obras icônicas na seção de Referências de Literaturas Técnicas e Científicas mais adiante nessa edição da Eucalyptus Newsletter.***

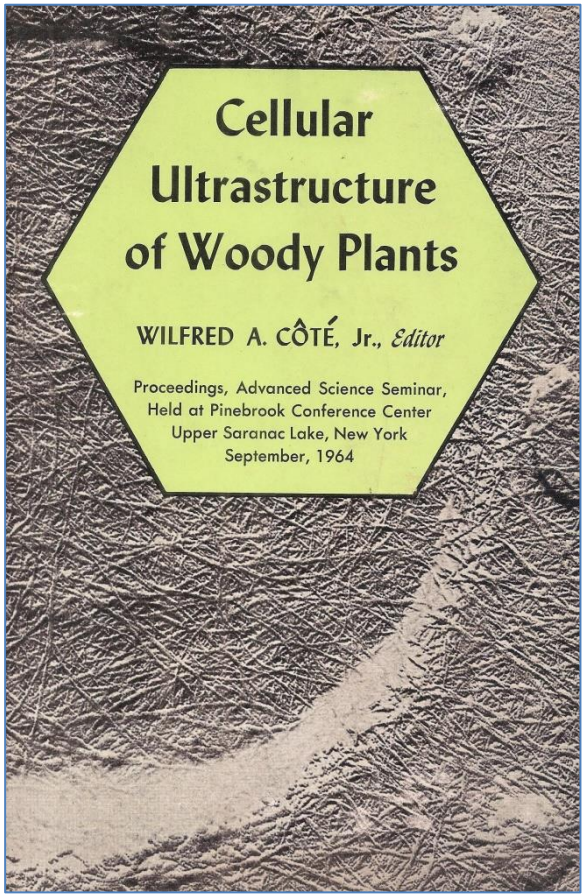

The Practical Identification
of Wood Pulp
Fibers
TAPPI

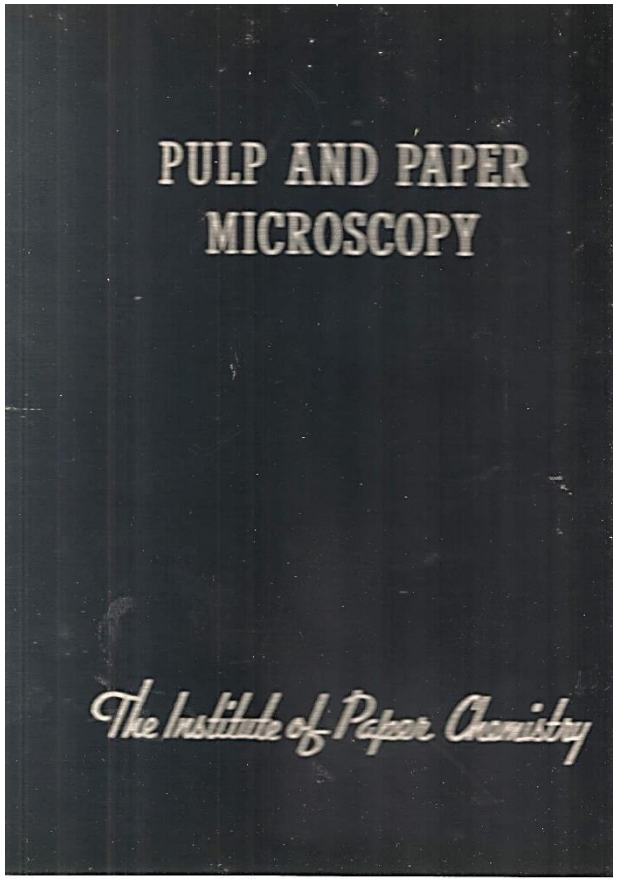

CENTRO DE INVESTIGACION FORESTAL
I.N.I.A.
Atlas de fibras
árboles, arbustos
y matorrales
POR J. L. SIMÓN SERFATY
MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN

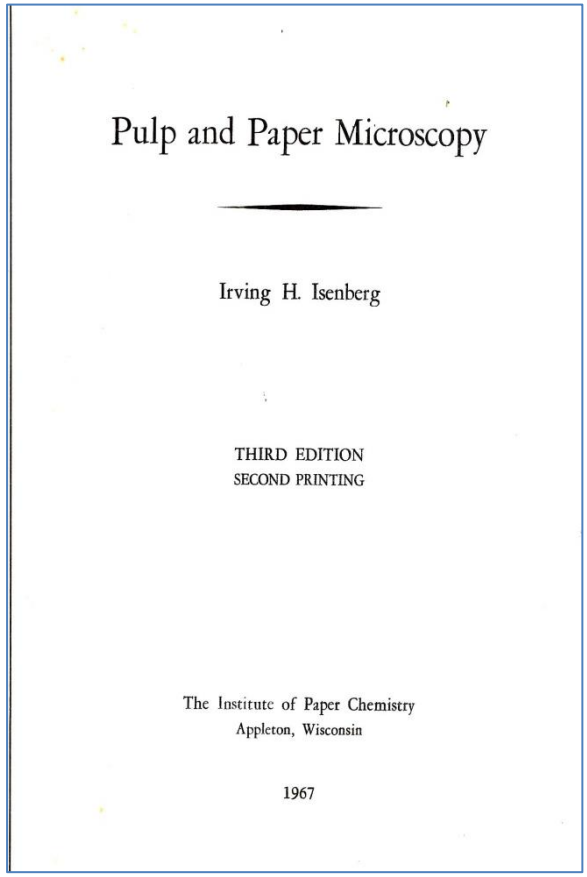

PAPERMAKING
FIBERS
A
Photomicrographic
Atlas
Edited
with an Introduction
"From Wood to Paper"
by WILFRED A. CÔTÉ
Illustrated with
Scanning Electron
Micrographs


Three-dimensional Structure of Wood
A Scanning Electron Microscope Study
B.A.Meylan & B.G.Butterfield


Identification of North American Commercial Pulpwoods and Pulp Fibres
I. STRELIS and R. W. KENNEDY
UNIVERSITY OF TORONTO PRESS


Cellular Ultrastructure of Woody Plants
WILFRED A. CÔTÉ, Jr., Editor
Proceedings, Advanced Science Seminar,
Held at Pinebrook Conference Center
Upper Saranac Lake, New York
September, 1964



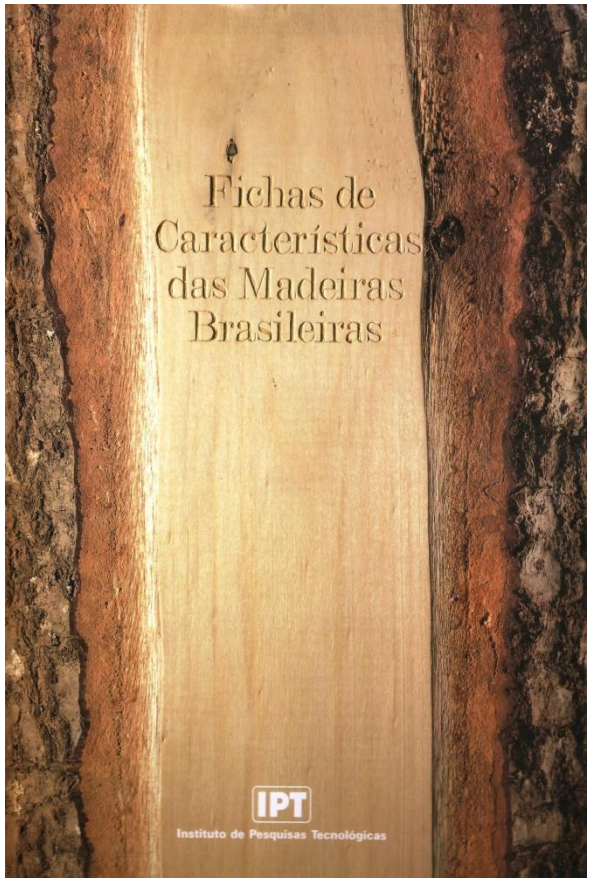
Pulp and Paper Microscopy

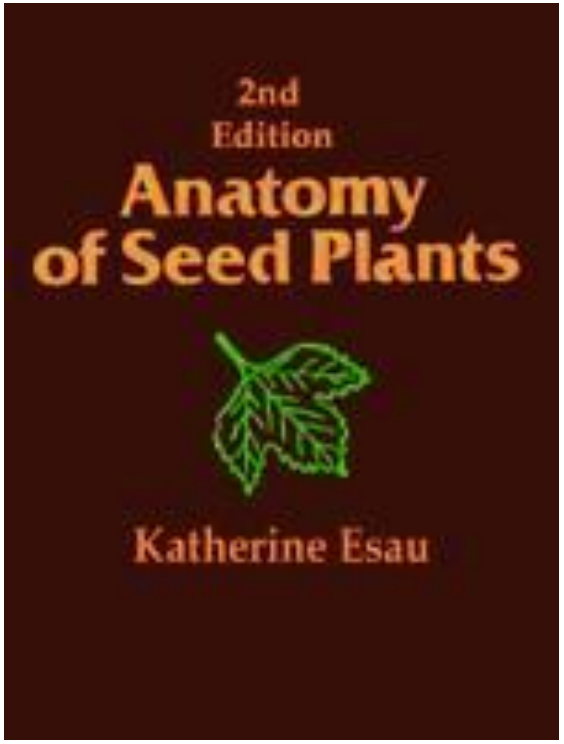
Irving H. Isenberg

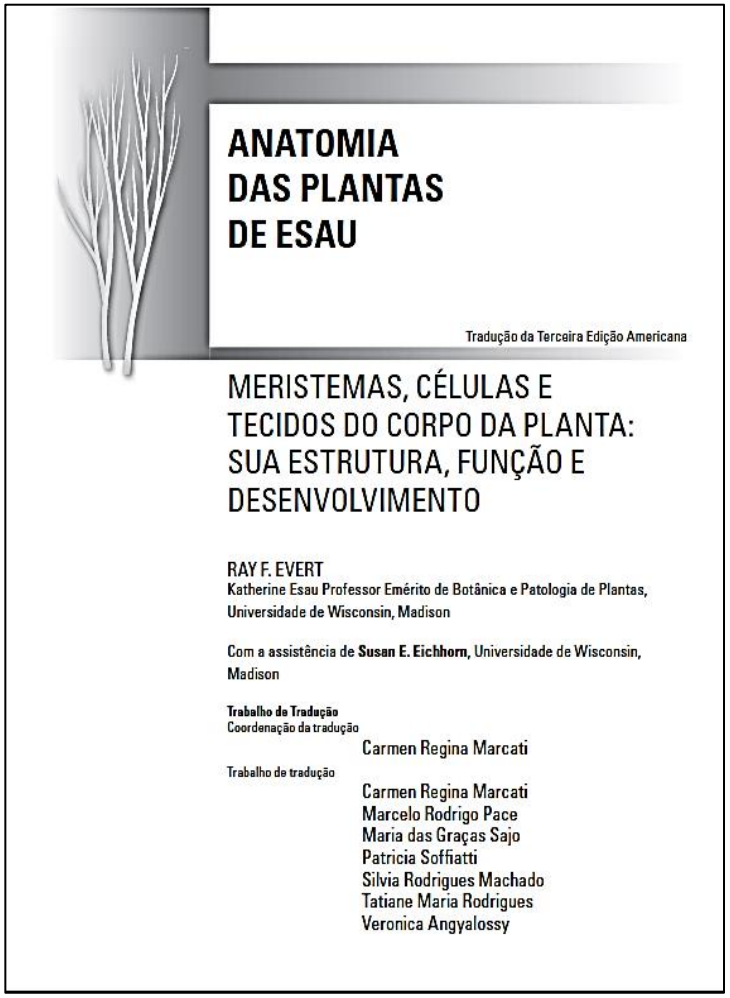
THIRD EDITION
SECOND PRINTING

The Institute of Paper Chemistry
Appleton, Wisconsin

1967





ANATOMIA
DAS PLANTAS
DE ESAU

Tradução da Terceira Edição Americana

MERISTEMAS, CÉLULAS E TECIDOS DO CORPO DA PLANTA: SUA ESTRUTURA, FUNÇÃO E DESENVOLVIMENTO

RAY F. EVERT
Katherine Esau Professor Emérito de Botânica e Patologia de Plantas, Universidade de Wisconsin, Madison

Com a assistência de **Susan E. Eichhorn**, Universidade de Wisconsin, Madison

**Trabalho de Tradução**
Coordenação da tradução
Carmen Regina Marcati

Trabalho de tradução
Carmen Regina Marcati
Marcelo Rodrigo Pace
Maria das Graças Sajo
Patricia Soffiatti
Silvia Rodrigues Machado
Tatiane Maria Rodrigues
Veronica Angyalossy

**Objetivos e metas dessa edição número 82 da Eucalyptus Newsletter para permitir que sejam conquistadas novas competências pelos leitores que acessarem a mesma para leitura e navegação**

Eucalyptus Online
Book & Newsletter

- **Colocar à disposição dos estudiosos das fibras e polpas uma coleção imperdível de imagens anatômicas desses materiais**

- **Disponibilizar para estudantes, professores e técnicos do setor de celulose e papel o livre acesso às imagens para que possam se valer delas em seus relatórios e publicações internas ou mesmo para publicações em livros e revistas, esperando apenas que contribuam com a citação das respectivas fontes**

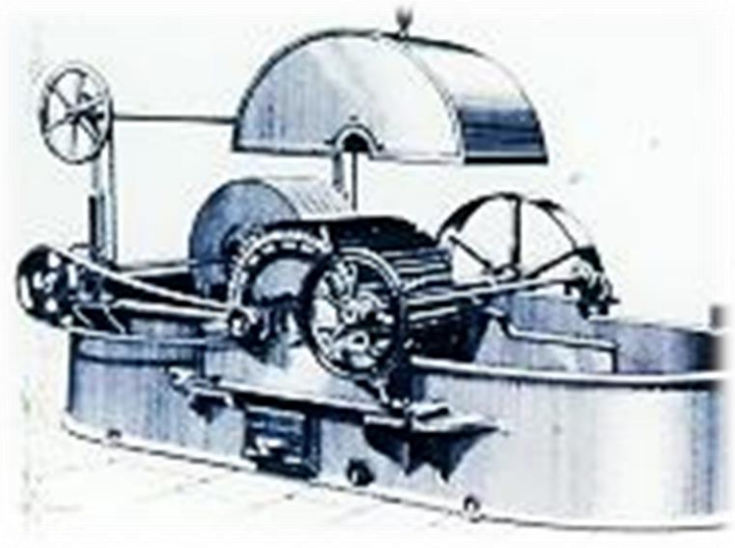
- **Valorização dos aspectos anatômicos das madeiras e de seus constituintes de forma tal que técnicos e pesquisadores não se esqueçam de que a celulose utilizada para fabricar papel e derivados químicos de celulose têm origem do trabalho das plantas que constroem seus corpos com esses elementos anatômicos**

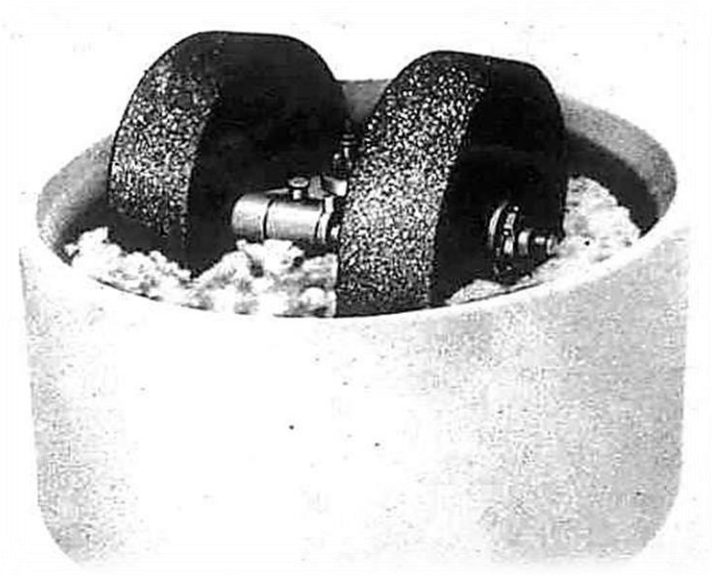
- **Incentivar a que nossos estudantes, técnicos e profissionais do setor de celulose e papel possam refletir sobre como a madeira está construída e estruturada e quais as melhores maneiras de obter celulose e papel, não considerando os cavacos de madeira e as folhas de celulose de mercado como simples matérias-primas estáticas e para uso industrial**

- **Identificar os principais nomes de especialistas científicos e tecnológicos em anatomia da madeira e microscopia de fibras e papéis no Brasil e internacionalmente**

- **Facilitar a todos a obtenção de materiais para estudos através de uma seleção de bibliografia de enorme valia e que permite a continuação do aprendizado. Ofertar o acesso a um banco de dados de conhecimentos vitais com cerca de 170 referências de artigos, catálogos, livros e websites disponibilizados com endereços de web para permitir a agregação desses**

**conhecimentos em processos de otimização da produção, comunicação e utilização das madeiras, polpas e distintos tipos de papéis obtidos de matérias-primas fibrosas brasileiras e internacionais**





**Para extração de qualquer figura dessa publicação basta clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a figura que se deseja copiar e clicar de novo onde aparecer a mensagem para copiar imagem:**

***NÃO SE ESQUEÇAM DE REFERENCIAR A FONTE DA FIGURA COMO SENDO ESSA NOSSA EUCALYPTUS NEWSLETTER Nº 82***

**Como escrito por mim em um dos dois capítulos anteriormente mencionados:**

***"Conhecendo como a madeira está estruturada e como seus diversos constituintes anatômicos e químicos se distribuem em suas células, poderemos ter uma visão privilegiada do processo de polpação kraft para poder otimizar o mesmo quanto a desempenhos e eficiências"***

***E agora continuando:***

***...Idem para as folhas de papel, fabricadas com fibras celulósicas modificadas por ações mecânicas de refino e com a aplicação de agentes químicos para promover diversas finalidades requeridas nas folhas...***

***Conteúdo do material dessa edição para atendimento dos objetivos e metas anteriormente mencionados:***

1. ***Assim é a Madeira – Principal Fonte das Fibras e Polpas***

2. ***Identificação e Quantificação de Fibras em Polpas e Papéis***

3. ***Imagens de Fibras e Polpas de Eucalyptus***

***3.1. Imagens em microscopia ótica - Eucalyptus***
***3.2. Imagens em microscopia eletrônica - Eucalyptus***
***3.3. Imagens de polpas refinadas - Microscopia ótica - Eucalyptus***
***3.4. Imagens de polpas refinadas – Microscopia eletrônica - Eucalyptus***

## *4. Imagens de Fibras e Polpas de Pinus*

***4.1. Imagens em microscopia ótica - Pinus***
***4.2. Imagens em microscopia eletrônica - Pinus***
***4.3. Imagens de polpas refinadas - Microscopia ótica - Pinus***
***4.4. Imagens de polpas refinadas – Microscopia eletrônica - Pinus***

## *5. Imagens de Fibras e Polpas de Araucária*

### *5.1. Imagens em microscopia ótica - Araucária*

### *5.2. Imagens em microscopia eletrônica - Araucária*

### *5.3. Imagens de polpas refinadas - Microscopia ótica - Araucária*

## *6. Imagens de Fibras e Polpas de Bagaço de Cana*

### *6.1. Imagens em microscopia ótica - Bagaço*

### *6.2. Imagens em microscopia eletrônica - Bagaço*

### *6.3. Imagens de polpas refinadas - Microscopia ótica - Bagaço*

## *7. Imagens de Fibras e Polpas de Bambu*

### *7.1. Imagens em microscopia ótica - Bambu*

## *8. Imagens de Fibras e Polpas de outras Folhosas ("Hardwoods")*

### *8.1. Imagens em microscopia ótica – Outras Folhosas*

### *8.2. Imagens em microscopia eletrônica – Outras Folhosas*

### *8.3. Imagens de polpas refinadas – Microscopia eletrônica - Outras Folhosas*

## *9. Imagens de Fibras e Polpas de outras Coníferas ("Softwoods")*

***9.1. Imagens em microscopia ótica – Outras coníferas***

***9.2. Imagens em microscopia eletrônica – Outras coníferas***

***9.3. Imagens de polpas refinadas – Microscopia eletrônica - Outras coníferas***

## *10. Imagens de Fibras de outros tipos de Matérias-Primas Fibrosas*

***10.1. Imagens em microscopia ótica – Outras Matérias - Primas***

***10.2. Imagens em microscopia eletrônica – Outras Matérias-Primas***

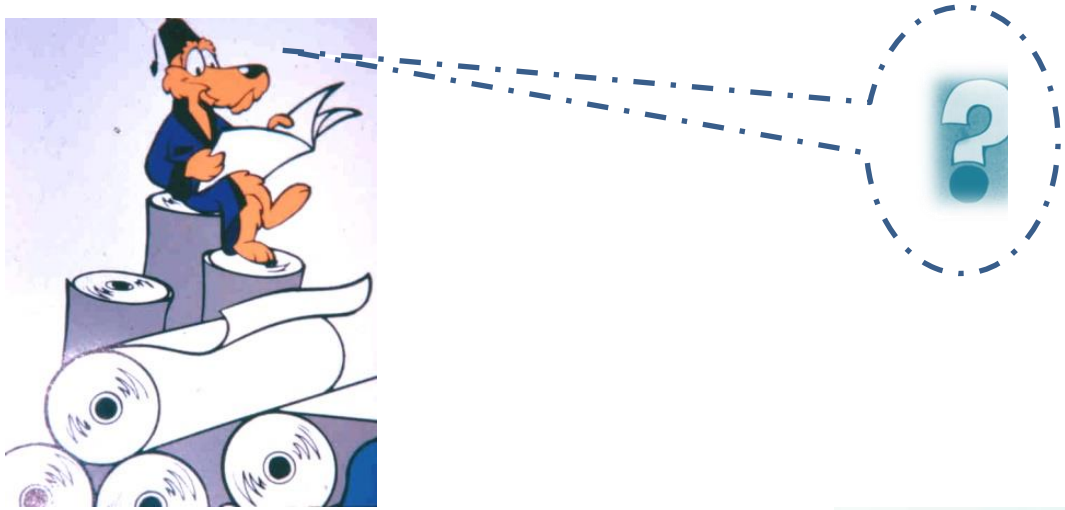
## *11. Imagens de Feixes (shives) e Aglomerados ou Nódulos de Fibras em Polpas*

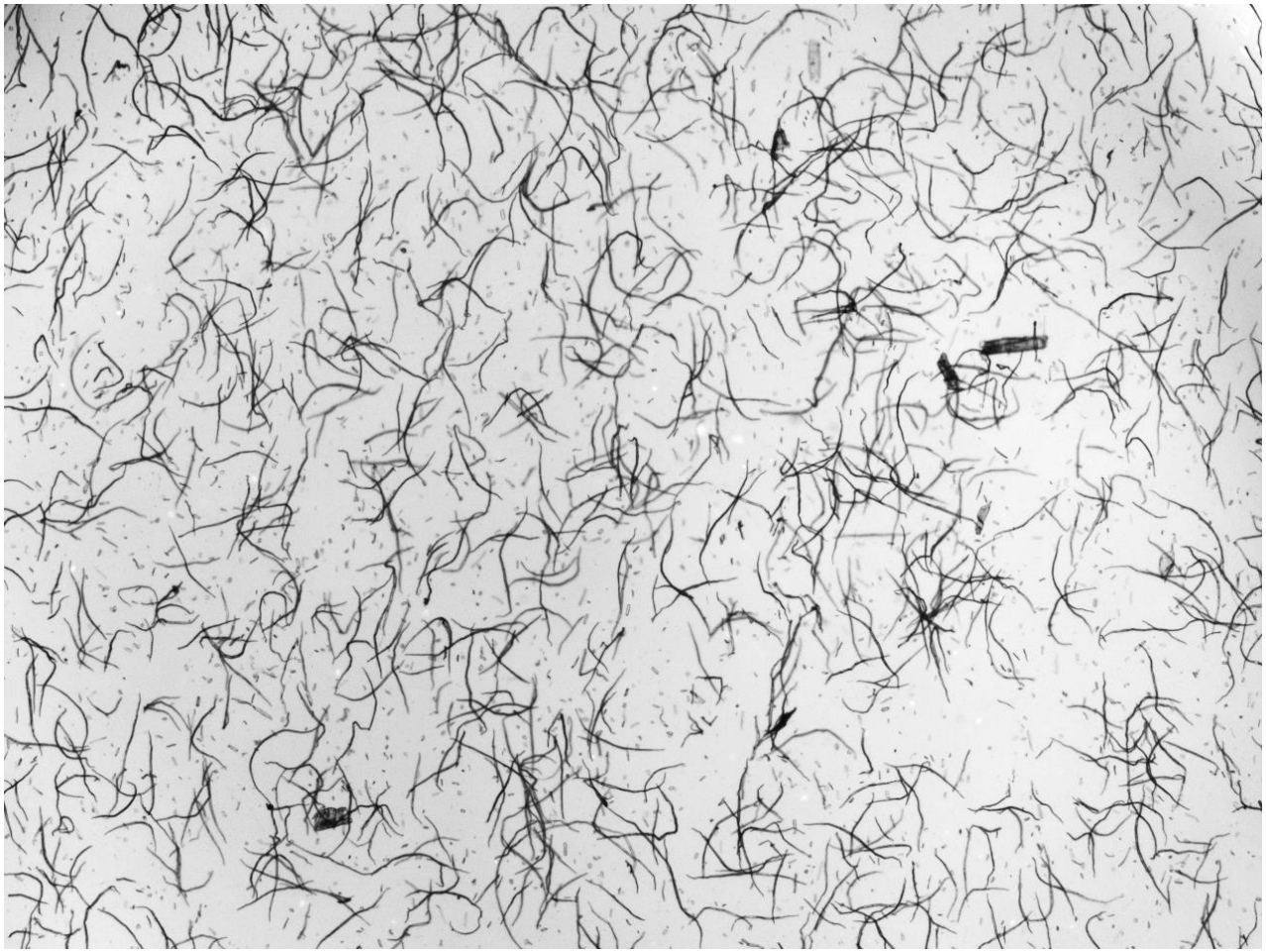
## *11.1. Imagens em microscopia ótica*

## *11.2. Imagens em microscopia eletrônica*

# *12. Palavras de Encerramento de Celso Foelkel*

# *13. Referências de Literaturas Técnicas e Científicas*



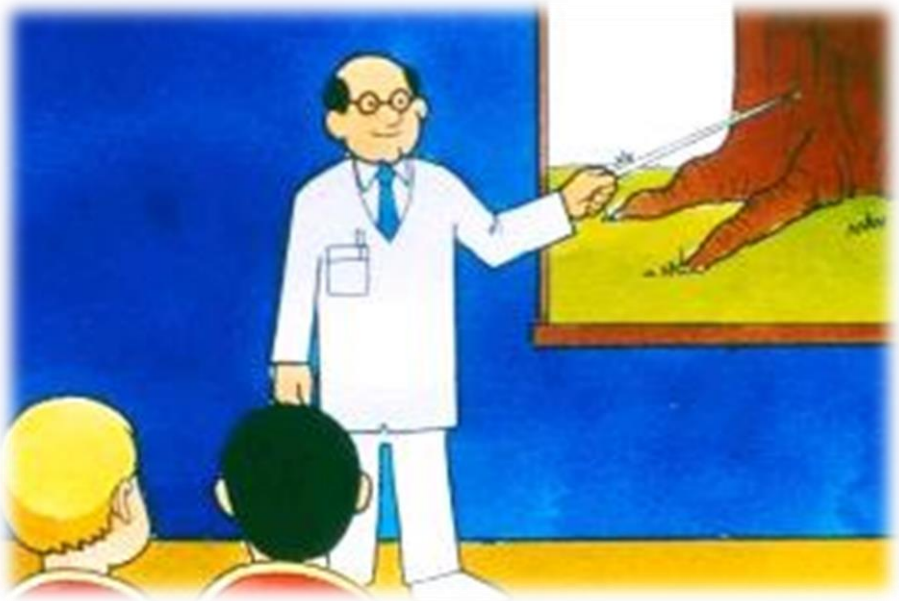


***Fibras, elementos de vaso, fragmentos de fibras e finos parenquimatosos em polpa de eucalipto***

**Em geral se chamam a esses elementos de fibras celulósicas, mas eles são muito mais que apenas fibras**

**No caso das polpas obtidas de folhosas, estão sempre presentes nas polpas: fibras da madeira, elementos de vaso e células de parênquima**

## *Tema 1: Assim é a Madeira – Principal Fonte das Fibras e Polpas*



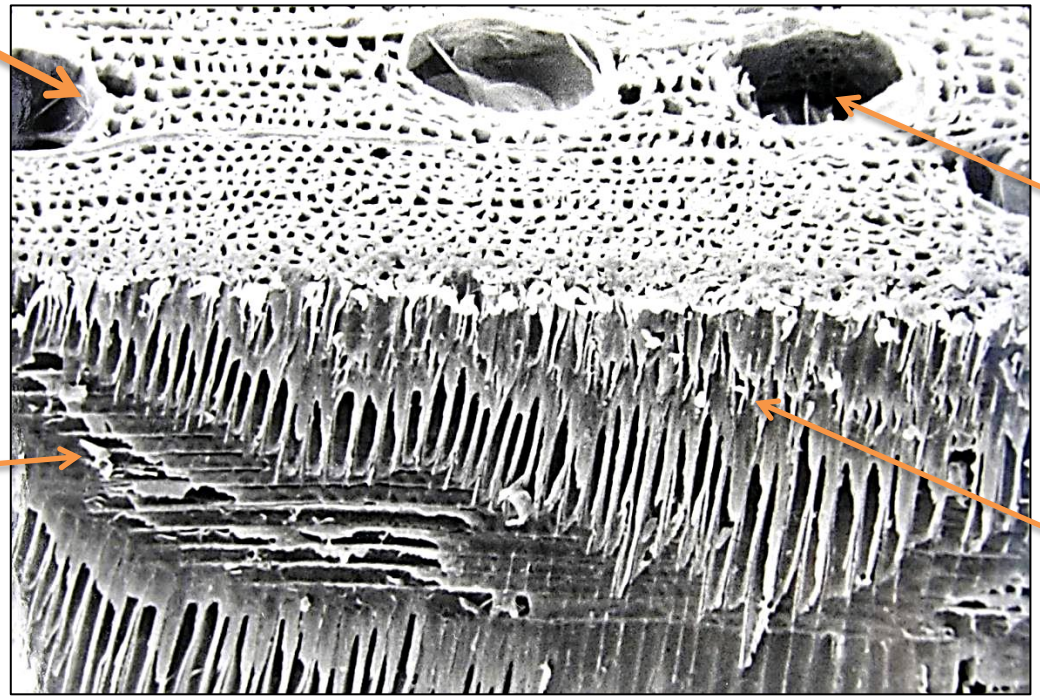
***A madeira é um material natural, heterogêneo, anisotrópico, utilíssimo, biodegradável e muito abundante na Natureza***

***Madeira é formada por vegetais superiores, denominados de Ginospermas (Coníferas) e Angiospermas dicotiledôneas (Folhosas). As madeiras são formadas por células especializadas de natureza meristemática ou embrionária***

***Apesar de as madeiras serem heterogêneas, elas possuem poucos elementos estruturais principais em sua constituição:***
***Fibras libriformes, traqueídos, elementos de vaso, células de parênquima, células formadoras de resinas e de gomas (extrativos)***

***Dentro de um mesmo gênero ou espécie taxonômica, as madeiras e seus constituintes anatômicos (incluindo as fibras celulósicas de suas polpas) podem guardar semelhanças e através das suas estruturas é possível se diferenciar as mesmas através de técnicas macro ou microscópicas***

**Parênquima axial**

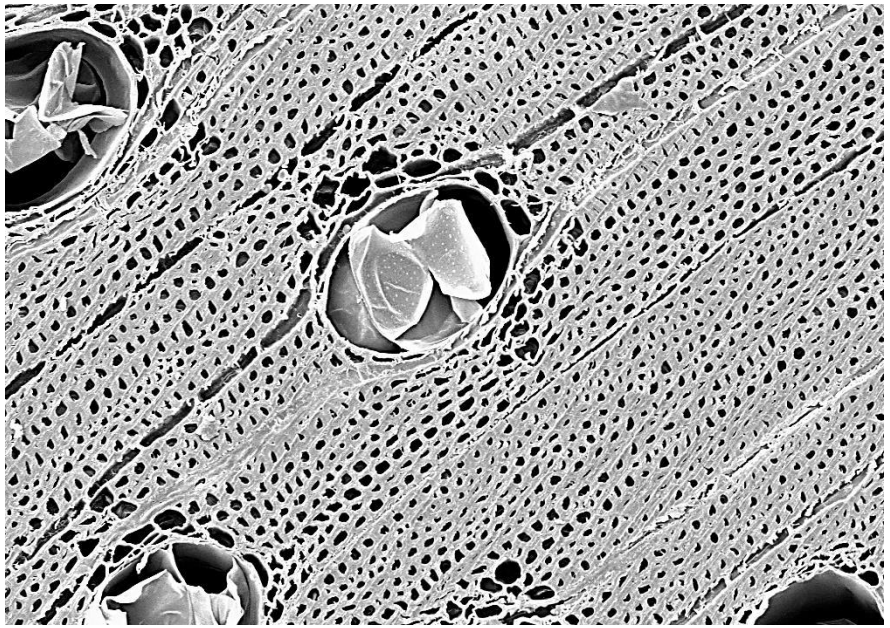


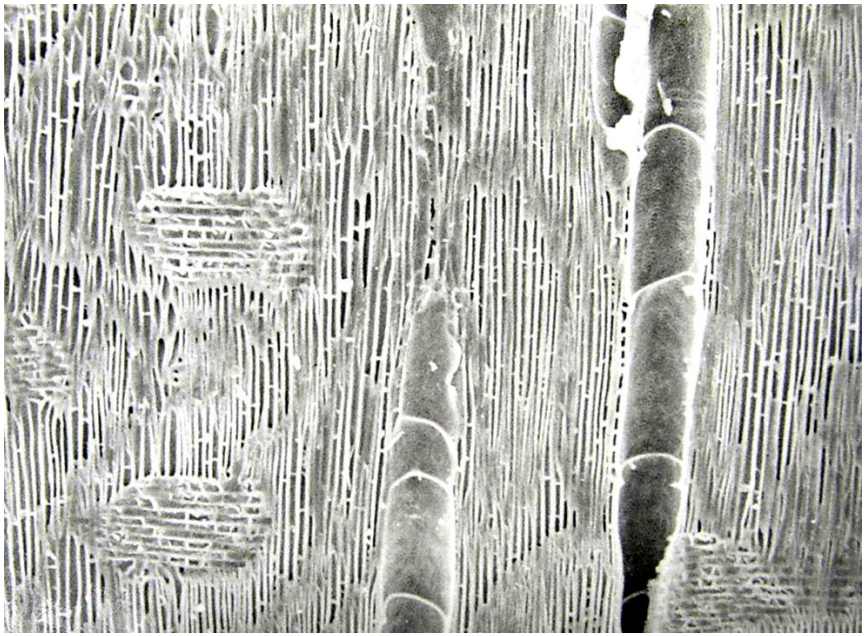
**Vaso**

**Parênquima radial**

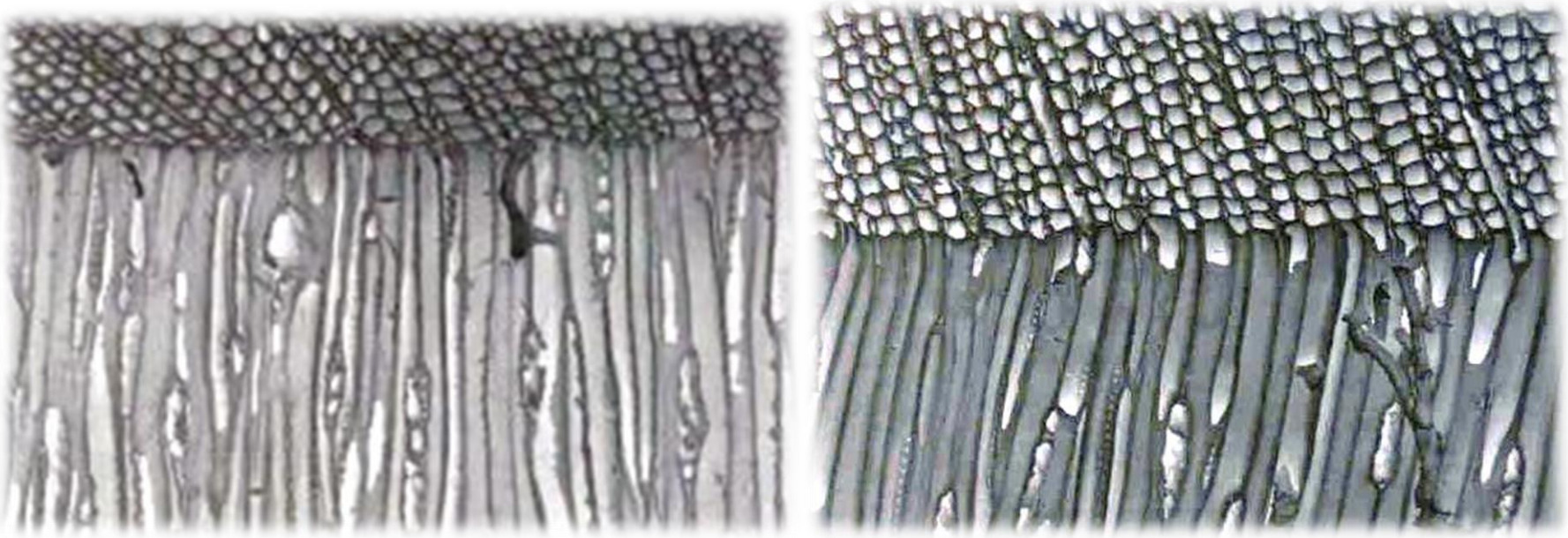
**Fibras**

**Constituintes anatômicos das madeiras de folhosas (*hardwoods*)**

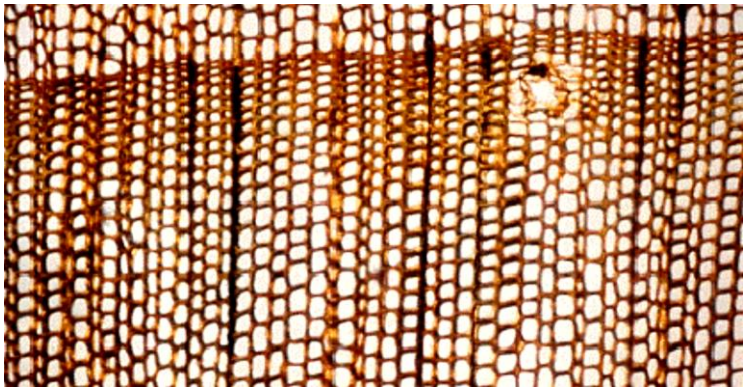




**Madeira do Eucalipto (Folhosa)**
**Seções transversal e longitudinal radial**



**Madeira de Coníferas**
**(*Pinus* & *Araucaria – na ordem das fotos acima*)**



**Madeira de Coníferas**
**Seções: transversal e longitudinais**

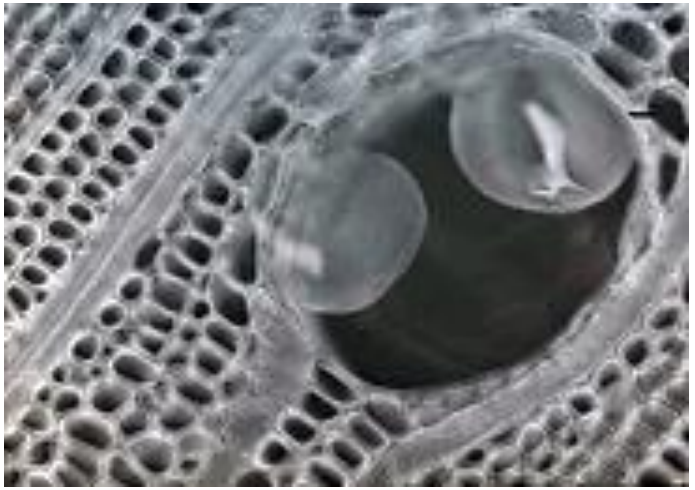
***Madeira eucalipto***

***(% em Volume)***

***15% Vasos***

***15% Parênquimas***

***70% Fibras***



***Celulose Eucalipto***

***(% em Peso)***

**6 – 8% Finos**

**2 - 4% Vasos**

**90% Fibras**

***Da madeira...***
***até a polpa celulósica...***

# *Da madeira até a polpa celulósica*

***Madeira Pinus***

***(% em Volume)***

***3% Canais de resina***

***7 – 9% Parênquimas***

***90% Fibras***

***Celulose Pinus***

***(% em Peso)***

**2 - 4% Finos**

**95 - 96% Fibras**

## *Tema 2: Identificação e Quantificação de Fibras em Polpas e Papéis*

**A identificação de fibras celulósicas em polpas ou em papéis consiste em um tipo de conhecimento bastante especializado**

**As atividades envolvidas exigem conhecimentos técnicos e científicos e muita experiência do analista**

**Identificar e quantificar os tipos de fibras presentes em polpas e papéis se tornam necessárias em situações como:**

- **Razões de natureza judiciais ou forenses, quando existe alguma demanda de alguém (pessoa física ou jurídica) em relação a outro**

- **Concorrência no mercado, quando um produtor deseja conhecer como estão constituídos os produtos dos concorrentes**

- **Resgate histórico da composição de produtos papeleiros fabricados em épocas passadas por diferentes culturas da nossa civilização.**
  **Isso costuma ser praticado por historiadores do papel, cuja finalidade é a de buscar entender sobre os tipos de matérias-primas fibrosas que um determinado povo utilizava para fabricar os papéis presentes em livros, documentos, etc.**

**Existem diversas obras clássicas sobre identificação de fibras papeleiras de origem natural e também de outras fibras chamadas de artificiais por serem produzidas pelos humanos (rayon, poliéster, viscose, lyocell, etc.)**

**Na seção final dessa edição, onde disponibilizamos inúmeras obras para leitura via endereços e links de web, existem diversos materiais que abordam essa temática com detalhes**

**A quantificação de fibras consiste na determinação da proporção da presença de dois ou mais tipos de fibras em papéis ou em polpas de mercado**

**Essa determinação é mais complexa e necessita de muito conhecimento e prática, tanto para identificar os componentes da mistura de fibras, como também para calcular a proporção em peso que cada um participa nela**

**Além disso, no caso dos papéis, temos em sua composição não apenas fibras celulósicas, mas também: cargas minerais, colas, alvejantes, etc.**

**De forma geral, a identificação das fibras é realizada através de microscópios (óticos ou eletrônicos)**

**Os materiais são amostrados para análise, são desagregados com cuidados especiais para individualizar as fibras sem danificar as mesmas**

**Para a preparação das lâminas microscópicas, alguns analistas usam corantes especiais para ressaltar os componentes e facilitar a visualização e contagem dos mesmos**

**Para a identificação pura e simples dos componentes presentes, basta apenas ir ao microscópio e avaliar o que está presente, sem se preocupar em quais proporções ocorrem**

**Para estudos de quantificação são necessários cálculos matemáticos e pesagens dos materiais em estudo**

**A primeira etapa da quantificação é se preparar uma folha de papel em formador laboratorial com uma consistência a mais exata possível, em geral de 1 g/m²**

***Com essa gramatura os elementos anatômicos ficam dispersos e não existe na verdade uma folha, apenas fibras colocadas sobre a tela do formador***

***Remove-se a tela, seca-se a mesma em estufa sem circulação de ar para não se perder fibras***

***Depois, usa-se uma fita adesiva transparente (tipo durex ou scotch) para recolher áreas de elementos anatômicos. Cada área possui certo peso de polpa seca, que se calcula com base em uma regra de três simples, já que se sabe que cada metro quadrado da suposta folha teria 1 grama seca.***

***Por exemplo: ao se retirar da folha uma área de 2 cm², teremos aderidas à fita adesiva a seguinte quantidade de material fibroso:***

***1 g ---------- 1 m² ---------- 10.000 cm²***
***X ---------- 2 cm²***

***X = 0,2 mg de material seco fibroso***

## Identificação de Fibras

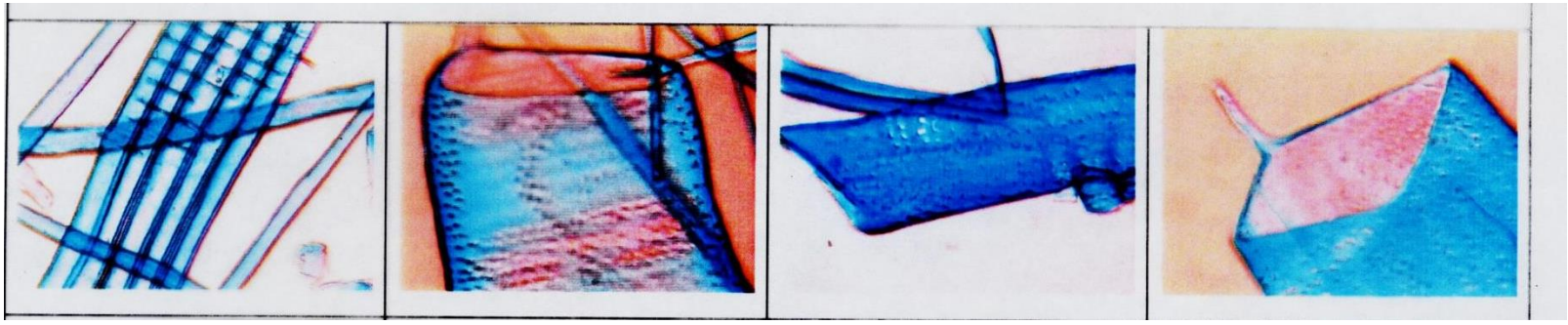
**A identificação de fibras tem duas finalidades básicas:**

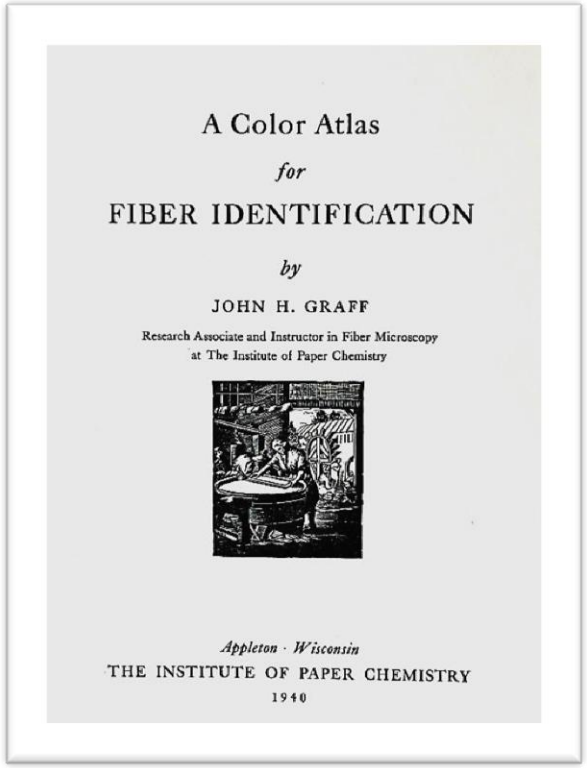
- **Qualificar as matérias-primas fibrosas presentes em uma determinada polpa comercial ou em algum papel**

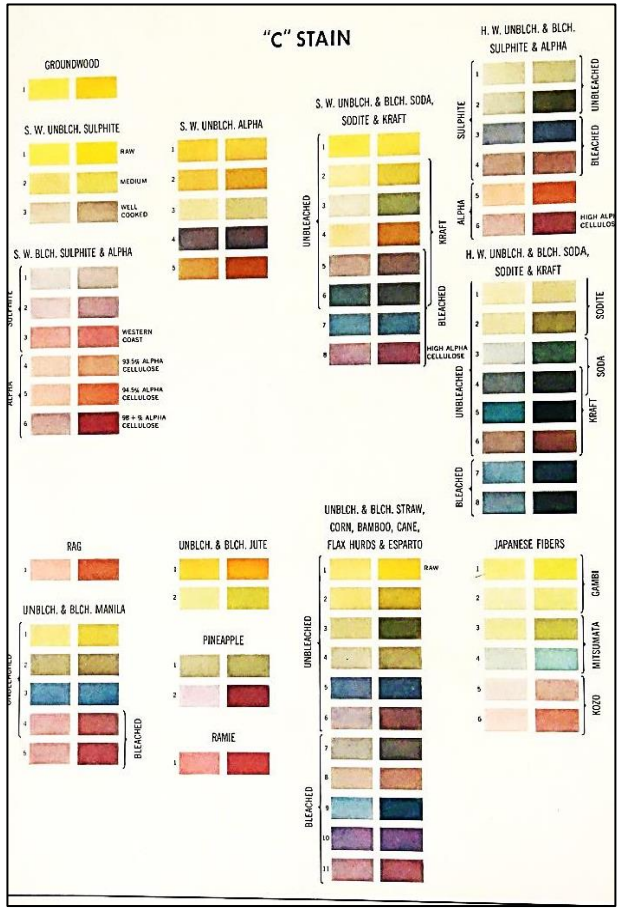
- **Qualificar o processo de produção de cada um dos constituintes das polpas ou papéis, uma vez que costuma acontecer misturas de fibras produzidas por processos distintos, em especial no caso dos papéis.**
  **Muitos papéis, como o caso dos papéis *tissue* podem conter tanto polpas kraft de fibras longas e curtas e também alguma adição de pastas de alto rendimento.**
  **Existem corantes especiais que ajudam na separação das fibras em função do processo pelo qual foram produzidas.**

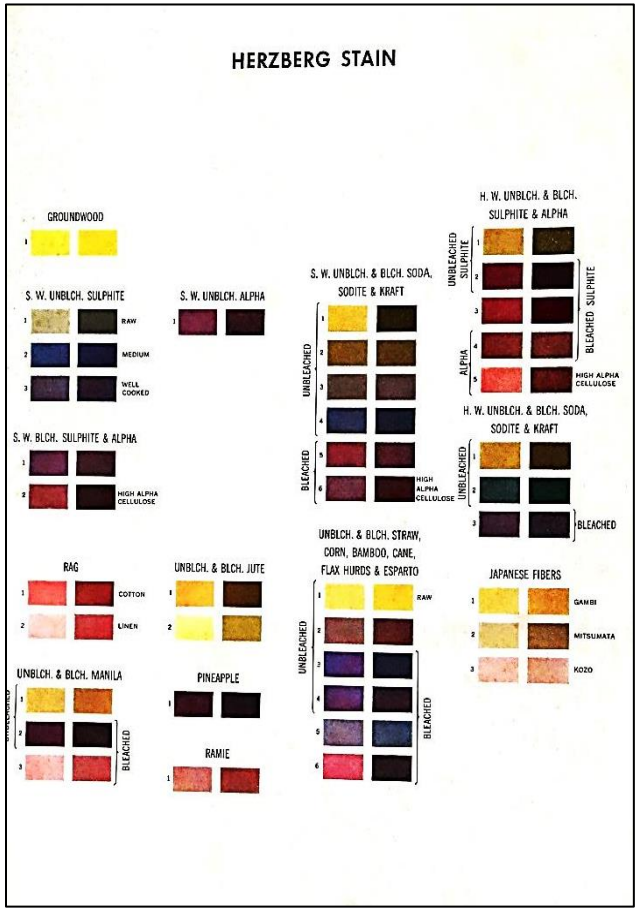
**Existem dois tipos de corantes muito utilizados para identificar o processo de fabricação de polpas celulósicas: Graff C e Herzberg**

**A composição química de cada um desses corantes, sua preparação e maneira de usar e avaliar os resultados podem ser encontradas em diversas de nossas referências de literatura na seção final dessa nossa newsletter. Nessa seção, existem referências de obras e de procedimentos padronizados tipo normas da TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry, como da ISO – International Organization for Standardization.**






***Fonte:*** ***A color atlas for fiber identification. John H. Graff***

**A identificação de fibras objetiva conhecer quais as matérias-primas fibrosas que estão presentes na composição de algum papel ou polpa de mercado**

**Existem inúmeras possibilidades de fibras celulósicas de madeiras estarem nesses produtos, seja individualmente ou misturadas até mesmo com fibras de materiais não-lenhosos, como babaçu, bagaço de cana, palha de cereais, etc.**

**O analista que executa a avaliação em geral dispõe de um Atlas de Fibras para melhor identificar o que for encontrando. Na maioria das vezes, as polpas comerciais possuem um único tipo de material fibroso: *Eucalyptus*, *Pinus*, *Betula*, *Populus*, etc.**

**Outras vezes, são encontradas não apenas material fibroso de coníferas como também de folhosas**

## O mesmo acontece com os papéis, piorada a situação de identificação pela presença de outros componentes meramente químicos

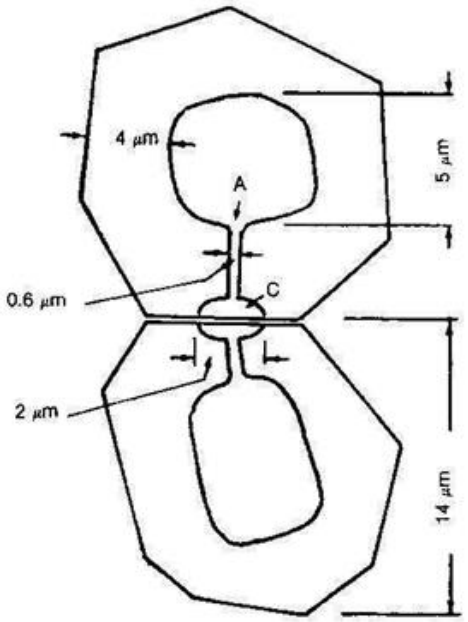
**As principais características das fibras que são usadas na identificação das mesmas são as seguintes:**

- **Dimensões das fibras, elementos de vaso, células de parênquima, seja em seu comprimento como largura**

- **Presença ou não de elementos de vaso. Como as coníferas não possuem elementos de vaso, quando eles não são encontrados nas amostras, há indicação que somente madeiras de coníferas foram utilizadas para fabricação. RESTA AGORA SABER QUANTAS FORAM & QUAIS?**

- **Características em destaque nas fibras, elementos de vaso e células de parênquima. Cada grupo ou família taxonômica vegetal possui atributos muitas vezes únicos, que permitem ao analista chegar a identificar com exatidão o gênero ou a espécie vegetal das polpas sendo analisadas.**

**Pontuação aureolada conectando duas fibras**

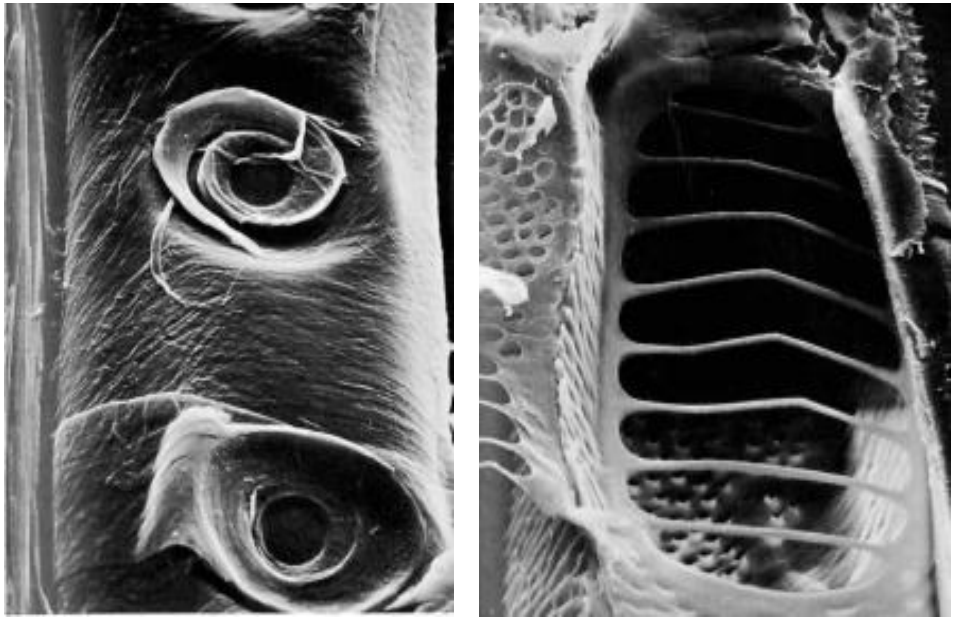


- **As pontuações são diminutos orifícios que conectam uma fibra à outra, ou a um elemento de vaso ou a células de parênquima. Eles podem ter forma e dimensões bem características, conforme a matéria-prima fibrosa.**

- **A forma, o número, as dimensões e a distribuição das pontuações em fibras, traqueídos, elementos de vaso e células de parênquima permitem na maioria das vezes a identificação dos materiais presentes nas polpas e/ou papéis**

- **Conforme os elementos anatômicos sendo conectados pelas pontuações, elas podem ter distintos formatos, frequências e distribuições**

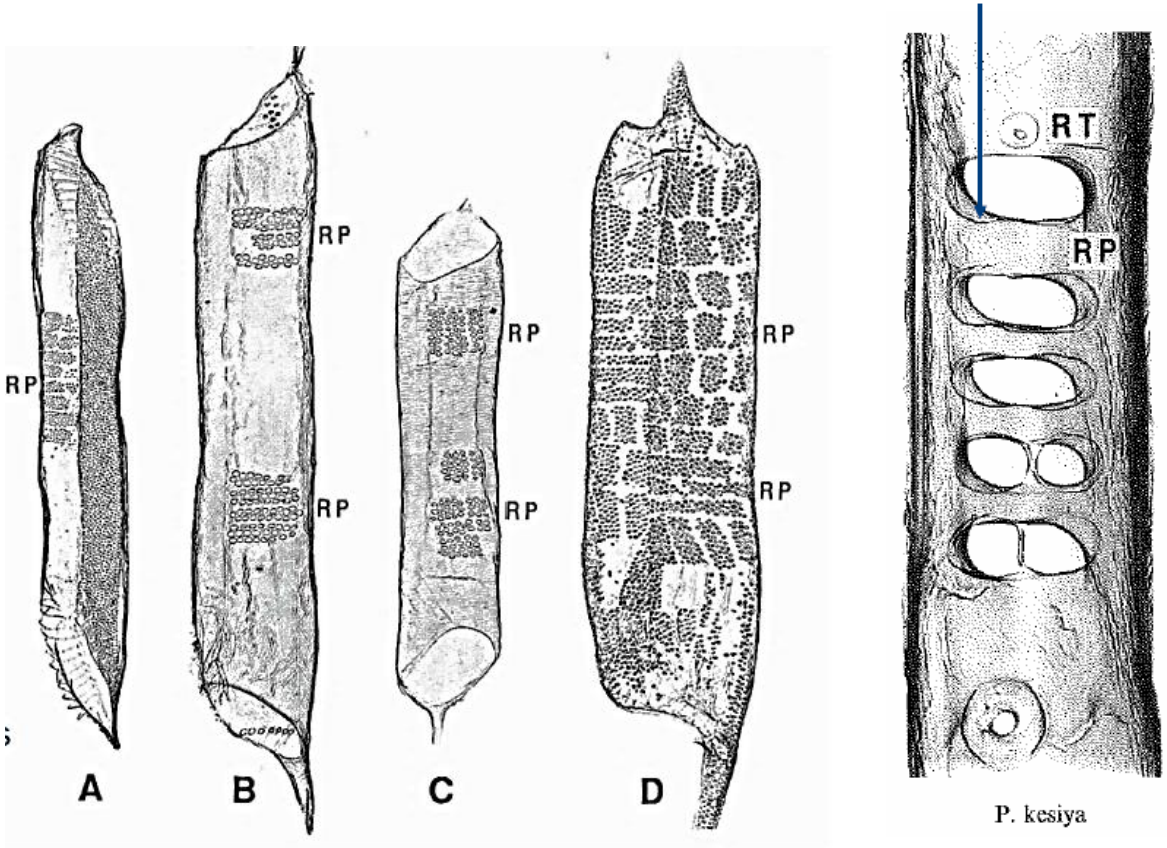
***Pontuação:* Aberturas nas paredes de células contíguas que permitem a comunicação entre elas, facilitando a migração da seiva e do licor de cozimento**



**Pontuações e Elementos de Vaso**

**Alguns dos principais referenciais para identificação de fibras**

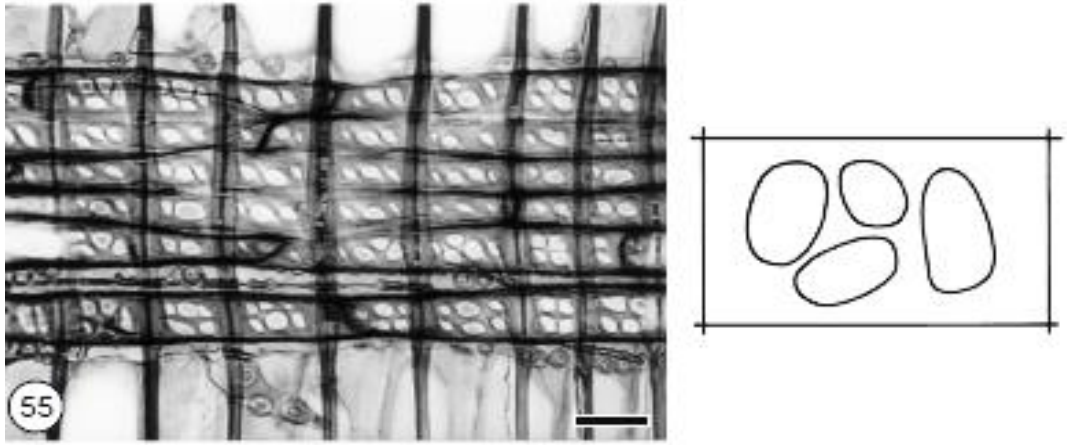
***Fonte:*** https://www.iawa-website.org/uploads/soft/download/pdf/IAWA%20Bulletin%201971_1.pdf



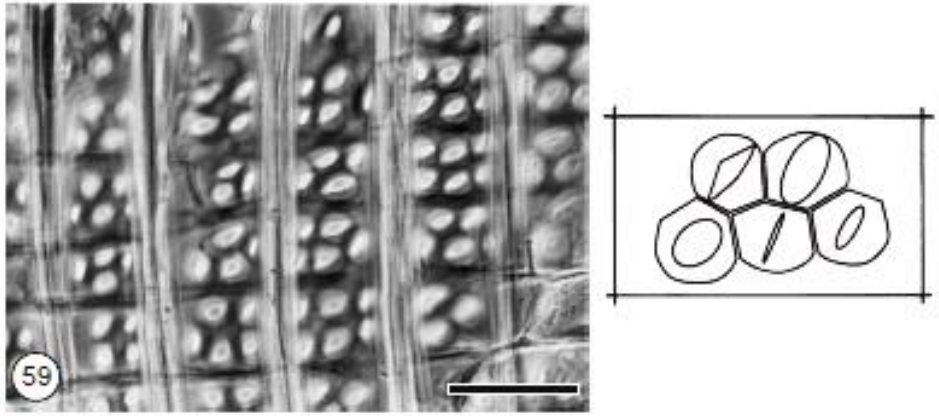

***Pontuações em elementos de vaso***

https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/fibre-testing-for-paper-and-board-products-pdf.pdf

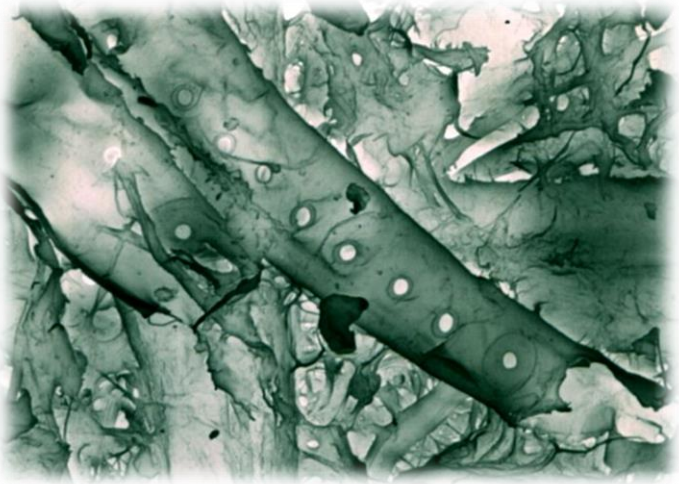
## Um mesmo elemento anatômico pode ter mais de um tipo de pontuações, desde que se interconecte com tipos de células diferentes



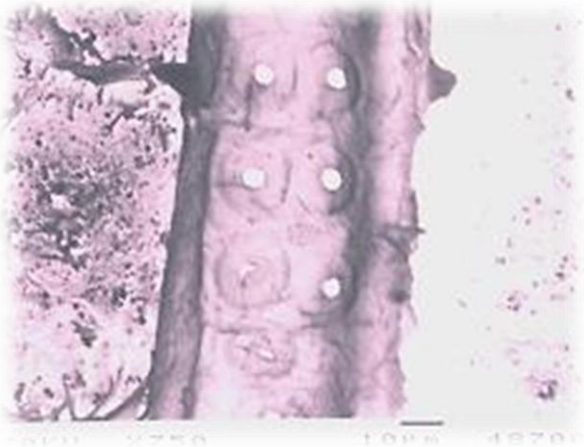

**Pontuação pinoide em *Pinus***



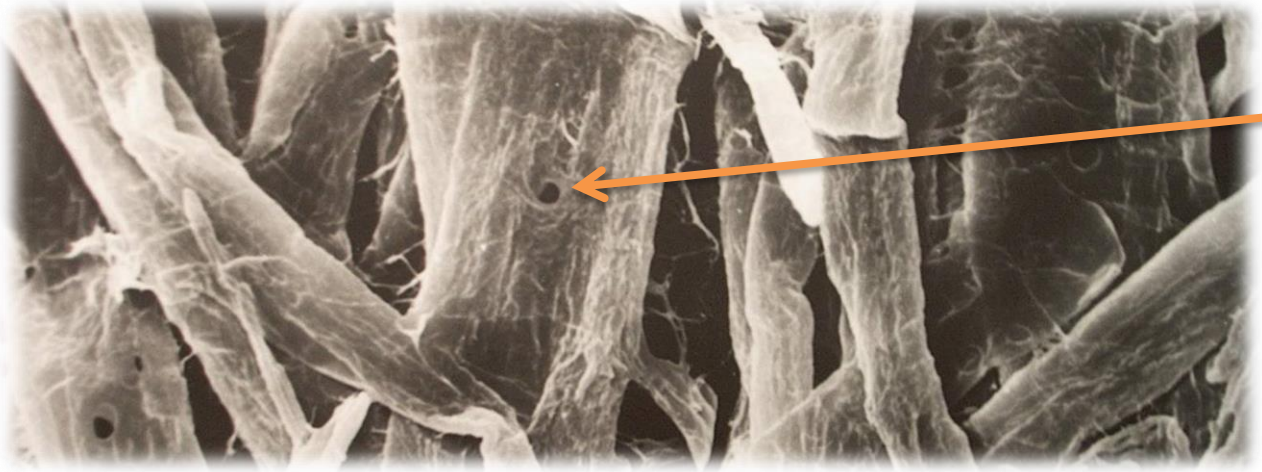

**Pontuação Araucarioide em *Araucaria***



**Tipo/frequência de pontuações são indicadores de espécies florestais**

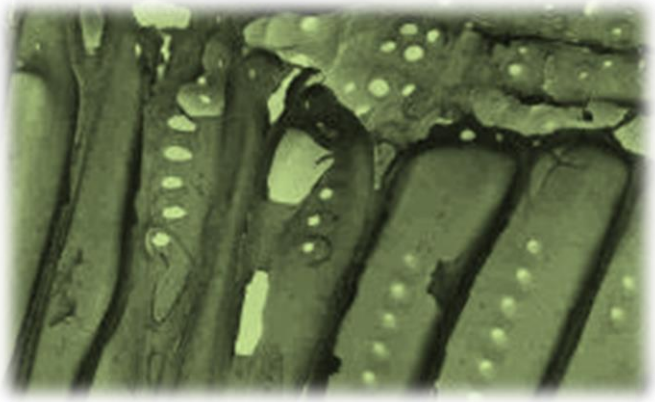


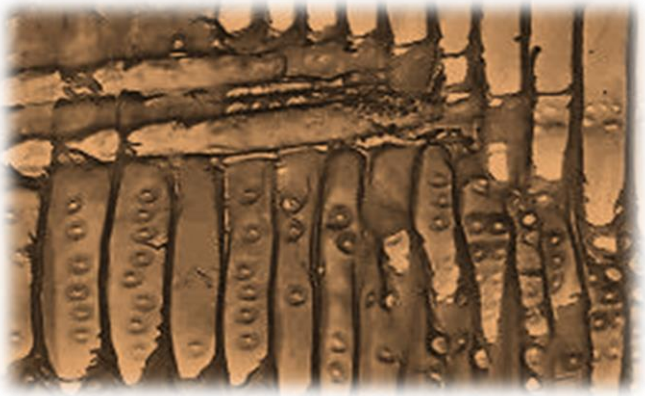
***Pontuação aureolada de Pinus***



**Pontuação simples em *Eucalyptus***

***Araucaria***





***Pinus***

***Madeiras de Araucaria angustifolia e Pinus caribaea - Diferenças nas pontuações permitem identificar presença de suas fibras nas polpas***

***Os elementos de vaso, quando presentes, também possuem características que podem ser únicas para um determinado gênero ou espécie vegetal***

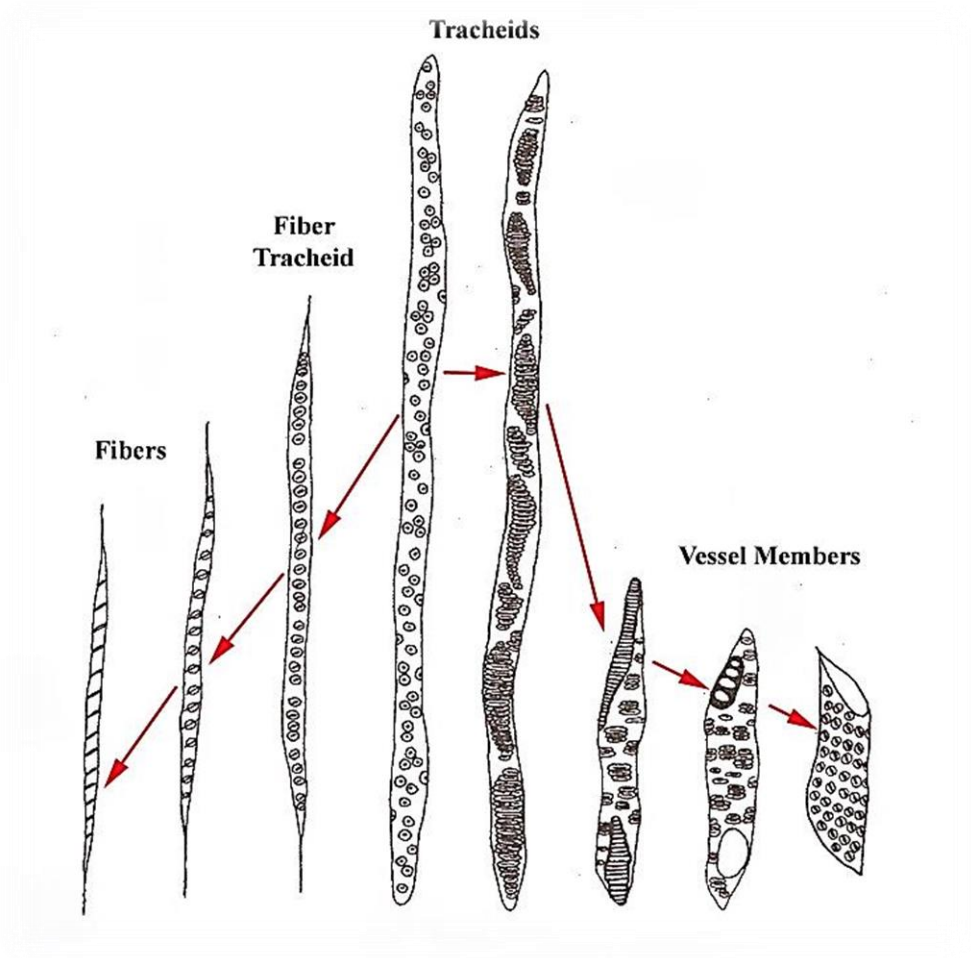
**Dentre esses elementos diferenciais se destacam os apêndices nas extremidades que se parecem com narizes ou espinhos e as pontuações que se mostram diferentes quando o vaso se conecta com fibras ou com células de parênquima**

***Como já foi dito, a ausência de elementos de vaso são fortes indicações de que se tenham apenas materiais de coníferas na composição.***

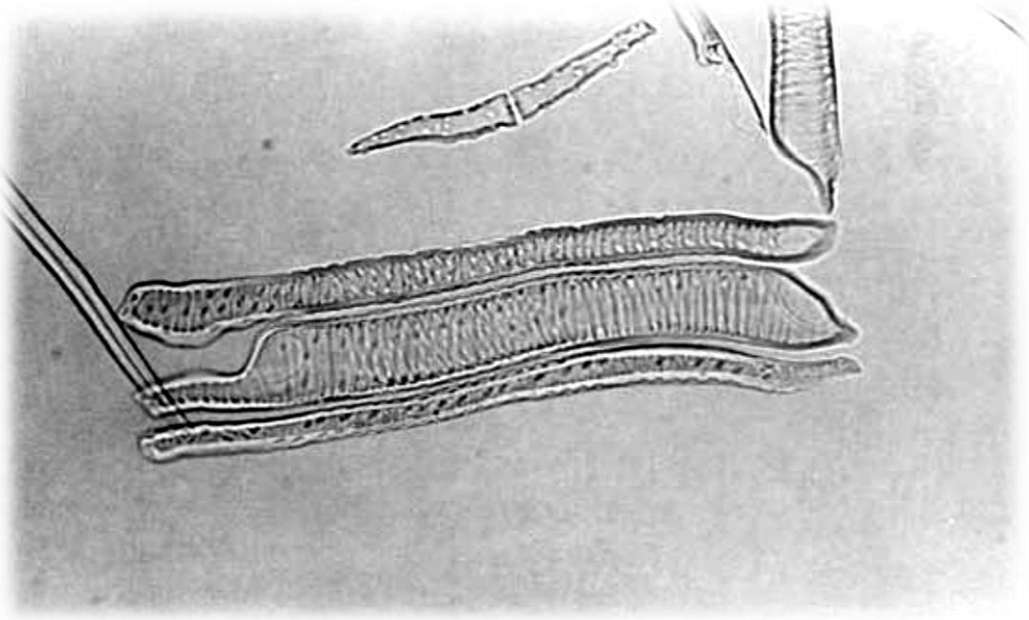
**Muitas vezes, o analista se confunde ao identificar como fibra de conífera uma estrutura de folhosa denominada Fibrotraqueído**

***Fibrotraqueídos são traqueídos com parede bem grossa e com inúmeras pontuações. São estruturas de suporte e sustentação, bem como de condução das coníferas.***

**Já os Traqueídos vasicêntricos são elementos anatômicos de folhosas que podem ser confundidos com traqueídos ou fibrotraqueídos. Eles em geral se encontram adjacentes aos elementos de vaso nas folhosas e possuem também funções de condução de seiva**




***Fonte:*** https://apps.jefpat.maryland.gov/woodandcharcoalid/Webpages-trees/LargeImages-Misc/vessel-members.htm



**Traqueídos vasicêntricos**

***Fonte:***

https://www.researchgate.net/publication/235782941_Wood_anatomy_of_the_dicotyledons_indigenous_to_New_Zealand_26_Rutaceae/figures?lo=1

**Existem chaves taxonômicas de natureza anatômica que ajudam bastante a encontrar o tipo correto de matéria-prima fibrosa presente, pois essas chaves associam um grande número de características diferenciais a serem observadas pelo analista e ir checando as concordâncias com essas chaves**

**Uma facilmente obtida e disponibilizada nessa nossa newsletter é a produzida pela TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry como um de seus standards**

**Disponível em:**
https://www.tappi.org/content/pdf/member_groups/wood%20products/0101r100.pdf

**Apresentada em resumo com quadros de diferenciação de fibras:**

**Table 2.1 Summary of diagnostic information[a] used for the identification of softwoods in pulp**

| Cell Types and Features[b] | Longitudinal Tracheids (Fibers) | | | | | | | | Ray Tracheids |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Spirals | | Cross-Field Pitting | | | | | | |
| Common Name of Species or Genus | Present | Fenestriform | Pinoid | Piceoid | Taxodioid | Cupressoid | Present | Dentate | |
| Baldcypress | | | | | + | S | | | |
| Cedar, Incense- | | | | | | + | R | | |
| N. White- | | | | | + | | R | | |
| W. Red- | | | | | + | | R | | |
| S. White- | | | | | | + | R | | |
| Alaska- | | | | | | + | + | | |
| Port-Orford- | | | | | | + | R | | |
| Douglas-fir | + | | | + | | | + | | |
| Firs | | | | | + | | S | | |
| Hemlocks | | | | + | | + | + | | |
| Larches | S LW | | | + | | | + | | |
| Pine, White | | + | | | | | + | | |
| Sugar | | + | | | | | + | | |
| Red, Scots | | + | | | | | + | + | |
| Yellow | S LW | | + | | | | + | + | |
| Caribbean | | | + | | | | + | + | |
| Monterey | | | + | | | | + | + | |
| Parana | | | | | | + | | | |
| Podocarp | | ± | | ± | ± | ± | | | |
| Redwood | | | | | + | | | | |
| Spruces | | | | + | | | + | | |

[a] +—The feature is typical of the species/genus
S—The feature is present only sporadically
R—The feature is rarely present
LW—In latewood fibers only
± —Varies with species

[b] See also references 3-11



**Table 2.2 Summary of diagnostic information[a] used for the identification of hardwoods in pulp**

| Cell Types and Features[b] | | | | | | | | | | | | | | | Tracheids |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Vessel Elements | | | | | | | | | | | | |
| | | | Perforation Plates | | | | | Intervessel Pitting | | | Ray Pitting | | | | |
| Common Name of Species or Genus | Distribution | Spirals | Simple | Scalariform <10 BARS | Scalariform >10 BARS | Opposite | Alternate | Linear | Scalariform | Heterocellular | Homocellular | Vasicentric | Vascular | | |
| Albizia | DP | | + | | | | + | | | | + | | | | |
| Alder | DP | | | | >15 | S | + | | | A | + | | | | |
| Anthocephalus | DP | | + | | | | + | | | + | | | | | |
| Ash | RP | | + | | | | + | | | | + | + | | | |
| Aspen | SR | | + | | | | + | | | | + | | | | |
| Basswood | DP | + | + | | | | + | | | | + | | | | |
| Beech | DP | | + | S LW | | | + | | | S | + | | | | |
| Birch | DP | | | | >15 | | + | | | | + | | | | |
| Buckeye | DP | ± | + | | | | + | | | + | + | | | | |
| Butternut | SR | | + | | | | + | | | S | + | | | | |
| Catalpa | RP | ± | + | | | | + | | | S | + | | | | |
| Cherry | SR | + | + | | | | + | | | S | + | | | | |
| Cottonwood | SR | | + | | | | + | | | | + | | | | |
| Elm | RP | + LW | + | | | | + | | | | + | | + | | |
| Eucalyptus | DP | | + | | | | + | | | + | + | + | | | |
| Gmelina | DP | | + | | | | + | | | + | | | | | |
| Hackberry | RP | + LW | + | | | | + | | | + | | | + | | |
| Hickory, True | RP | | + | | | | + | | | S | + | | | | |
| Hickory, Pecan | SR | | + | | | | + | | | S | + | | | | |
| Holly | DP | + | | | >15 | + | | | | + | S | | | | |
| Kentucky Coffeetree | RP | + LW | + | | | | + | | | | + | | | | |
| Locust, Black and Honey- | RP | + LW | + | | | | + | | | S | + | | | | |
| Magnolia, Cucumber | DP | R | + | R | | | | + | + | + | + | | | | |
| Magnolia, Southern | DP | + | | + | S | | | + | + | + | + | | | | |
| Maple | DP | + | + | | | | + | | | | + | | | | |
| Oak, Red | RP | | + | | | | R | | | | + | + | | | |
| Oak, White | RP | | + | | | | R | | | | + | + | | | |
| Oak, Live | SR | | + | | | | R | | | | + | + | | | |
| Pacific Madrone | DP | + | | + | | | + | | | + | S | | | | |
| Redgum (Sweetgum) | DP | Tips | | | >15 | + | | + | S | + | + | | | | |
| Sassafras | RP | | + | S LW | | | + | | | + | + | | | | |
| Sycamore | DP | | + | S LW | | S | + | | | | + | | | | |
| Tanoak | DP | | + | | | | R | | | A | + | + | | | |
| Tupelo, Blackgum | DP | Tips | | | >15 | + | | S | | + | | | | | |
| Tupelo, Water | DP | S Tips | | | >15 | + | | S | | + | | | | | |
| Yellow-poplar | DP | | + | + | S | + | | S | S | + | + | | | | |
| Walnut, Black | SR | | + | | | | + | | | S | + | | | | |
| Willow | SR | | + | | | | + | | | + | | | | | |

[a] +—The feature is typical of the species/genus
S—The feature is present only sporadically
R—The feature is rarely present
LW—In latewood vessel elements only
A—Aggregate ray
RP—Ring-porous wood
DP—Diffuse-porous wood
SR—Semi-ring-porous wood

[b] See also references 3-11

## Quantificação dos elementos anatômicos em polpas ou papéis

**Quantificar fibras em polpas ou papéis se refere a encontrar a mais correta proporção possível entre os tipos ou espécies de materiais fibrosos presentes**

**A quantificação pode ser feita por analistas em microscópios ou por medidores automáticos que têm uma ação mais limitada e imprecisa. Eles podem diferenciar a presença de elementos de coníferas e folhosas, mas têm dificuldades em identificar sem o auxílio do analista quais são os materiais e as suas proporções.**

**Logo, ao se usar medidores automáticos, sempre se deve completar com uma avaliação complementar do laboratorista**

**Com o sempre existe variabilidade entre as avaliações, sugere-se que sejam tomadas amostras representativas e que o número de repetições seja levado em conta em função dessa possível variabilidade dos resultados**

***Quanto maior a variabilidade, mais repetições devem ser realizadas, podendo se determinar esse número de repetições a se fazer com base nas teorias de probabilidades estatísticas***

**Sugiro também manter o mesmo analista para obtenção dos dados de quantificação numérica**
**Esse analista deve ser bem treinado e conhecer muito bem o microscópio e as características das fibras, mesmo que esteja usando um Atlas de Fibras para ajudar a caracterização e identificação dos materiais fibrosos de diferentes tipos**

**A quantificação depende muito do peso e da quantidade de cada tipo de polpa, já que fibras de diferentes tipos possuem pesos unitários diferentes**

**Os analistas devem então descobrir quais são os materiais fibrosos presentes na amostra sendo avaliada**

**Seu primeiro passo é verificar se na amostra só existe um ou mais tipos de materiais fibrosos**

**Também pode checar pela presença ou não de vasos, se se trata de uma amostra de fibras longas apenas ou de uma mistura incluindo também fibras curtas de folhosas**
**E vice-versa**

**Descobertos os tipos de materiais fibrosos presentes, ele pode passar a avaliar as proporções entre eles na amostra**
**Para isso, o analista vai necessitar buscar na literatura os respectivos Fatores-Peso de cada material presente na amostra**

**Os Fatores-Peso são relações entre os pesos de cada tipo de material fibroso com um material considerado padrão e que recebe por isso mesmo um valor unitário (1) para seu fator-peso**

**Os demais materiais receberão fatores-peso maiores ou menores que 1, desde que sejam mais pesados ou mais leves em relação ao material padrão**

**Em um estudo sobre "Análise quantitativa de fibras celulósicas", logo a seguir citado como referência de literatura, realizamos a avaliação de Fatores-Peso de materiais fibrosos em uso no Brasil tendo a polpa kraft não branqueada de *Araucaria angustifolia* como valor padrão unitário (1)**

**O artigo publicado em questão é o seguinte:**

**Análise quantitativa de fibras celulósicas.** C.E.B. Foelkel; L.E.G. Barrichelo; V. Manfredi; R. Fazanaro. O Papel (Setembro): 59 – 64. (1976)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/An%E1lise%20quantitativa%20de%20fibras%20celul%F3sicas.pdf (em Português)

**Determinamos naquele estudo de 1976 os Fatores-Peso de diversos materiais, sendo que todos foram inferiores ao valor 1 da *Araucaria* que é uma fibra bem longa e pesada**

**Para finalidades de exemplificação, vamos utilizar os valores de Fator-Peso para as seguintes matérias-primas fibrosas:**

**Polpa kraft não branqueada de *Eucalyptus* = 0,27854**
**Polpa kraft não branqueada de *Pinus* = 0,66919**

**Isso indica que as fibras dessa polpa de *Pinus* são 2,4 vezes mais pesadas que as de eucalipto por unidade de comprimento de fibra**

**E também que uma fibra do eucalipto corresponderia a apenas 27,85% do peso de uma fibra de araucária**

**Vamos considerar um exemplo hipotético em que o analista recebe uma massa misturada com fibras kraft não branqueadas de *Pinus* e *Eucalyptus* e que essa massa seria utilizada para a fabricação de papel kraftliner**

**A ele se solicita determinar a proporção quantitativa entre fibras de *Pinus* e *Eucalyptus***

***Procedimento da avaliação:***

- **O analista começa sua avaliação produzindo uma folha de gramatura 1 g/m² conforme relatado anteriormente**
- **Ele dá continuidade tomando algumas áreas dessa folha com uma fita adesiva transparente**

- **Cada área recolhida é colocada em uma lâmina de vidro para ser levada à avaliação no microscópio ótico**
- **A ocular do microscópio possui uma seta ou um ponto fixo marcado nela para servir de referência conforme a lâmina é movimentada e esse ponto ou ponta da seta cruza os diferentes materiais fibrosos**
- **Ao longo de um determinado comprimento da lâmina percorrido pelo ponto referência são contadas quantas vezes se cruzam por fibras e vasos de eucalipto ou traqueídos de *Pinus***
- **No caso de fibras longas, o ponto do cursor pode cruzar a mesma fibra mais de uma vez. Não importa que isso aconteça: cada vez que o ponto cruzar por uma fibra ao se movimentar no sentido do comprimento da lâmina o valor é contado, não importa que seja da mesma fibra.**

***Vamos considerar que o analista fez 10 lâminas com fita adesiva, todas da mesma forma, a partir da folha de 1 g/m²***

***Na soma das contagens ele obteve:***

***Fibras contadas de Eucalyptus = 930***

***Fibras contadas de Pinus = 1.130***

**A proporção quantitativa entre os dois tipos de polpas para se fabricar o papel kraftliner será calculada como a seguir:**

| Polpa | Contagens | Nº x Fator Peso | Resultados |
|---|---|---|---|
| *Eucalyptus* | 930 | 930 x 0,27854 | 259,04 |
| *Pinus* | 1.130 | 1.130 x 0,66919 | 756,18 |
| Total | | | 1.015,22 |

**As proporções entre as duas polpas fibrosas será calculada a partir desses valores:**

**Proporção quantitativa em peso dos dois tipos de polpas fibrosas:**

***Eucalyptus* = [259,04: 1015,22] x 100 = 25,5%**

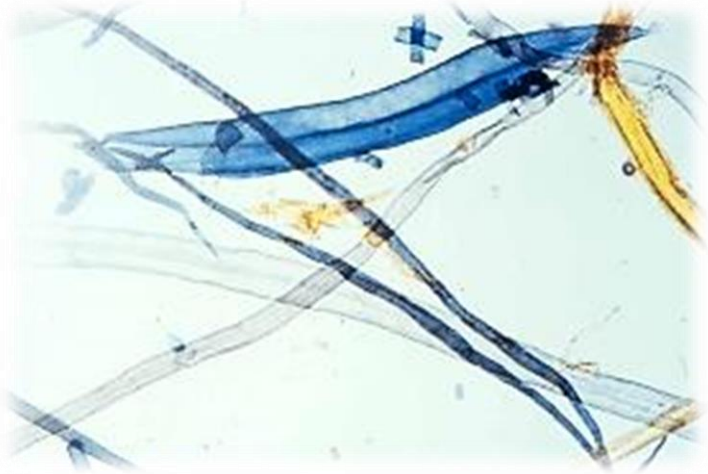
***Pinus* = [756,18: 1015,22] x 100 = 74,5%**

***Relativamente simples, não é mesmo?***

## *Tema 3: Imagens de Fibras e Polpas de Eucalyptus*

### *3.1 Imagens em microscopia ótica - Eucalyptus*

***Fibras, shives e elementos de vaso de Eucalyptus grandis***

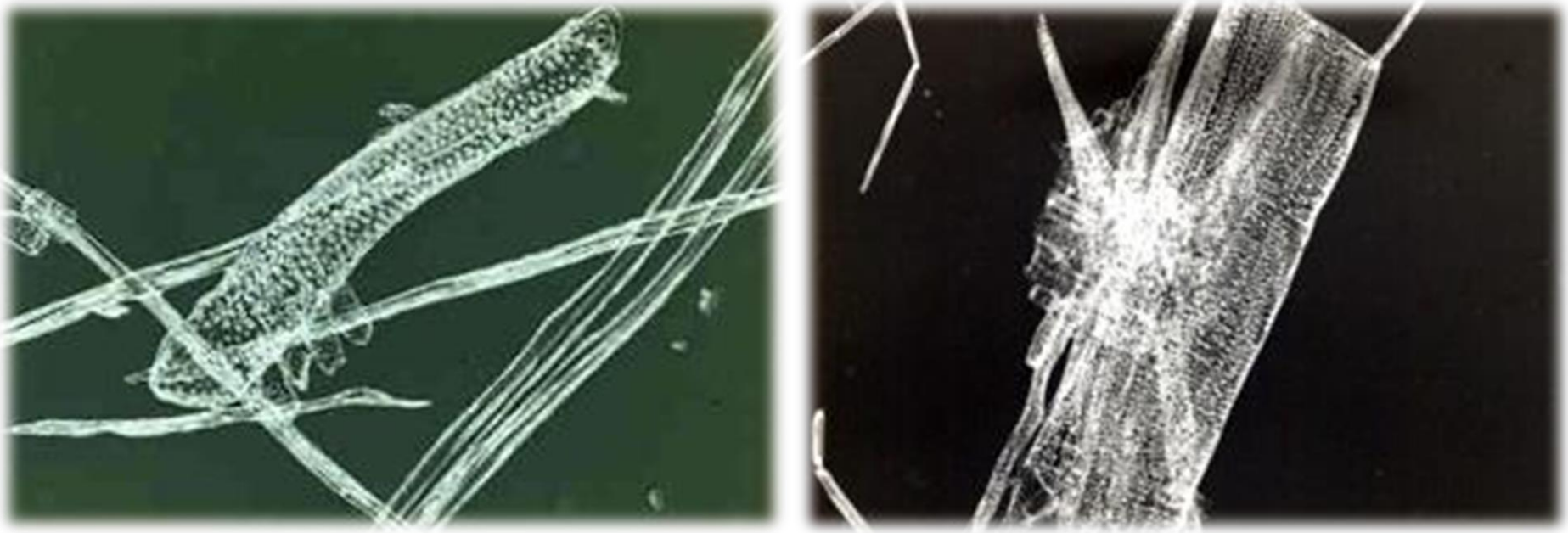


***Fibras e elementos de vaso de Eucalyptus grandis***

***Polpa kraft de eucalipto***

***Fibras e vasos em madeira macerada de eucalipto***

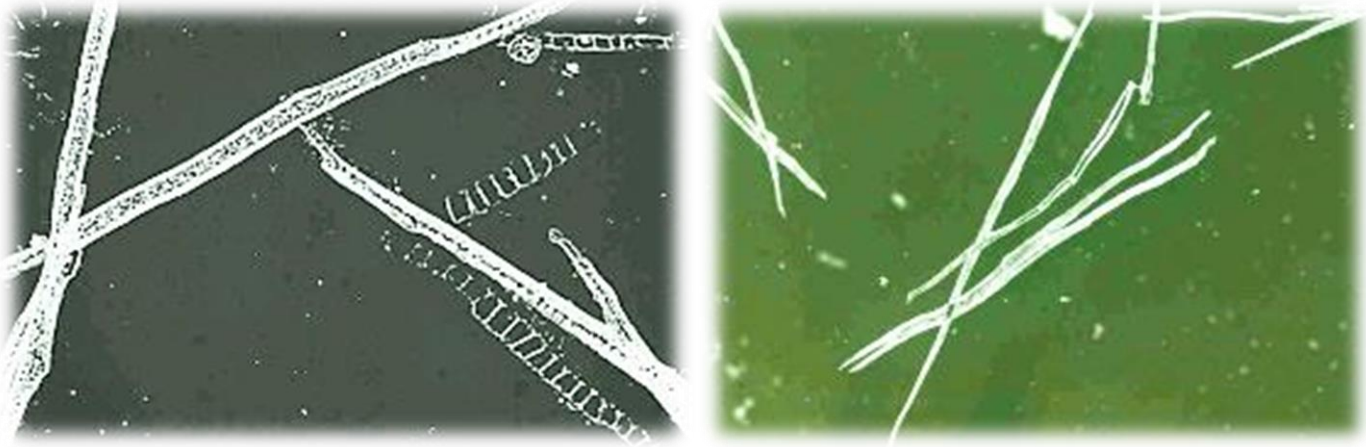
***Fibras e vasos em madeira macerada de Corymbia maculata***



***Elementos de vaso em Corymbia citriodora***

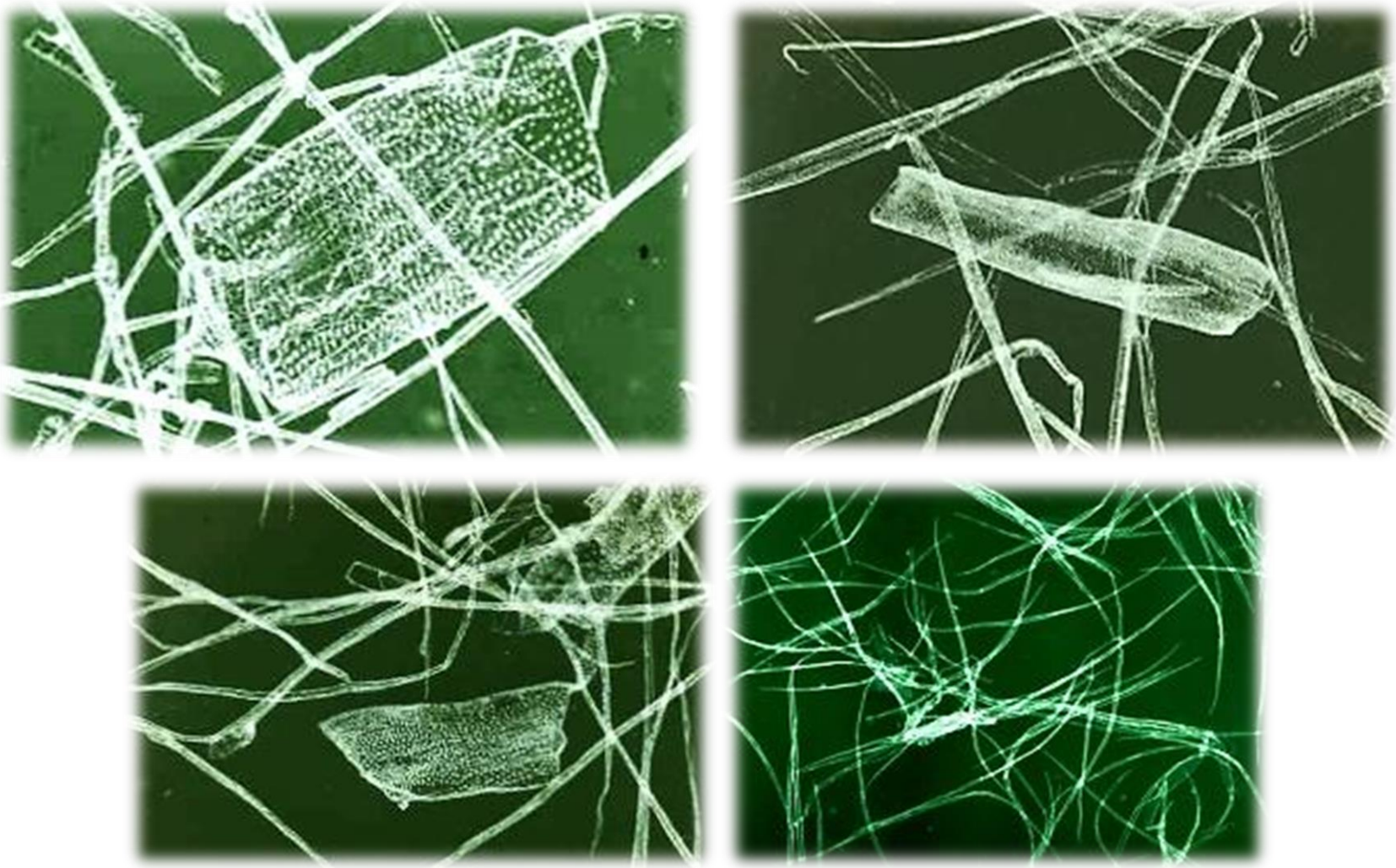
***Fibras e parênquima em Corymbia citriodora***

***Casca macerada Corymbia citriodora***



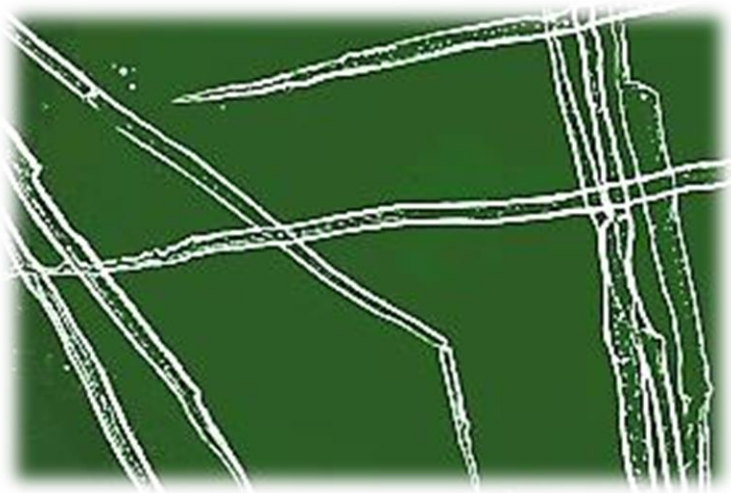
***Casca macerada Corymbia citriodora***

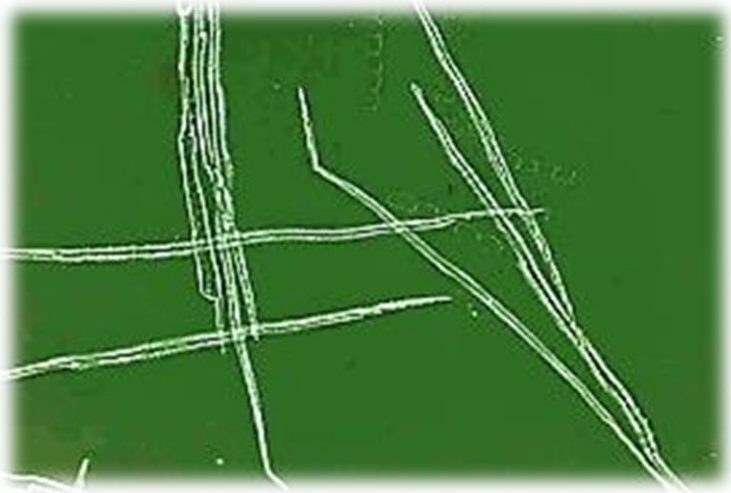
***Madeira macerada de Eucalyptus grandis***



***Madeira macerada de Eucalyptus grandis***

***Casca macerada de E. grandis***



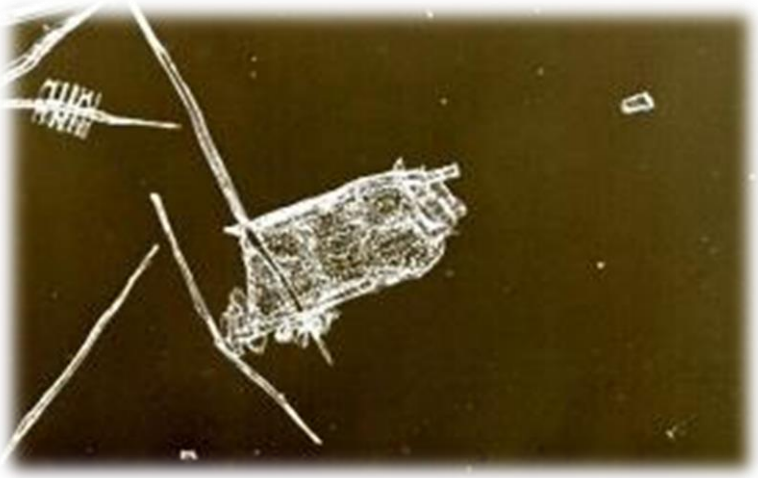


***Floema da casca de E. grandis***

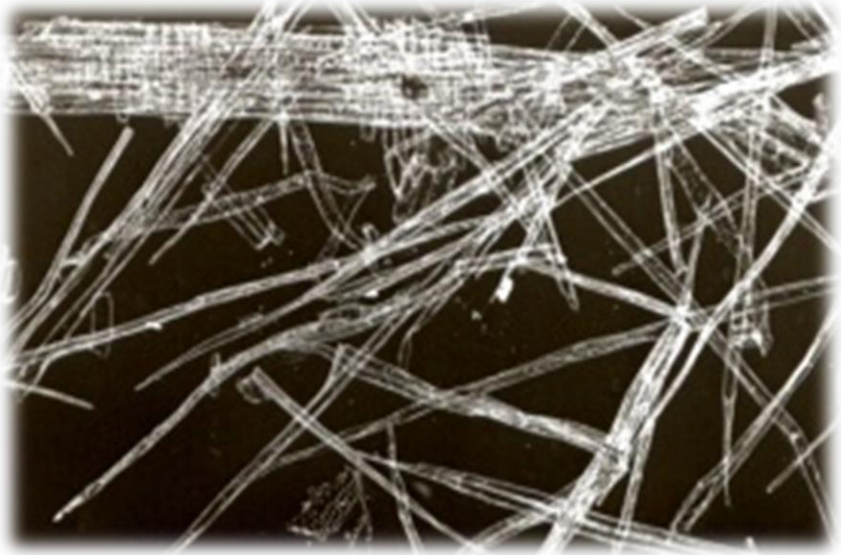
***Periderme de Eucalyptus grandis***

***Ritidoma de Eucalyptus grandis***

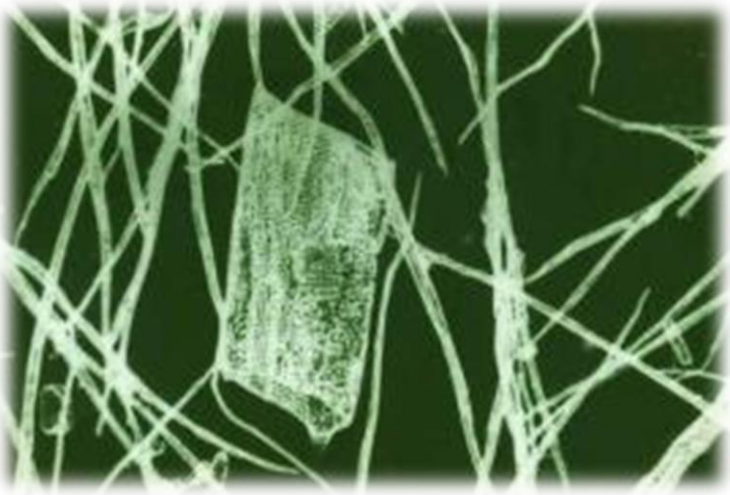
***Elemento de vaso de E. paniculata***



***Madeira macerada de E. propinqua***

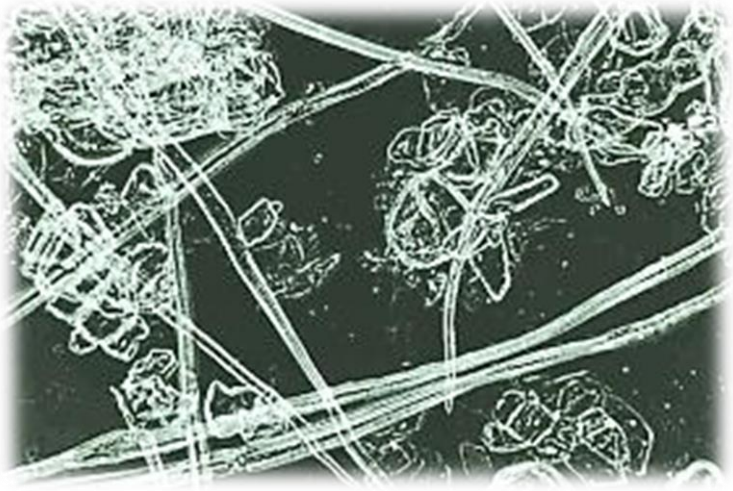


***Madeira macerada de Eucalyptus robusta***



***Madeira macerada de Eucalyptus saligna***

***Periderme de E. saligna***

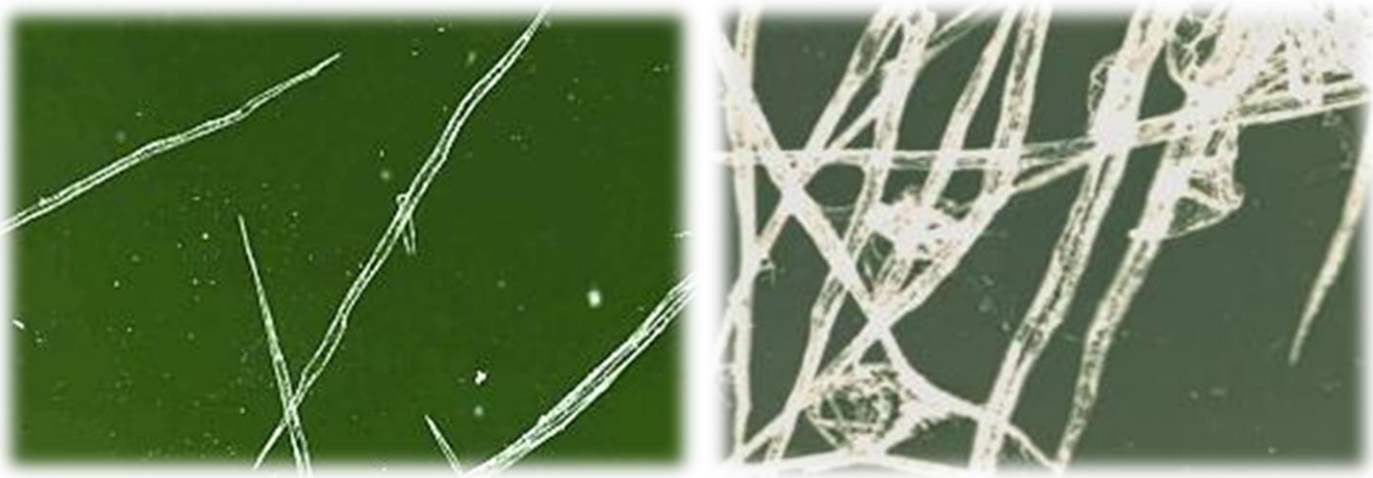


***Periderme de Eucalyptus saligna***

***Floema de E. saligna***

***Madeira macerada de E. urophylla***

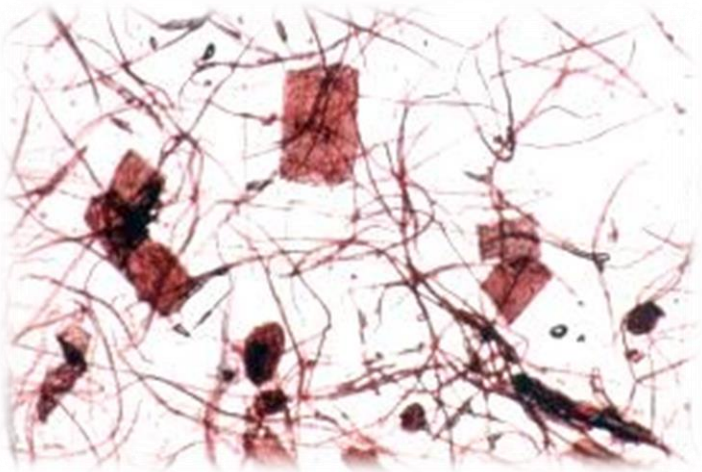
***Casca macerada de E. urophylla***



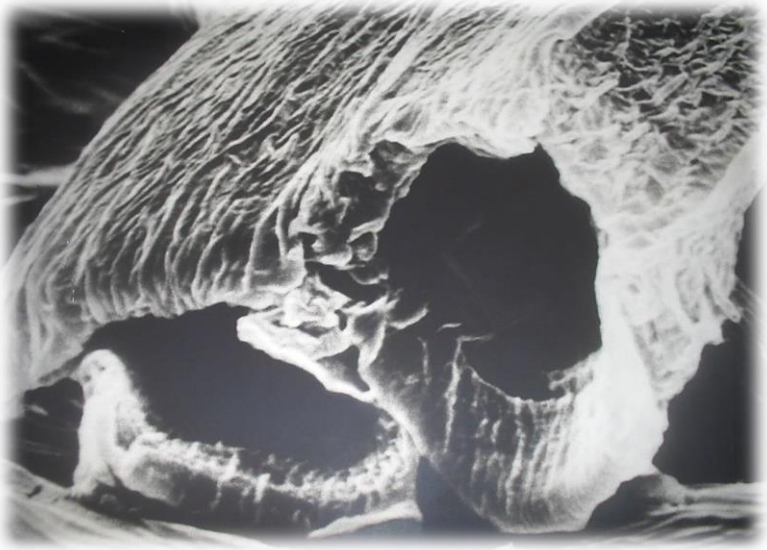
***Fibras da casca macerada de  Eucalyptus urophylla***

***Casca externa macerada de Eucalyptus urophylla***

## *Madeira macerada de Eucalyptus tereticornis*

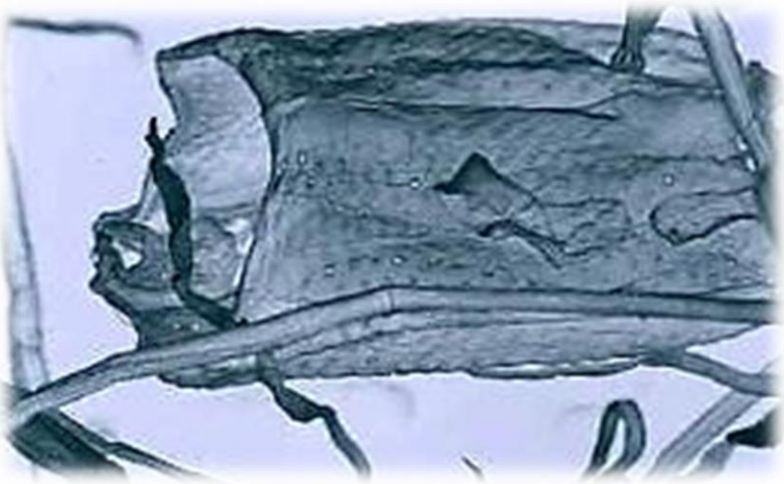


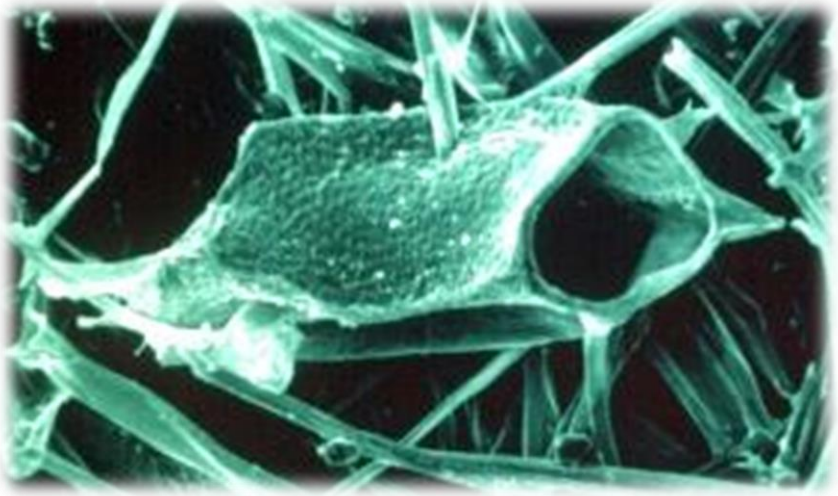
## *3.2 Imagens em microscopia eletrônica - Eucalyptus*



***Fibras partidas de Eucalyptus grandis***

## *Fibras e elementos de vasos de eucaliptos*



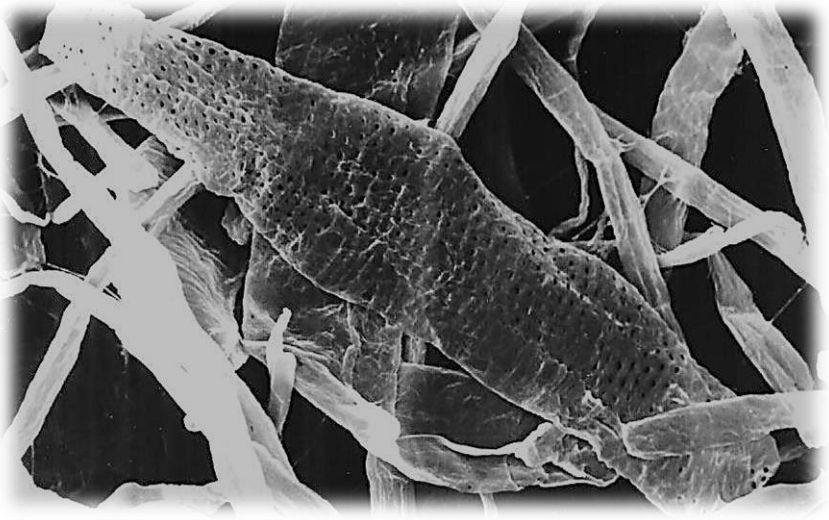


## *Fibras e vasos de polpas kraft de eucalipto*

***Maravilhosas paisagens anatômicas oferecidas pela Natureza***

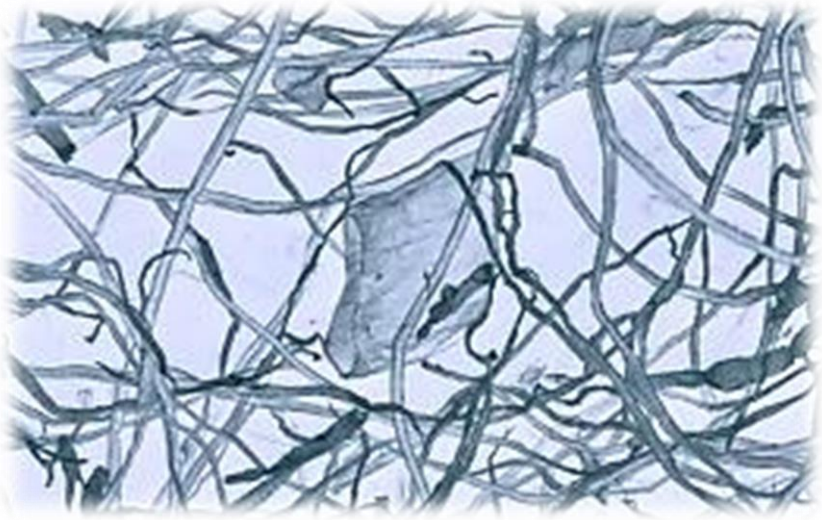
***...através das madeiras dos eucaliptos***

***Polpas kraft de eucaliptos***



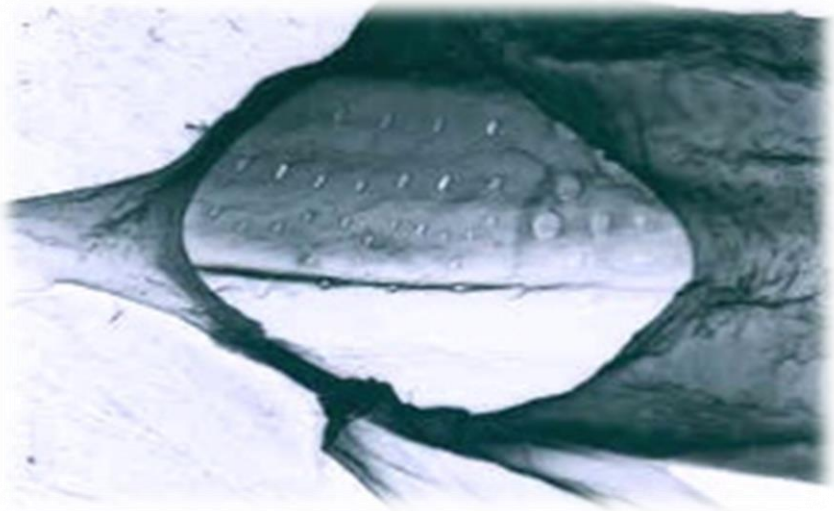
***Traqueído vasicêntrico - Polpa hardwood***

***Polpa kraft de eucalipto***



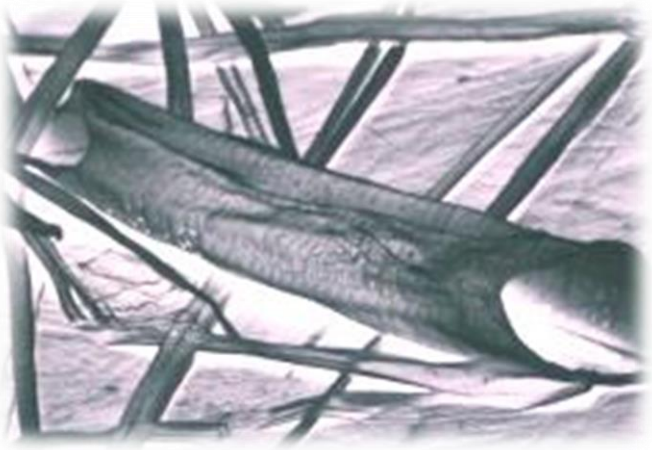
***Madeira macerada Corymbia citriodora***

***Madeira macerada de Eucalyptus grandis***

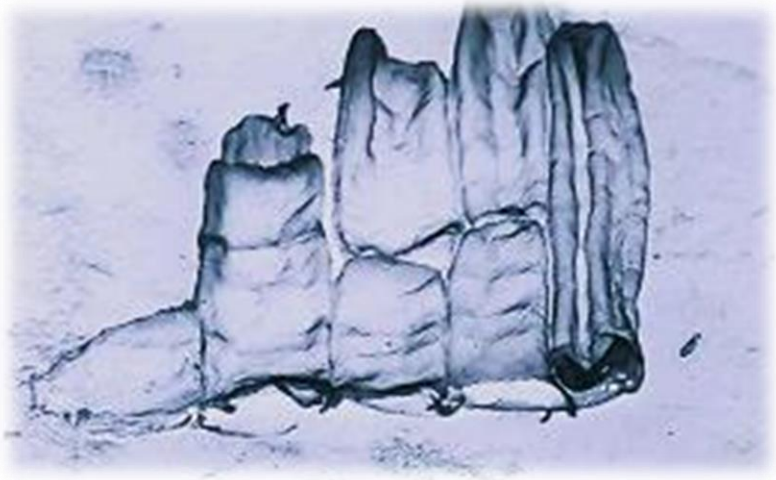


***Elementos de vaso em madeira macerada de Eucalyptus grandis***

***Parede externa da fibra de E. grandis***



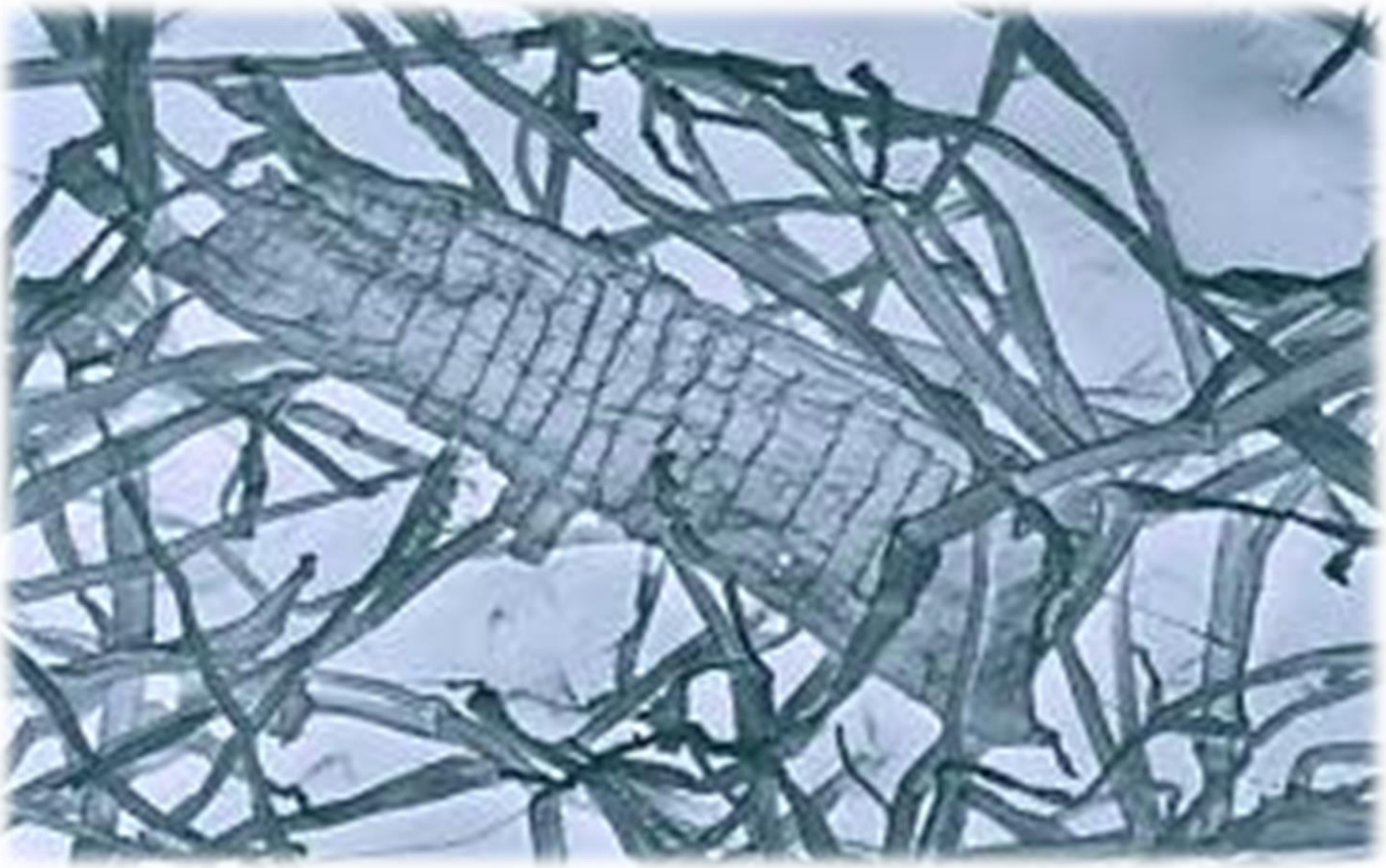
***Elemento de vaso em Eucalyptus grandis***



***Feixe de células de parênquima em madeira macerada de E. grandis***

***Madeira macerada de Eucalyptus grandis***

***Fibrotraqueído em polpa kraft de E. grandis***



***Fibras e parênquima radial em Eucalyptus grandis***

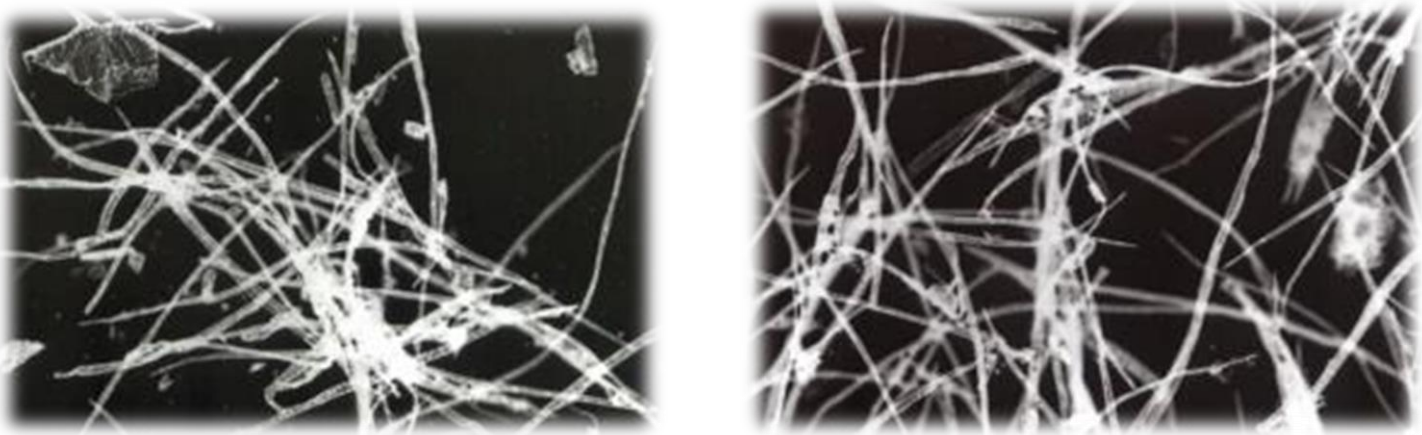
## *Polpas kraft de eucalipto*

***Polpa kraft de eucalipto - Secagem flash drying***

## *3.3. Imagens de polpas refinadas – Microscopia ótica – Eucalyptus*

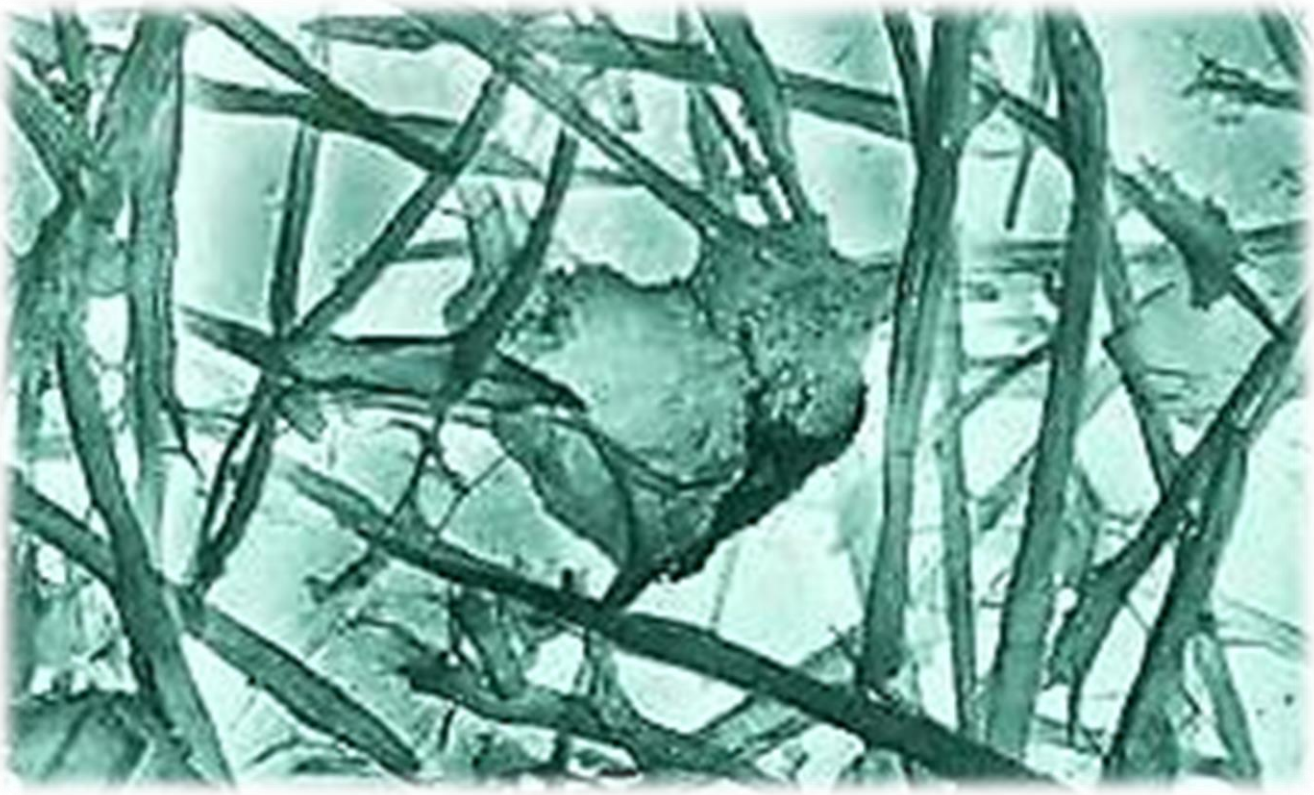
***Microfibrilação em polpa de eucalipto***

***Pasta CTMP de eucalipto***



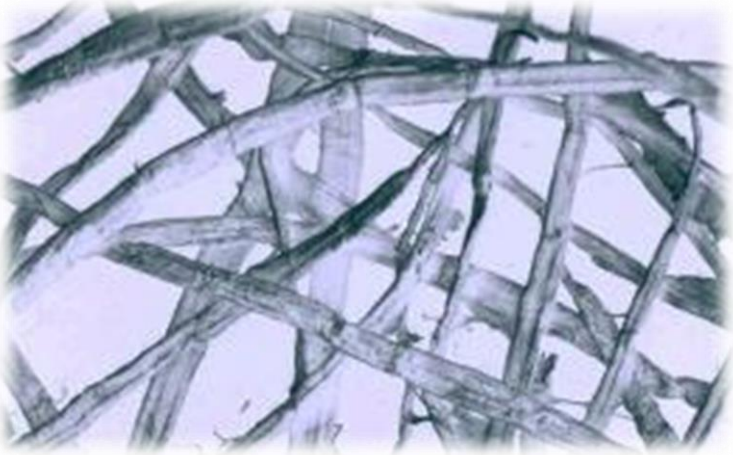
***Pasta termomecânica de chapa dura de madeira de eucalipto***

## *3.4. Imagens de polpas refinadas - Microscopia eletrônica – Eucalyptus*



***Pasta CTMP de eucalipto***

***Polpa kraft de eucalipto a 20 ºSR – Zero refino***

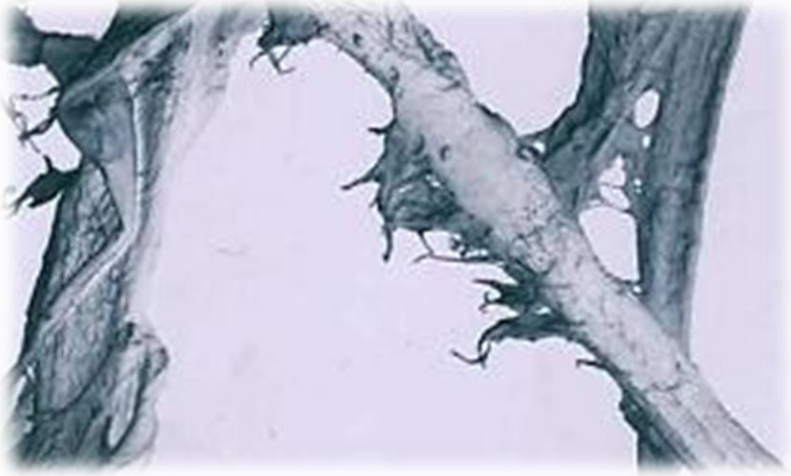


***Polpa kraft eucalipto – 31ºSR***

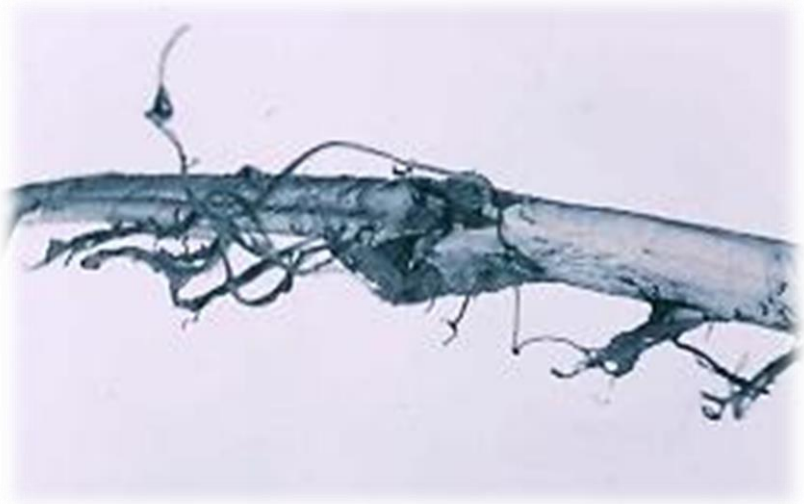
***Polpa kraft eucalipto – 31ºSR***

***Polpa kraft eucalipto – 38 ºSR***

## *Polpa kraft eucalipto – 43ºSR*

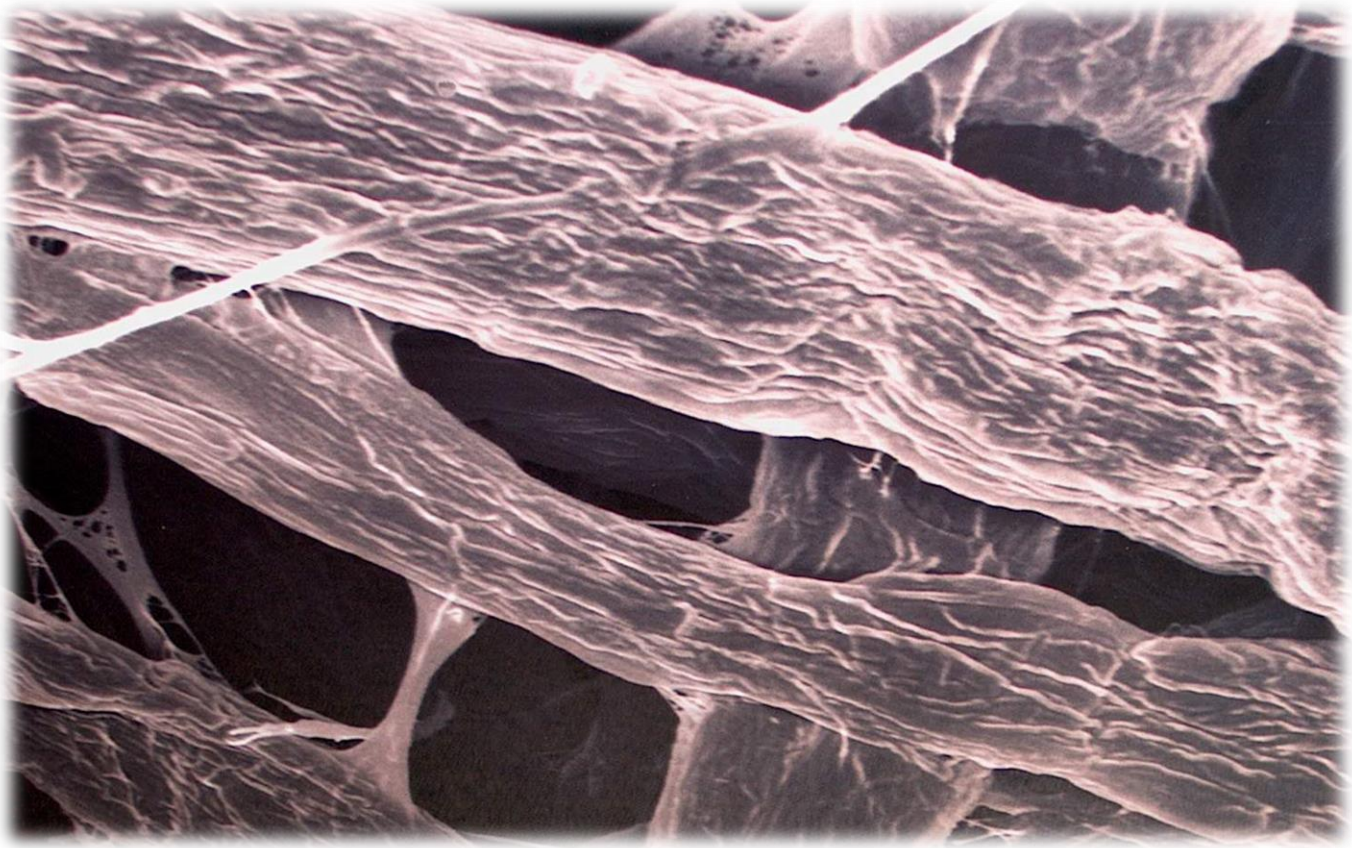


***Polpa kraft eucalipto – 43ºSR***



***Polpa kraft eucalipto – 51ºSR***

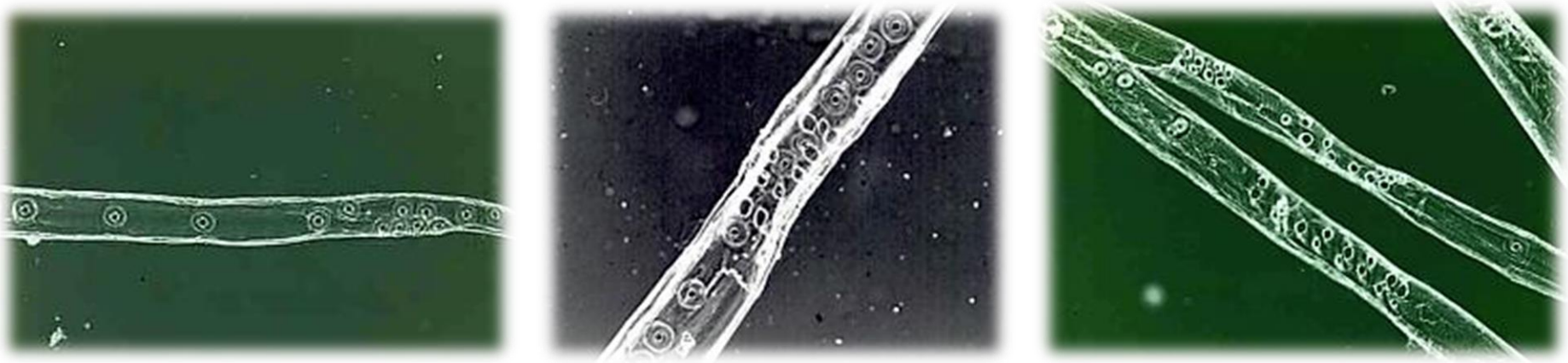
***Polpa refinada e desfibrilada de eucalipto***



***Pontos de ligação entre fibras de eucalipto***

## *Tema 4: Imagens de Fibras e Polpas de Pinus*

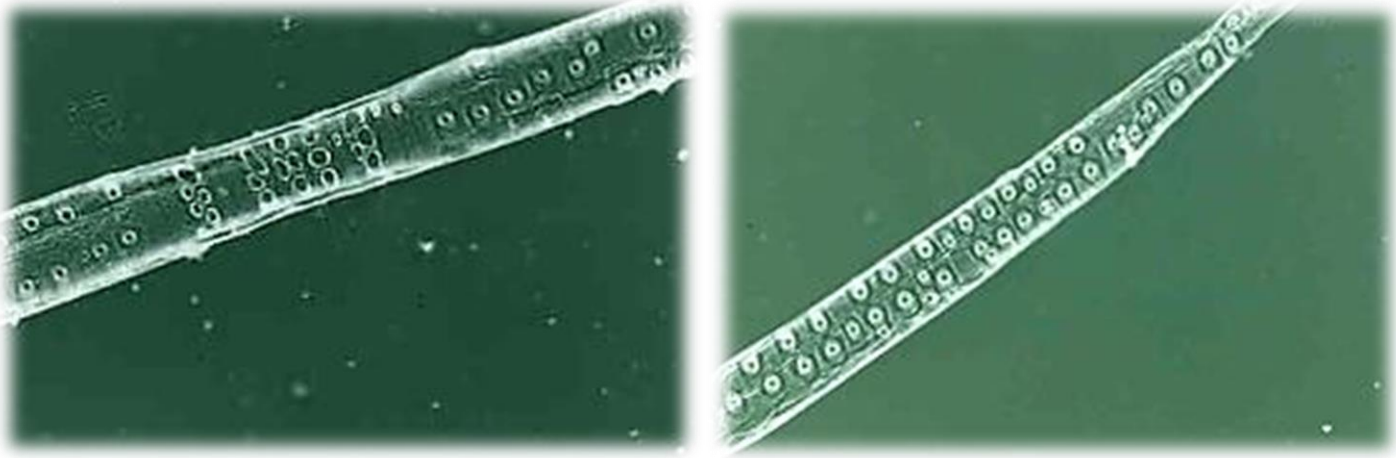
### *4.1. Imagens em microscopia ótica – Pinus*



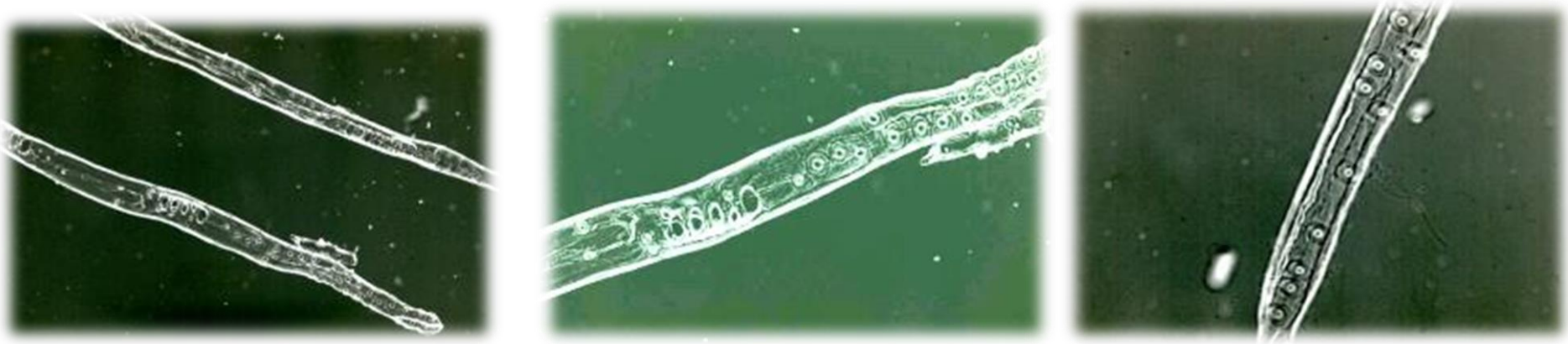
***Madeira macerada Pinus caribaea***

***Madeira macerada Pinus echinata***

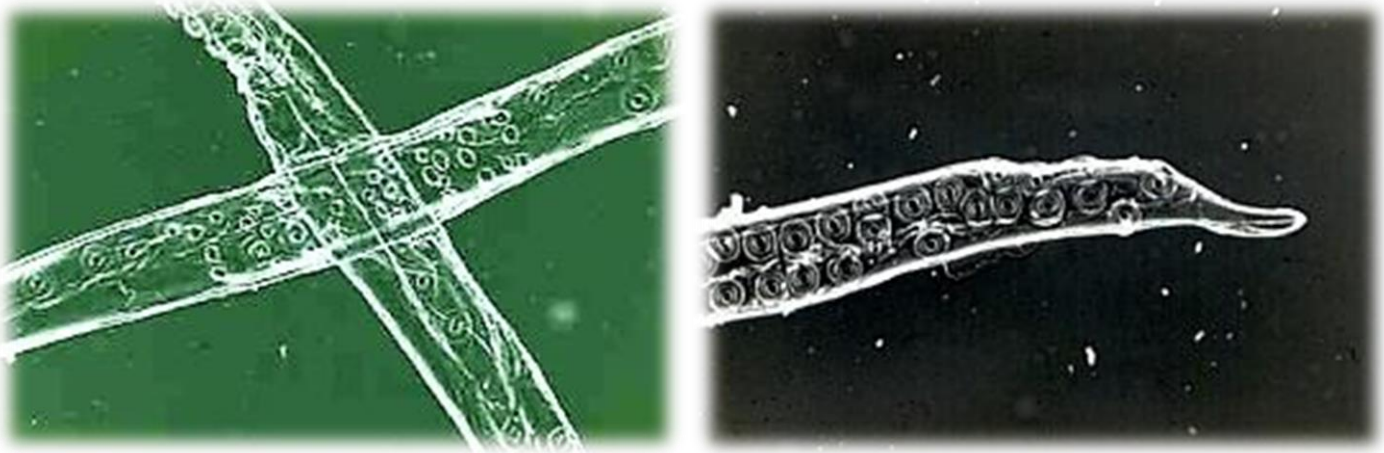
***Pontuações em fibras de Pinus elliottii***



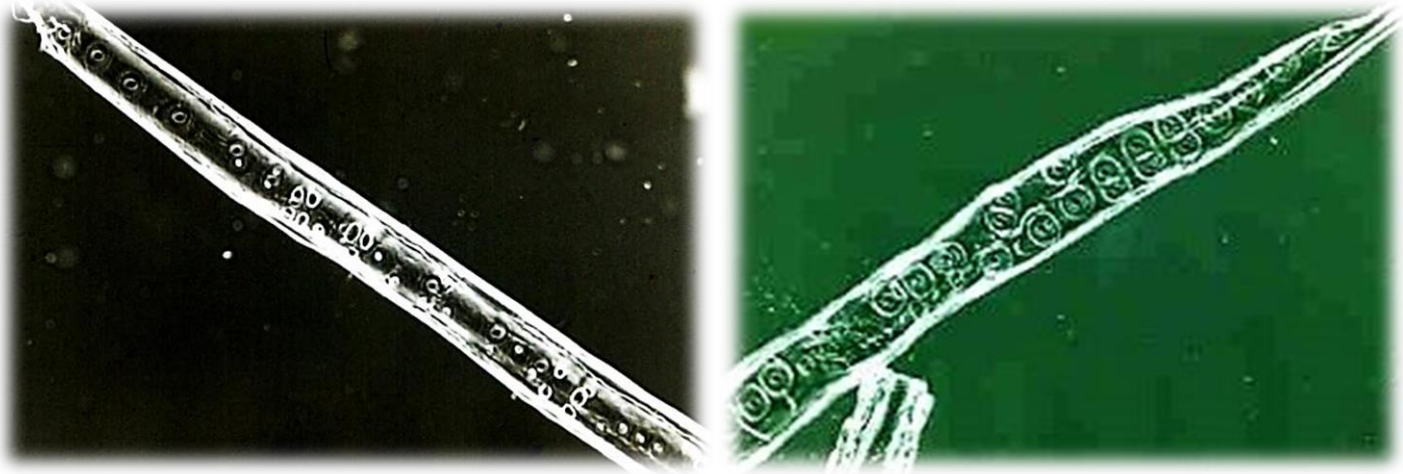
***Pontuações em fibras de Pinus elliottii***



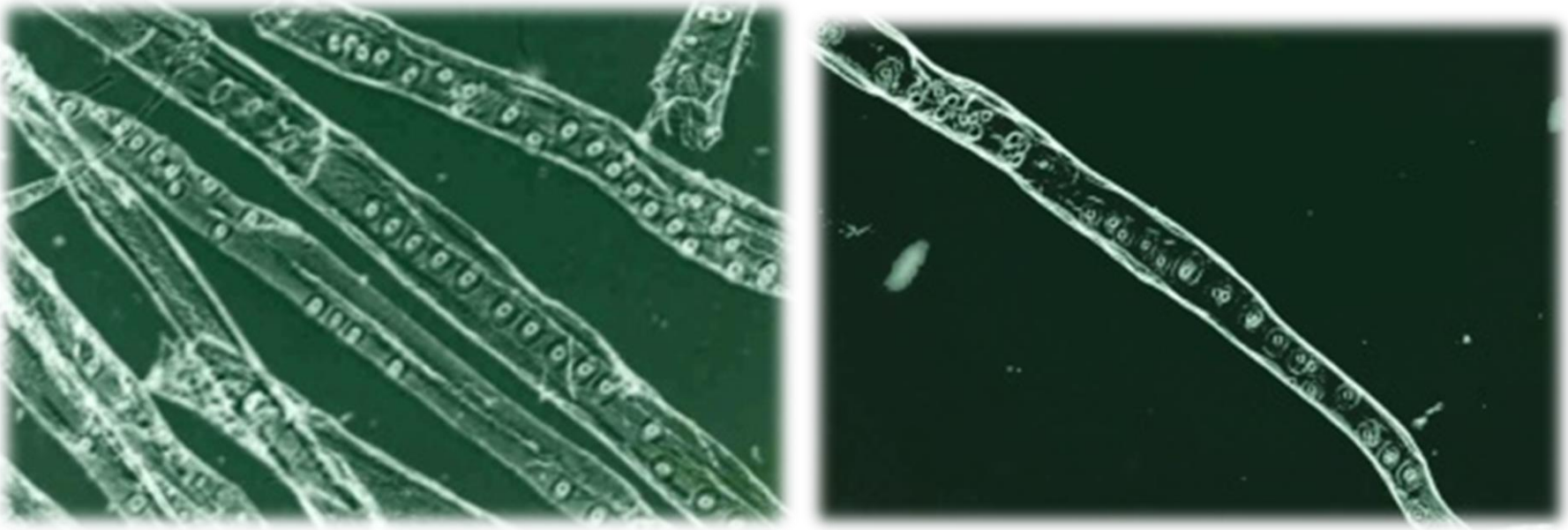
***Madeira macerada Pinus khesyia***



***Traqueídos de Pinus oocarpa***



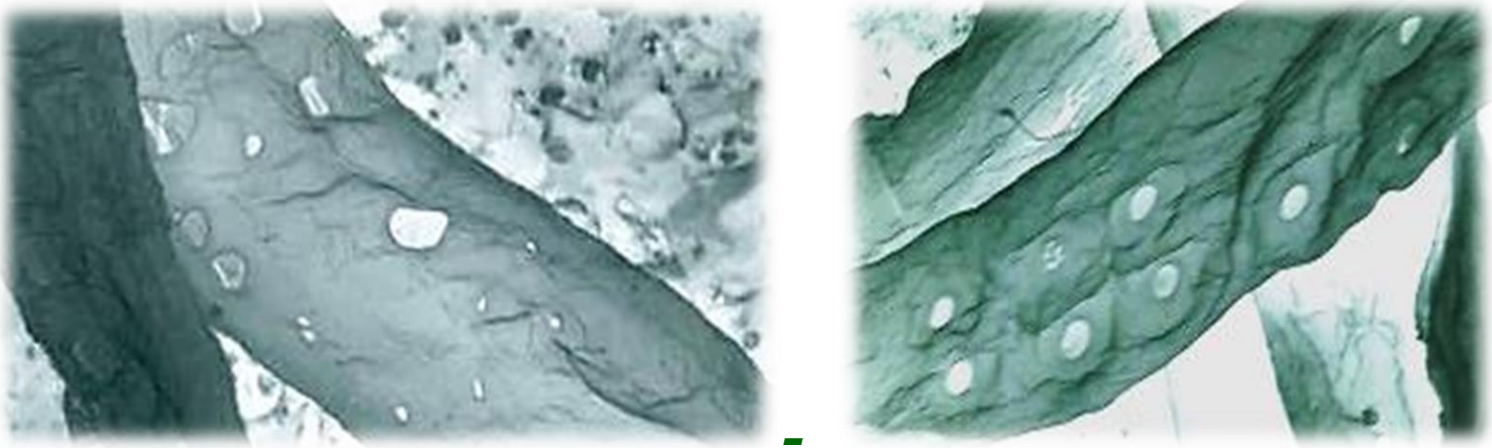
***Traqueídos de Pinus patula***



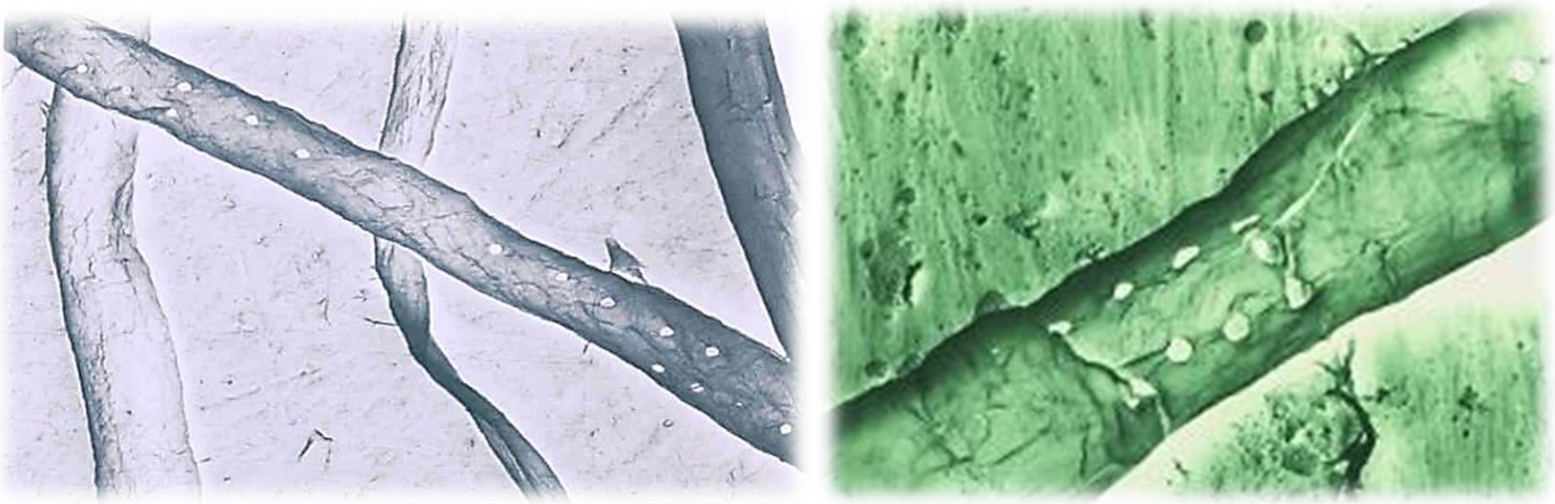
***Pontuações em traqueídos de Pinus taeda***

## *4.2. Imagens em microscopia eletrônica – Pinus*

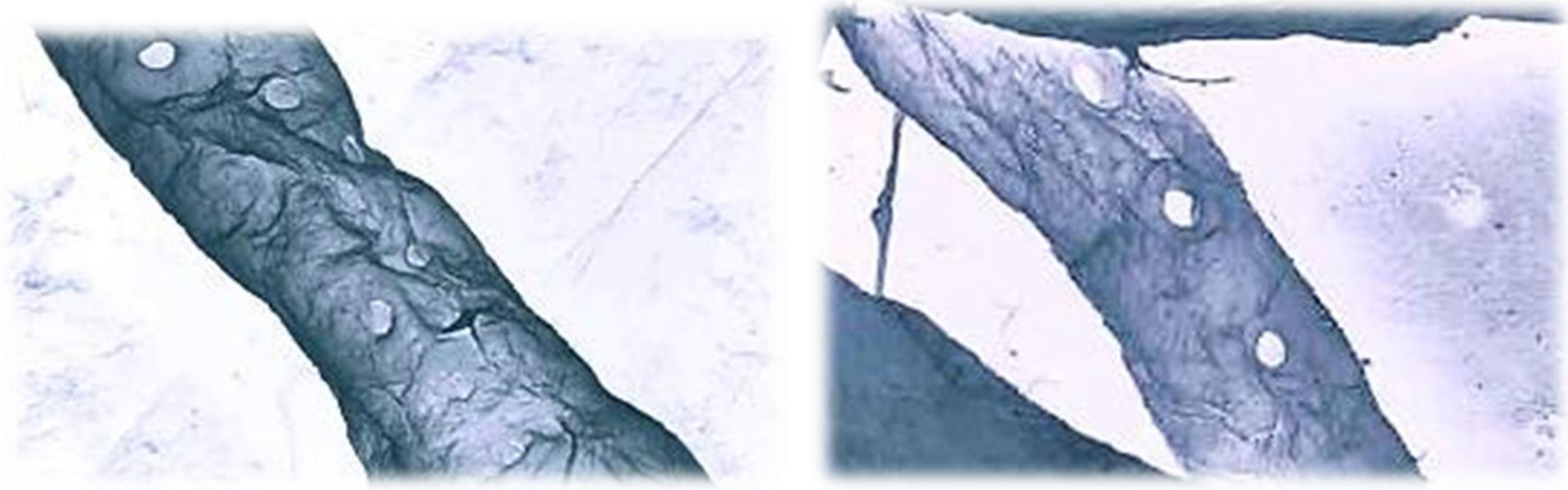
***Polpa kraft de Pinus caribaea hondurensis***



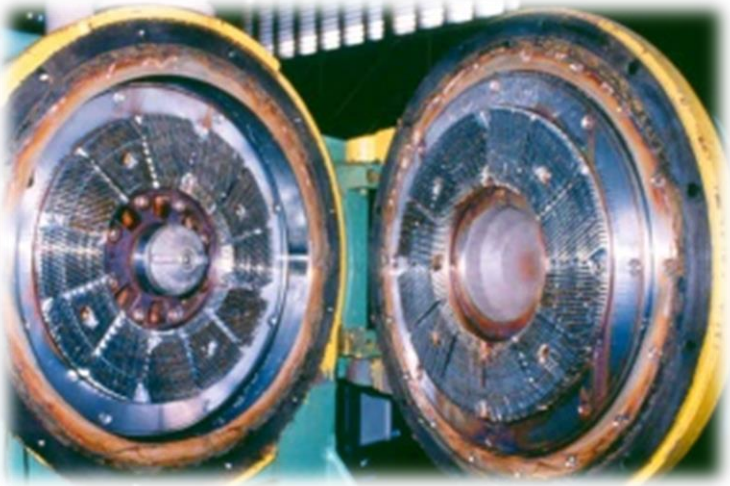
**Polpa kraft de Pinus radiata**

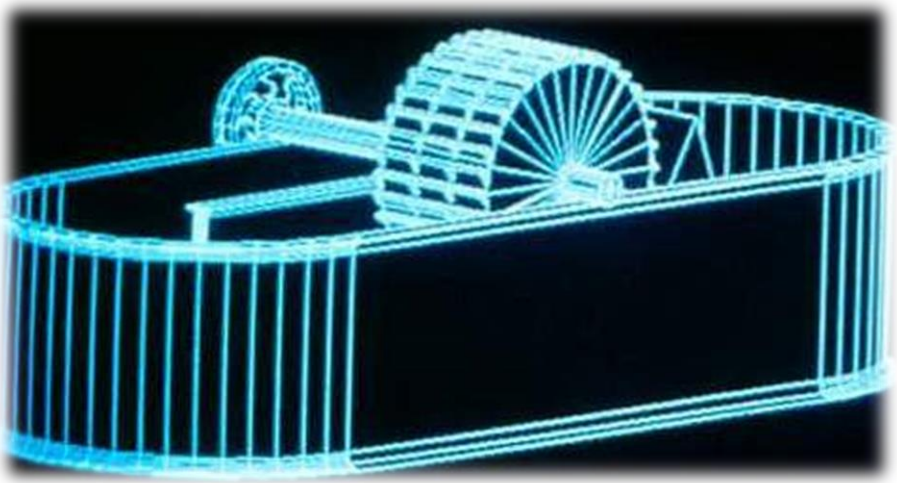


**Polpa kraft de Pinus taeda**



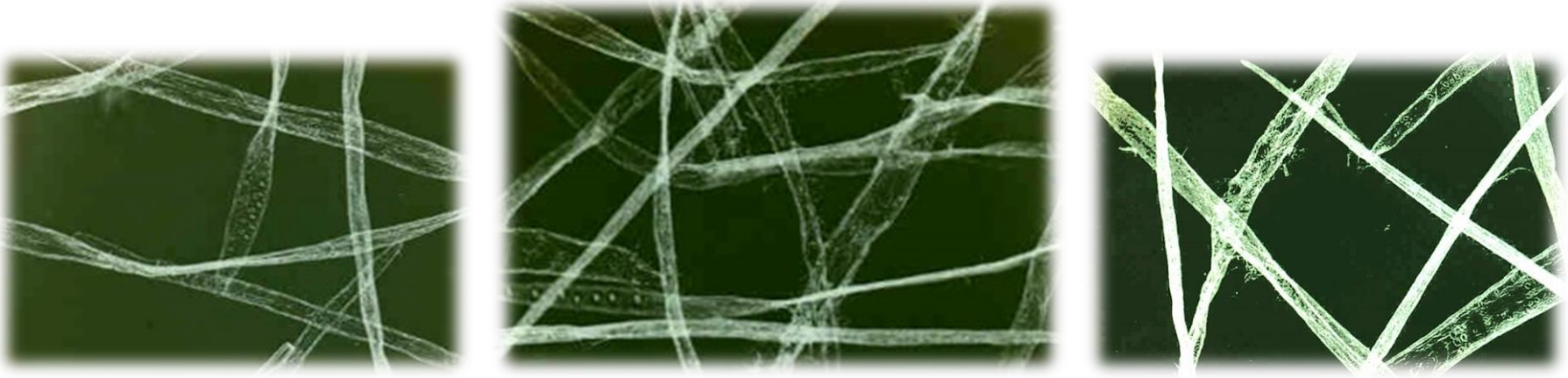
***Polpa kraft de Pinus taeda***



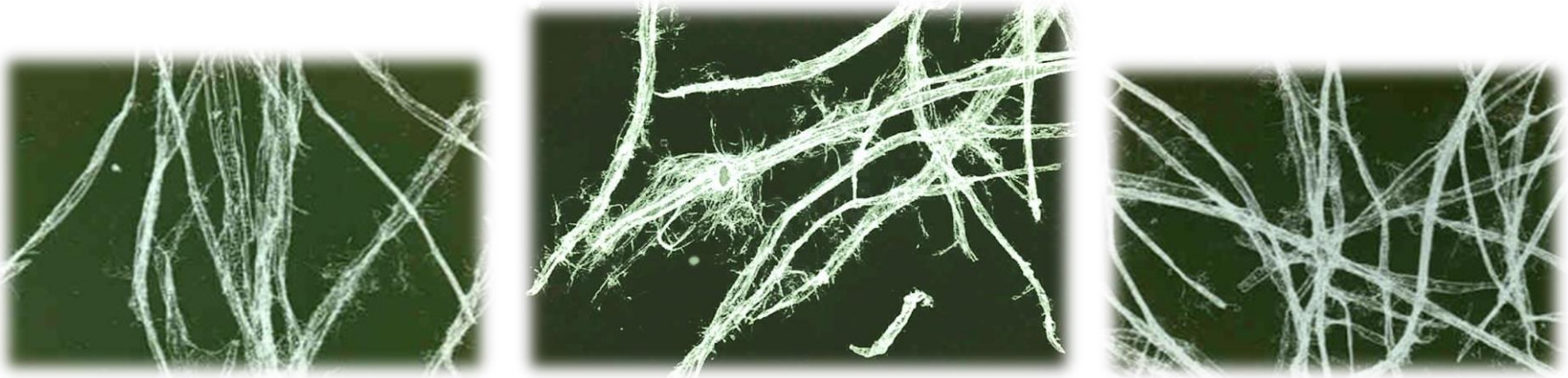


## *4.3. Imagens de polpas refinadas – Microscopia ótica – Pinus*

***Fibras de Pinus suavemente refinadas***



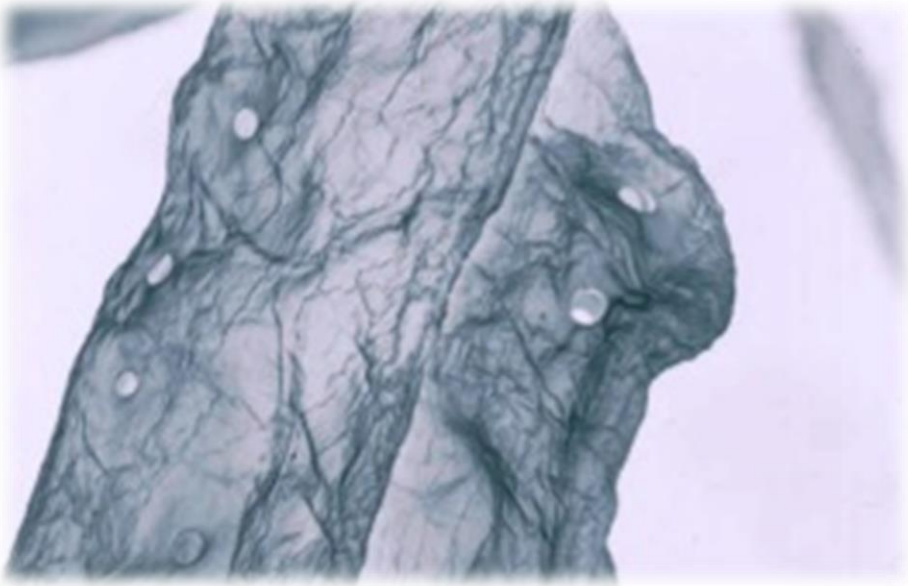
## *Polpas Pinus taeda com intensidades crescentes refino (de 1 a 6)*



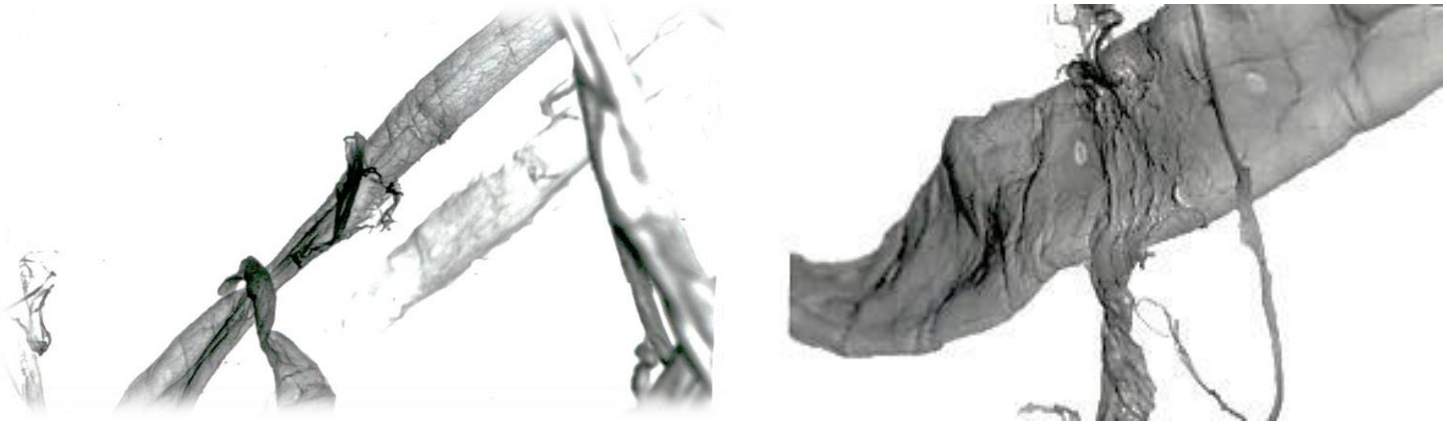
***Polpas refinadas de Pinus taeda***
***Observar desfibrilamento***

## *4.4. Imagens de polpas refinadas – Microscopia eletrônica - Pinus*

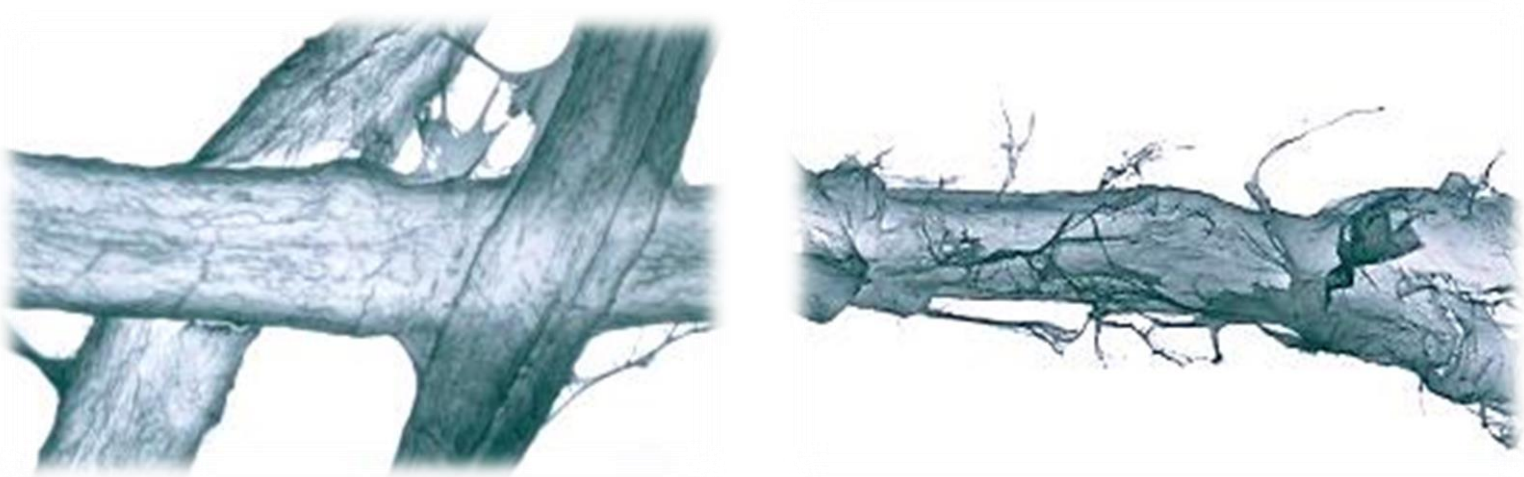
***Polpa kraft refinada Pinus – Origem Espanha***



***Polpas kraft de Pinus radiata – 13ºSR***



***Polpas kraft de Pinus radiata – 19ºSR***

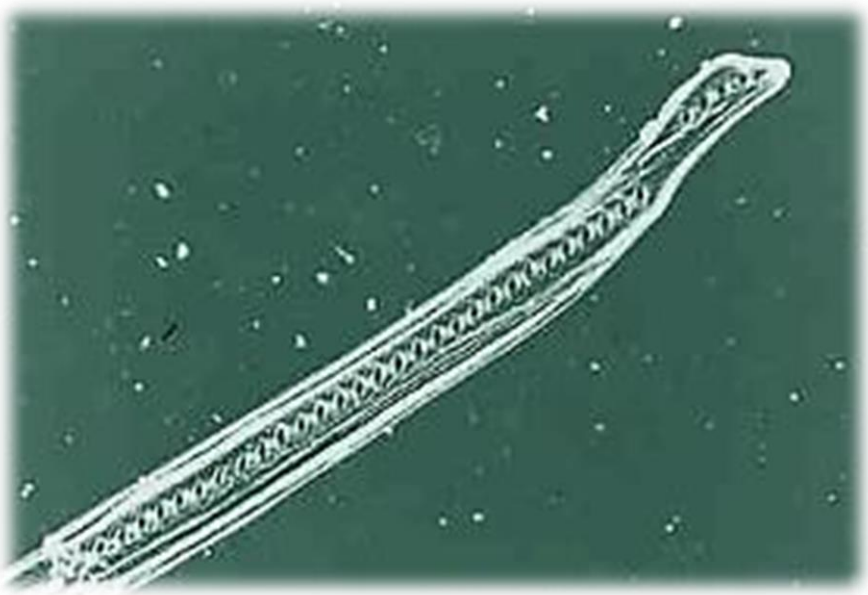


***Polpas kraft refinadas de Pinus radiata entre 21 a 25ºSR***

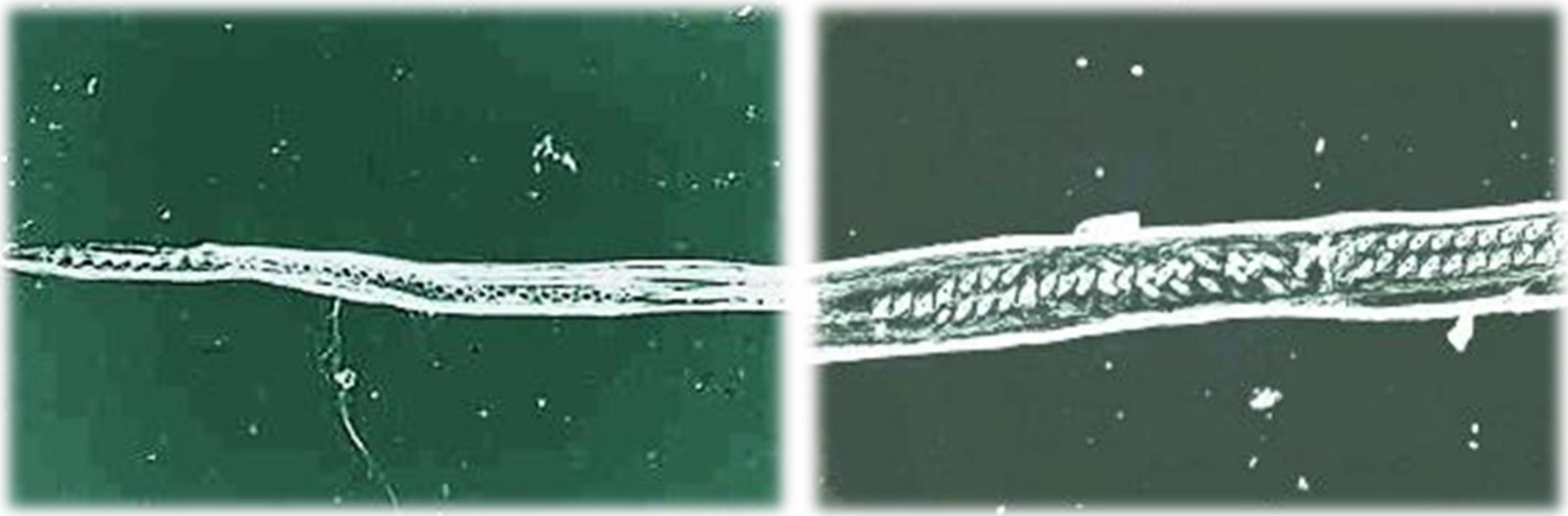
***Polpa TMP de Pinus radiata***

## *Tema 5: Imagens de Fibras e Polpas de Araucária*

### *5.1. Imagens em microscopia ótica – Araucária*

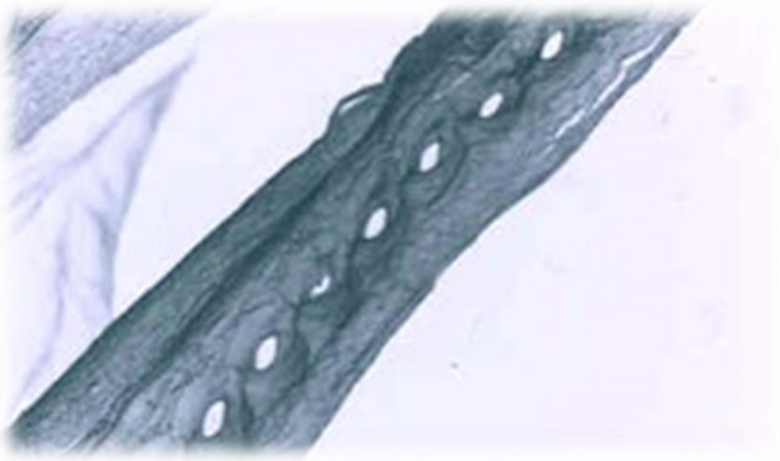


***Madeira macerada de Araucária***



***Madeira macerada de Araucária***

## *5.2. Imagens em microscopia eletrônica - Araucária*



***Polpa sulfito de Araucária***

***Polpa sulfito de Araucária***

## *5.3. Imagens de polpas refinadas - Microscopia ótica - Araucária*

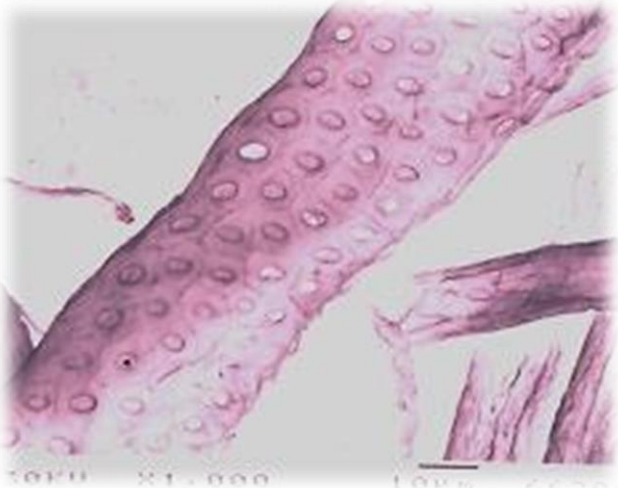
***Pasta mecânica de Araucária***

## *Tema 6: Imagens de Fibras e Polpas de Bagaço de Cana*

### *6.1. Imagens em microscopia ótica – Bagaço*

***Polpa de Bagaço de Cana***

## *6.2. Imagens em microscopia eletrônica - Bagaço*



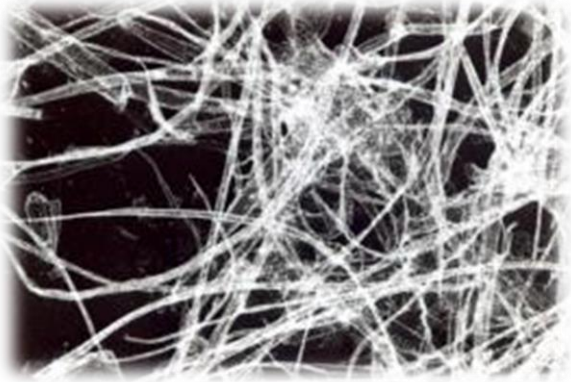
***Polpa CTMP de Bagaço***

***Elemento de vaso de Bagaço***

## *6.3. Imagens de polpas refinadas - Microscopia ótica – Bagaço*

***Polpa Bagaço Zero refino***

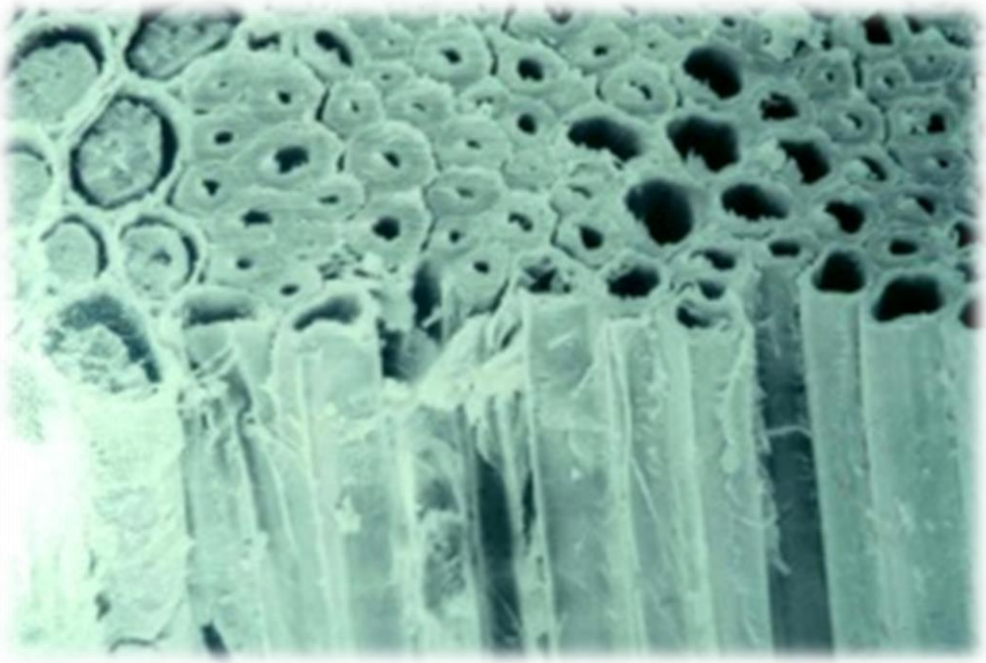
***Polpa Bagaço 2,5 minutos Jokro mill***



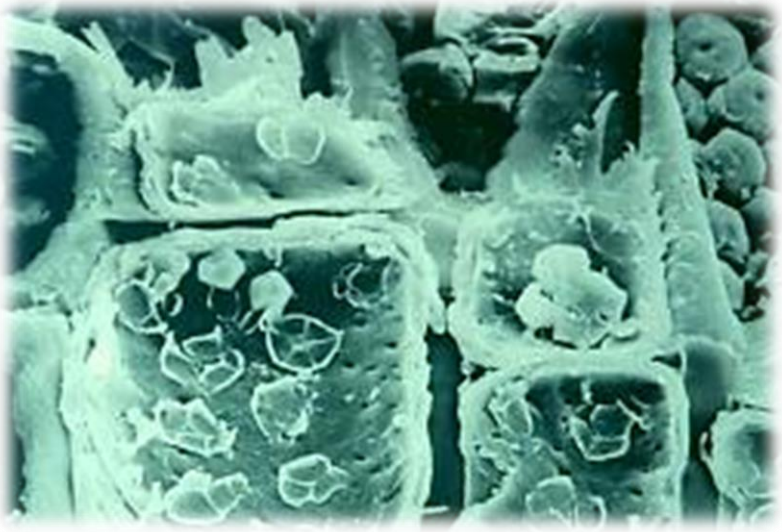
***Polpa Bagaço 5 minutos Jokro mill***

# *Tema 7: Imagens de Fibras e Polpas de Bambu*

## *7.1. Imagens em microscopia ótica - Bambu*

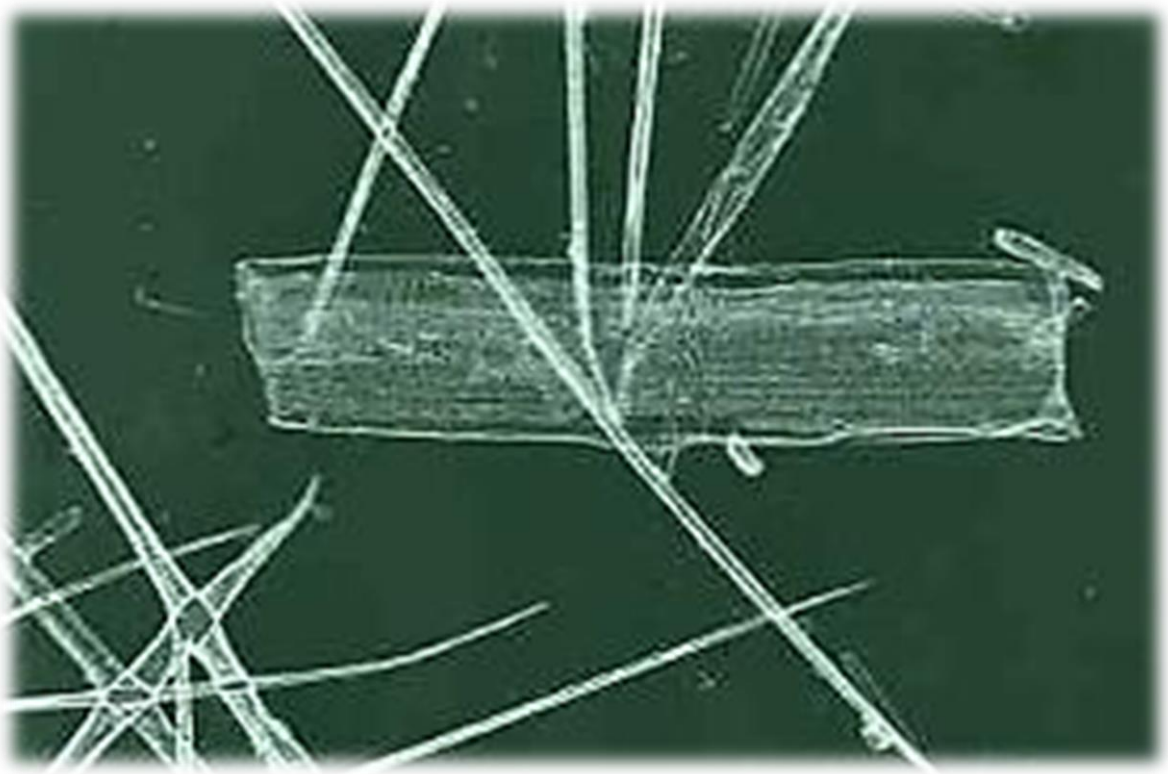


***Material sólido de Bambu***



***Células amiláceas de Bambu***

***Material macerado de Bambu***

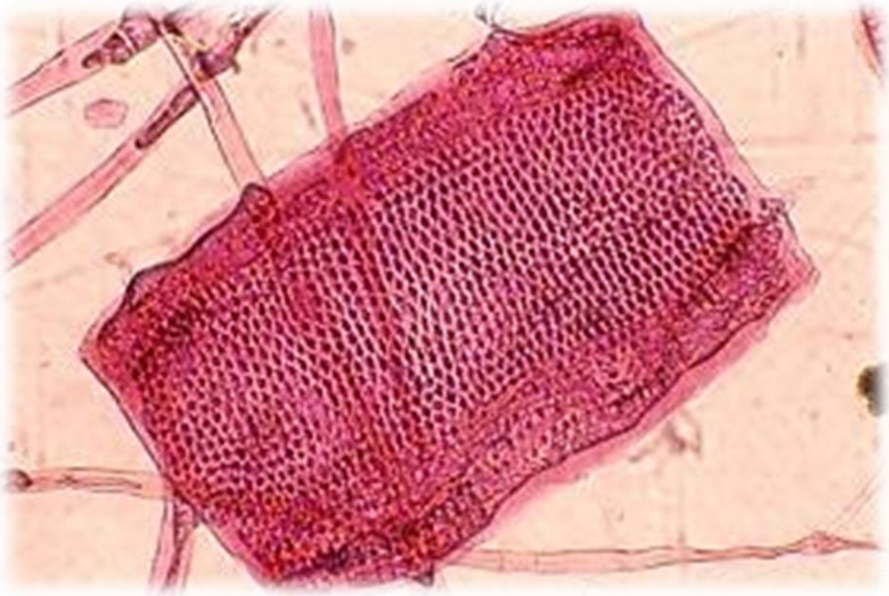


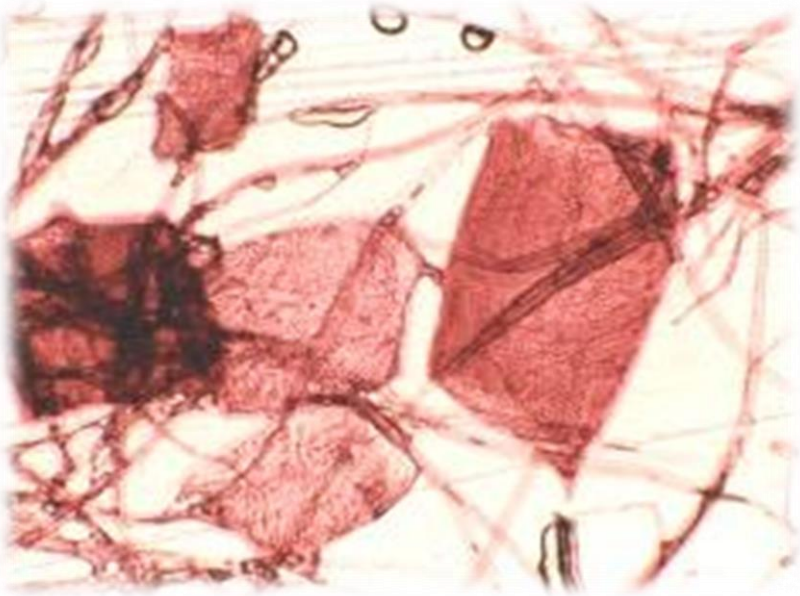
***Material macerado de Bambu***

## *Tema 8: Imagens de Fibras e Polpas de outras Folhosas ("Hardwoods")*

### *8.1. Imagens em microscopia ótica – Outras Folhosas*

***Polpas de Acacia mearnsii***

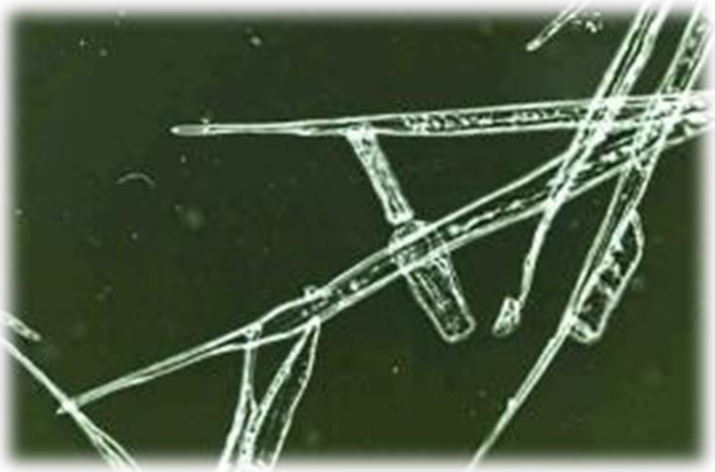




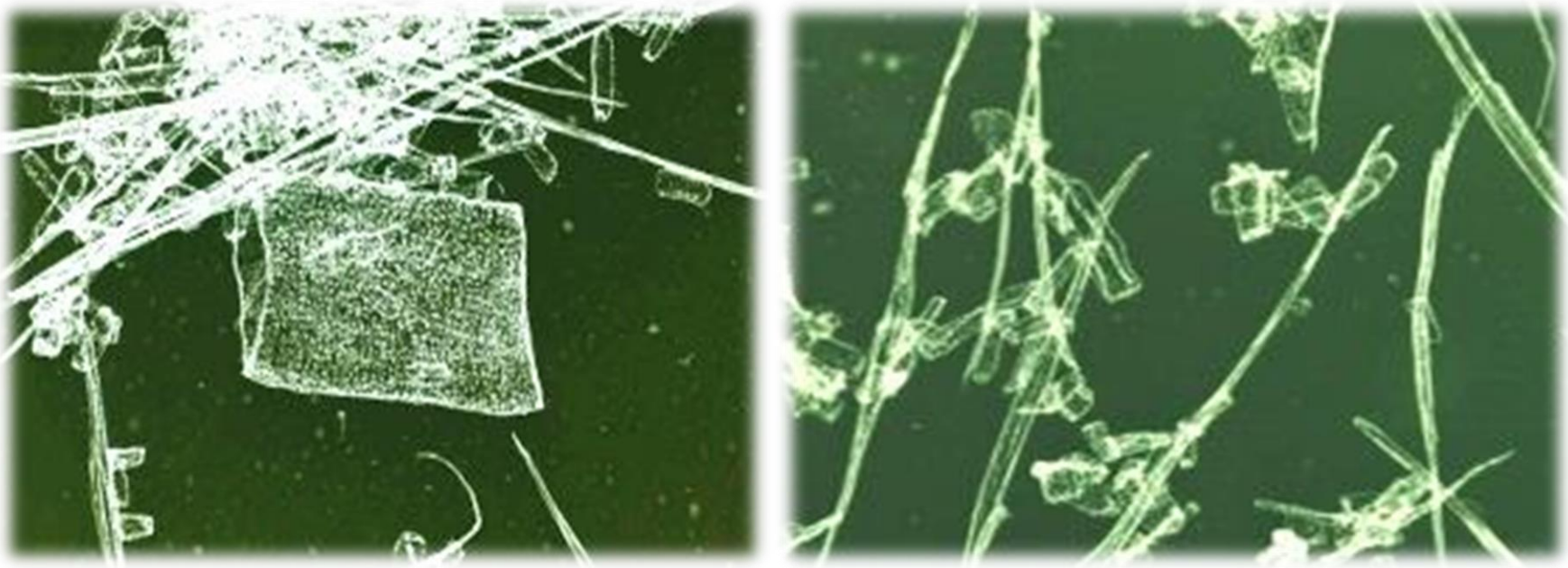
***Elementos de vaso e fibras de Acacia mearnsii***

***Polpa kraft de Boleira* (Joannesia princeps)**

***Madeira macerada de Bracatinga***



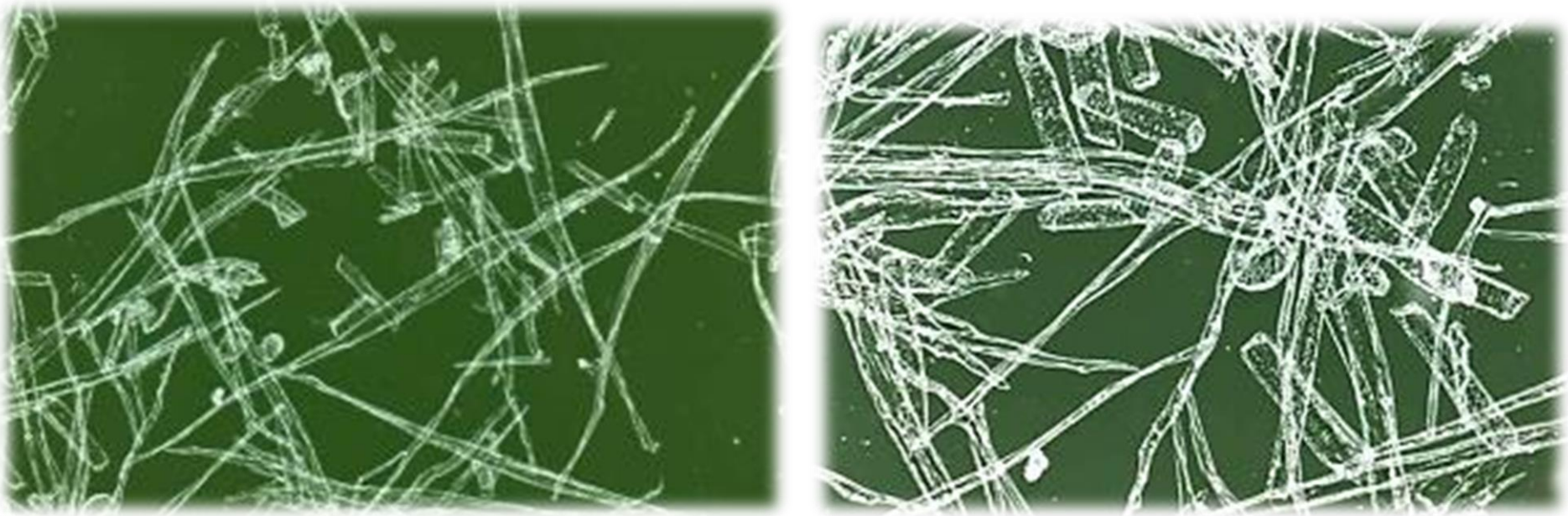
***Madeira macerada de Caixeta (Tabebuia cassinoides)***



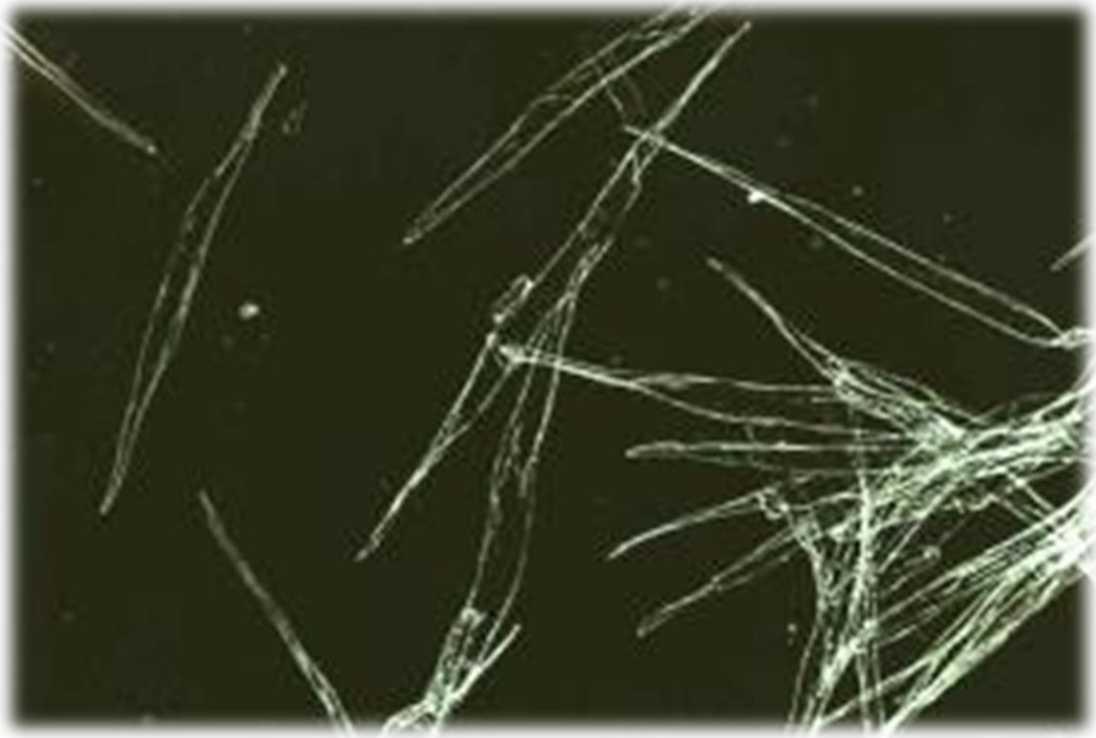
***Polpa kraft de Embaúba (Cecropia sp.)***

***Material macerado Kiri (Paulownia sp.)***

***Madeira macerada de Gmelina arborea***



***Madeira macerada de Gmelina arborea***



***Madeira macerada de Guapuruvu - Schizolobium parahyba***

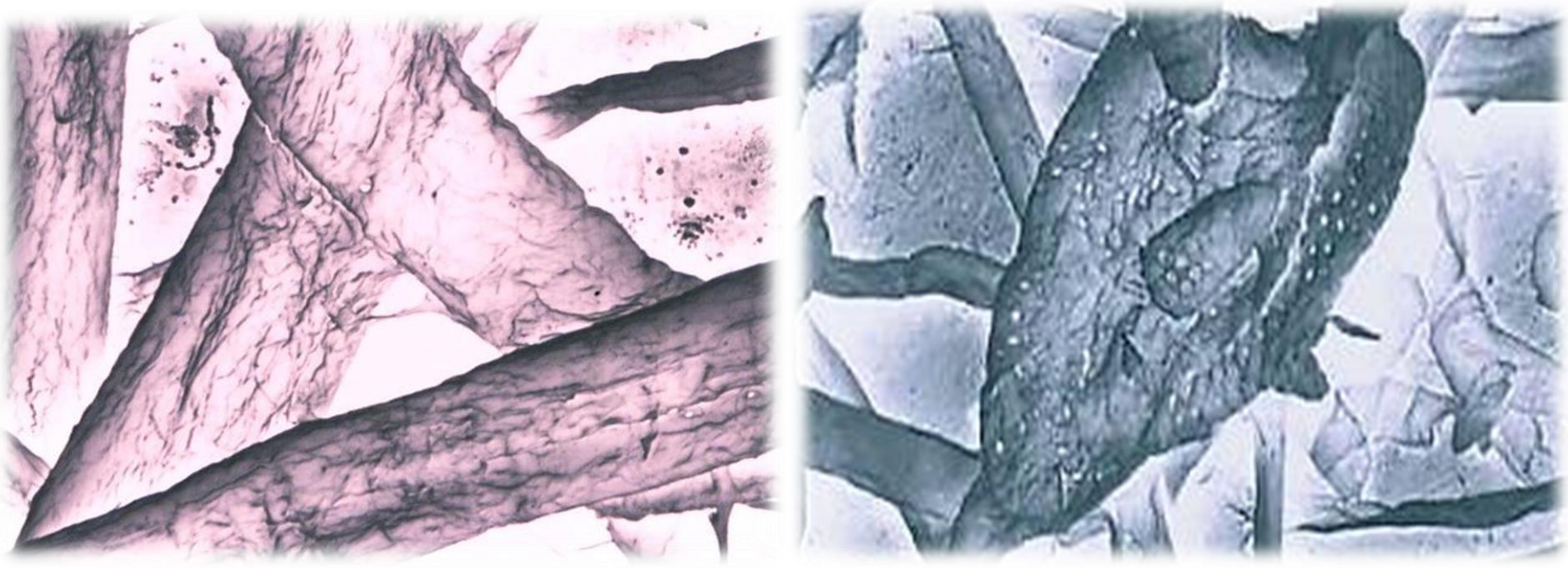
***Madeira macerada de Grevillea robusta***

## *8.2. Imagens em microscopia eletrônica – Outras Folhosas*

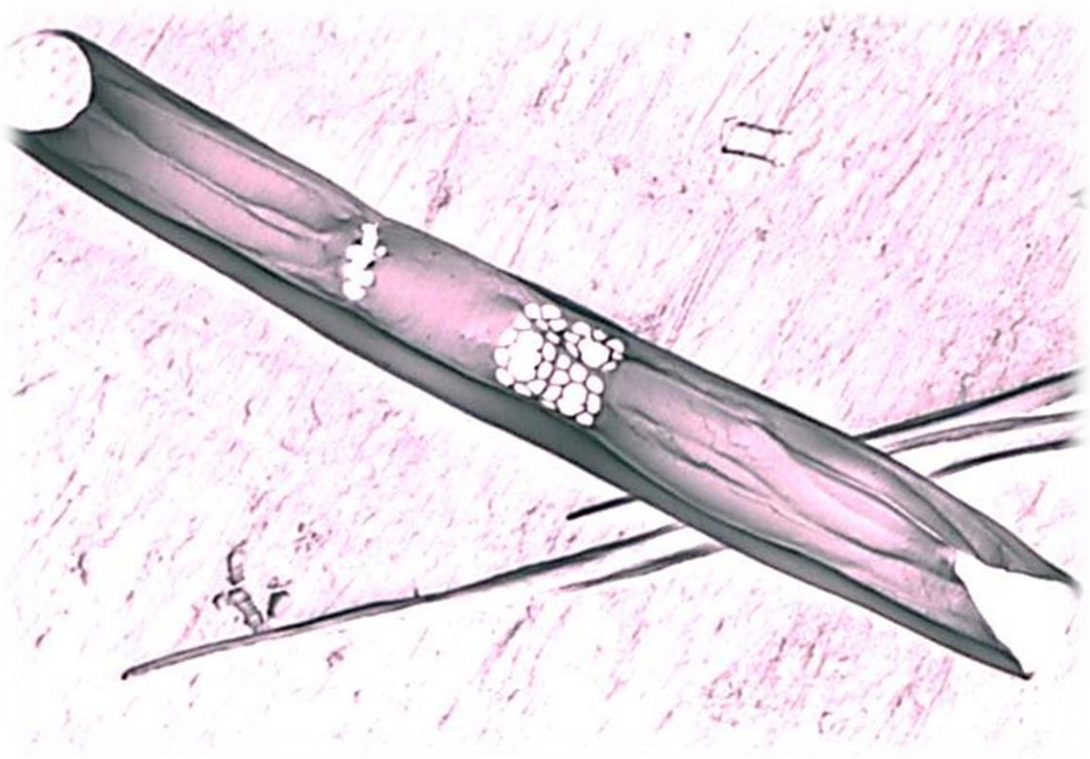
***Polpa solúvel de Acacia mearnsii***

***Polpa krat de bétula***

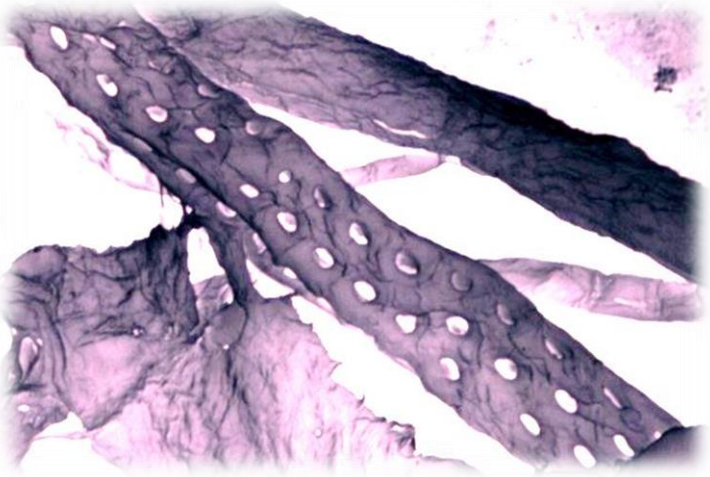
***Polpa Dissolving Grade de Folhosa***

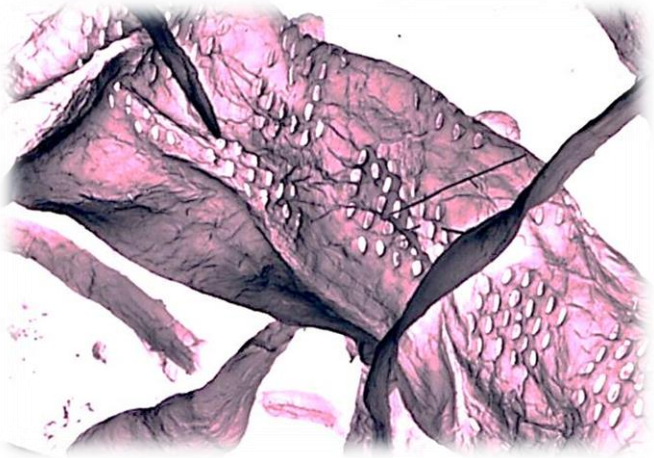


***Polpa kraft de Gmelina arborea***

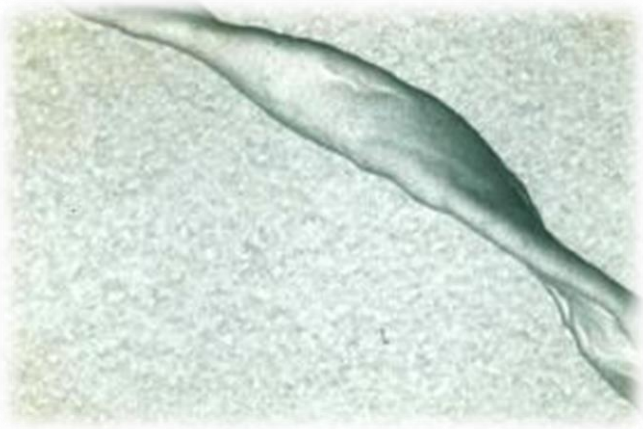


***Elemento de vaso Populus tremuloides (Aspen) com suas pontuações em destaque***



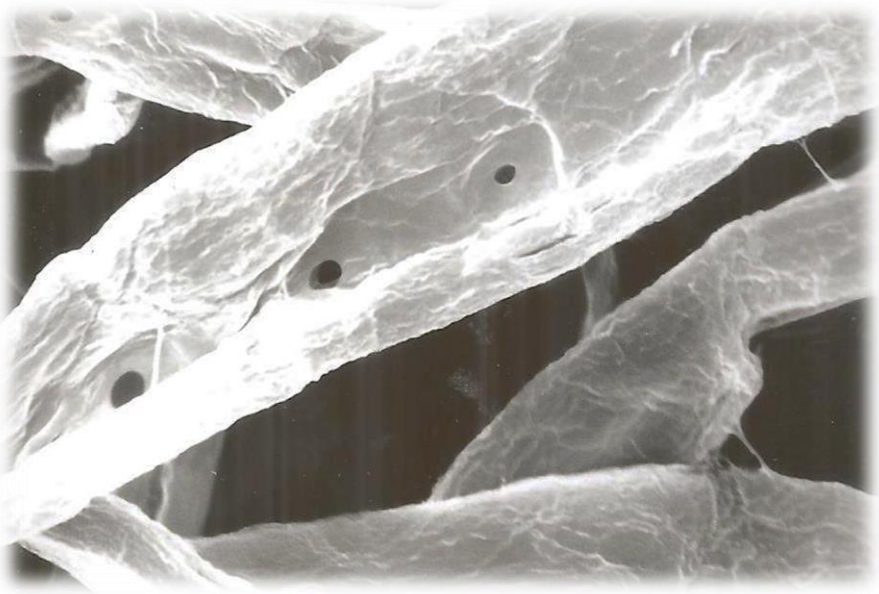


***Polpa kraft de hardwood - Visão de um traqueído vasicêntrico***



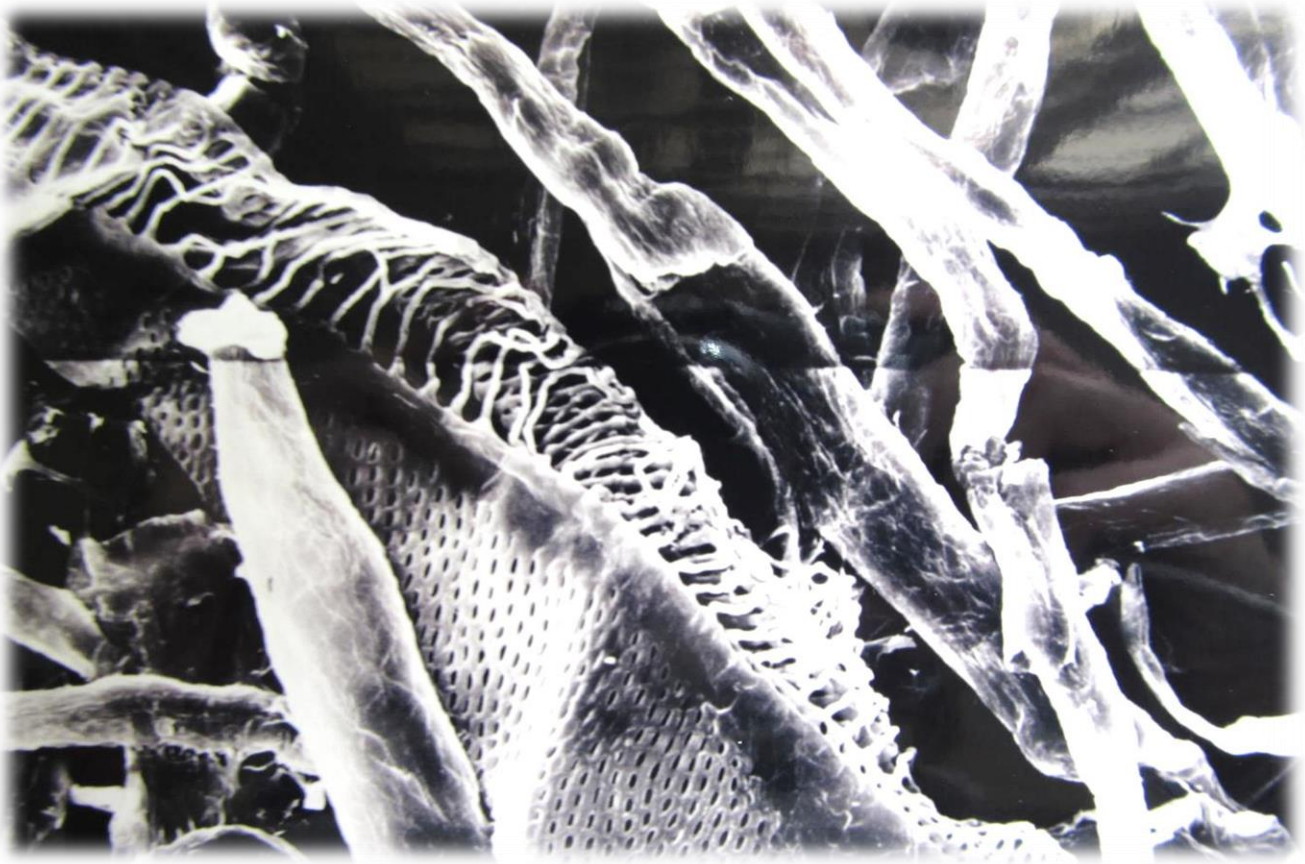
***Fenômeno de latência em fibra curta***

## *Polpas kraft de folhosas norte-americanas*



***Polpas kraft de folhosas norte-americanas***

***Polpas kraft de folhosas norte-americanas***



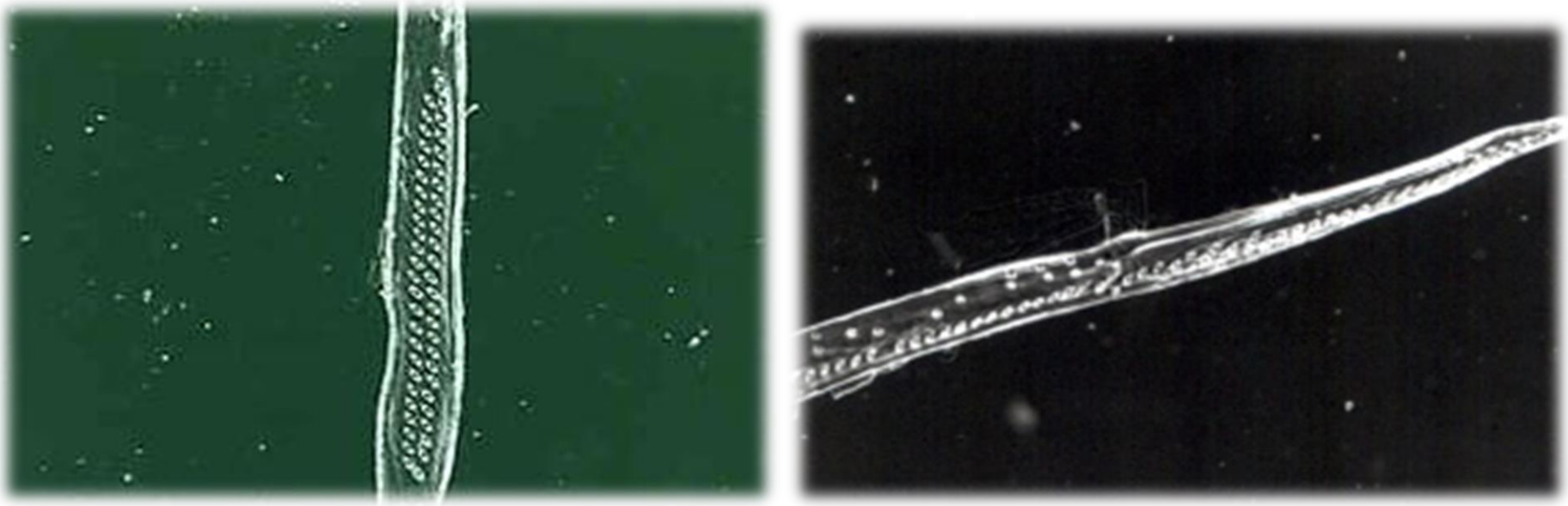
***Polpa kraft de folhosa desconhecida***

## *8.3. Imagens de polpas refinadas – Microscopia eletrônica - Outras Folhosas*

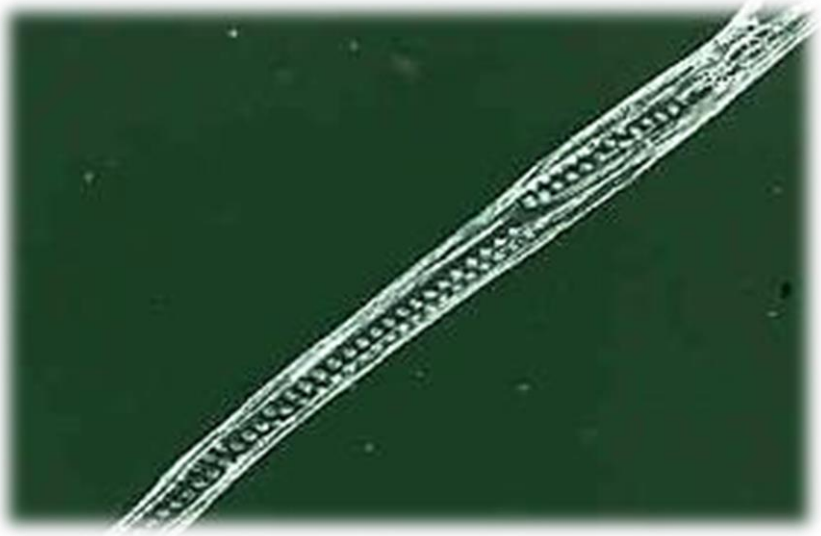
***Polpa kraft refinada de folhosas norte-americanas***

## *Tema 9: Imagens de Fibras e Polpas de outras Coníferas ("Softwoods")*

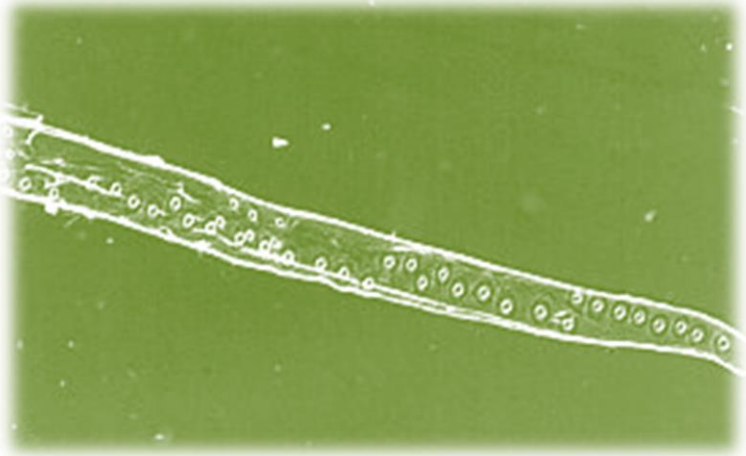
### *9.1. Imagens em microscopia ótica – Outras Coníferas*



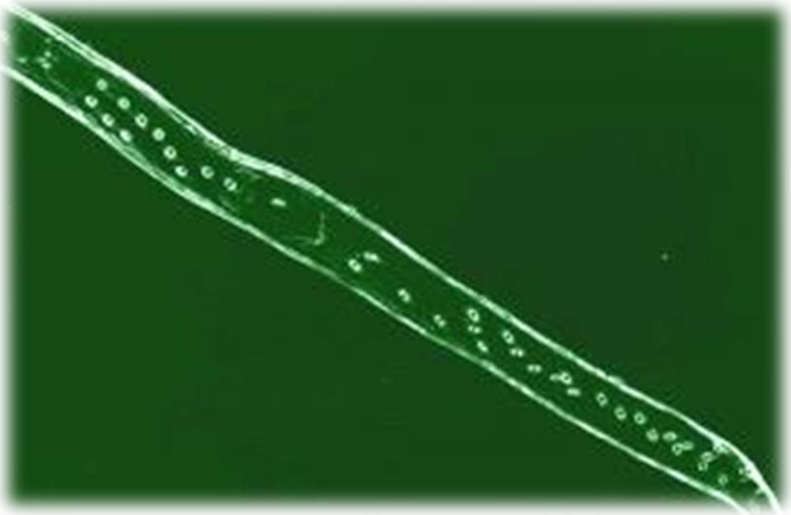
***Madeira macerada de Agathis sp.***

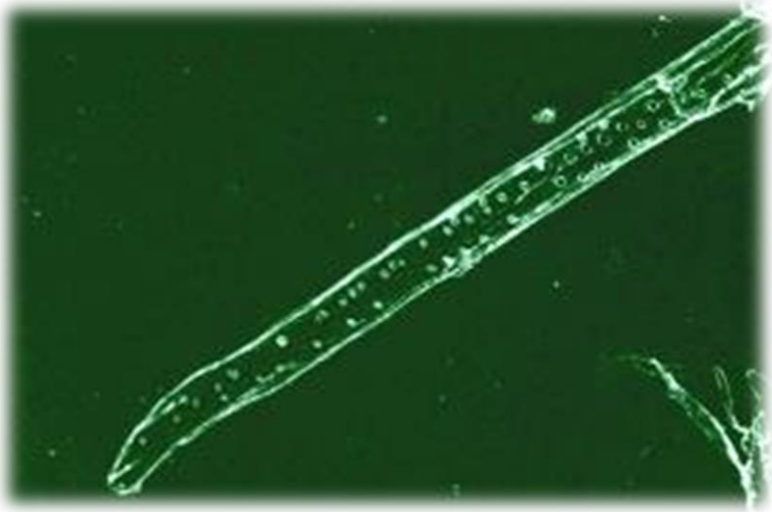


***Madeira macerada de Agathis sp.***

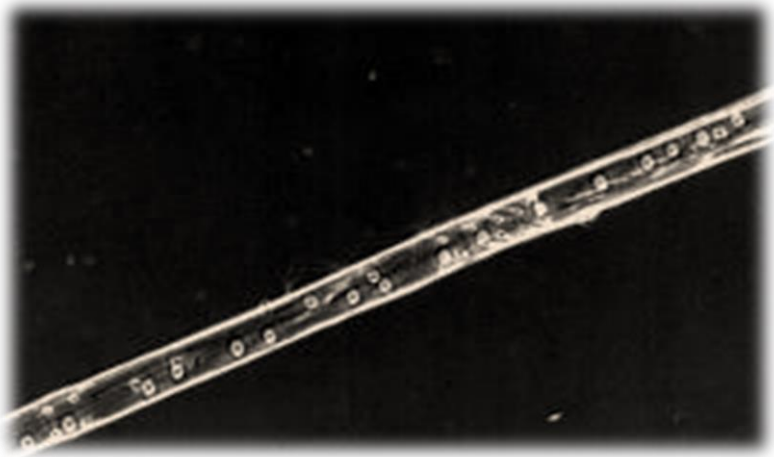


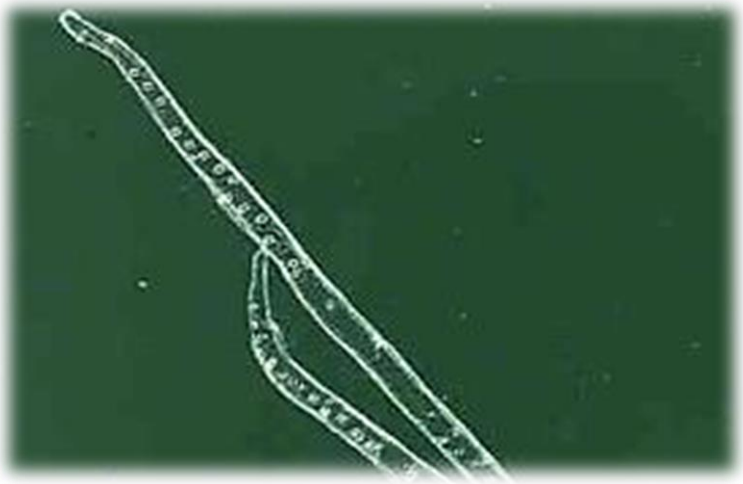
***Madeira macerada de Cryptomeria japonica***

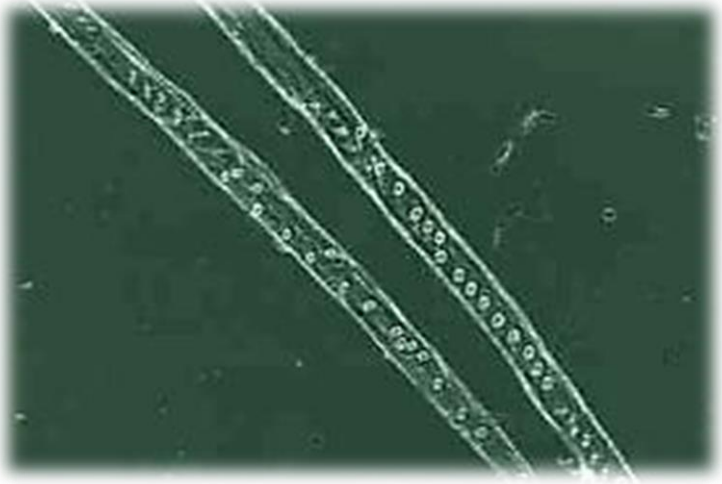




## *Madeira macerada de Cunninghamia lanceolata*







## *Madeira macerada Cupressus lusitanica*

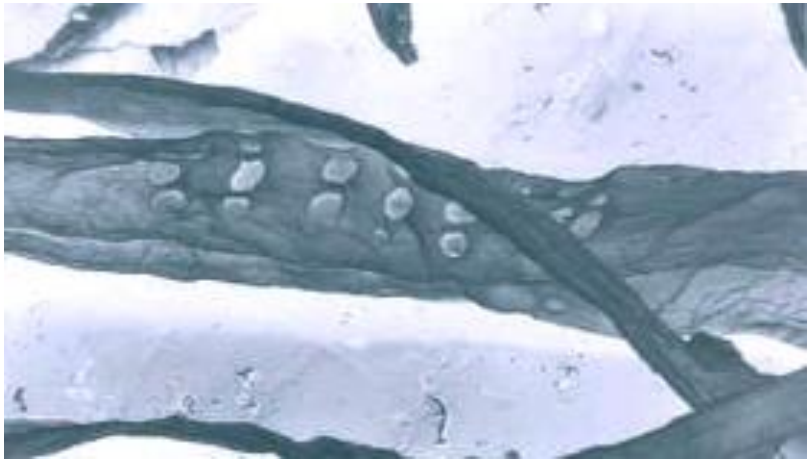
***Madeira macerada Podocarpus lambertii***

***Madeira macerada Podocarpus sellowii***

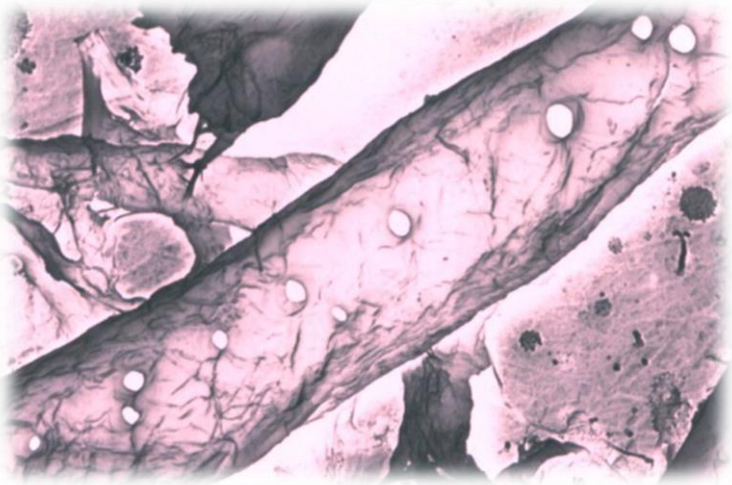
## *9.2. Imagens em microscopia eletrônica – Outras Coníferas*

***Polpa de conífera norte-americana***

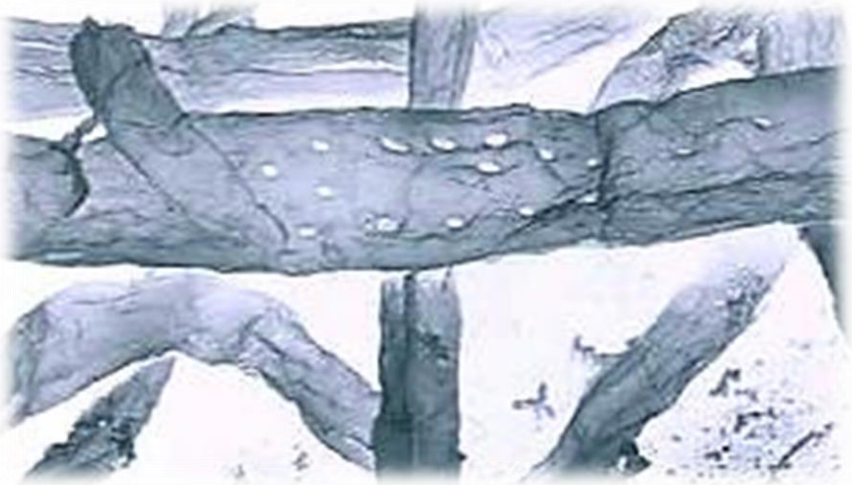
***Polpa de conífera canadense***



***Polpa de conífera sueca***



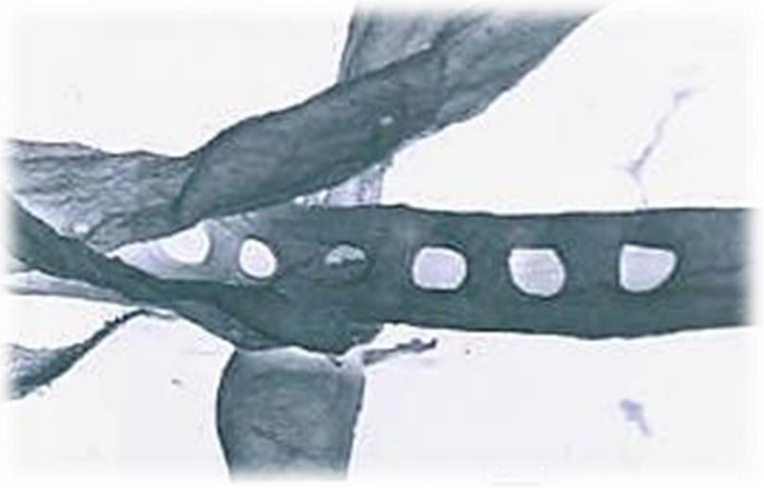
***Polpa kraft de conífera americana***



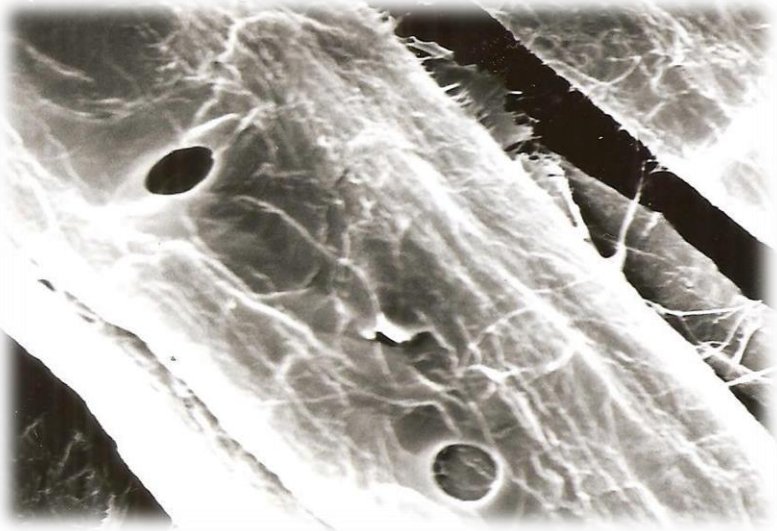
***Polpa de conífera finlandesa***

***Polpa fluff - Conífera norte-americana***

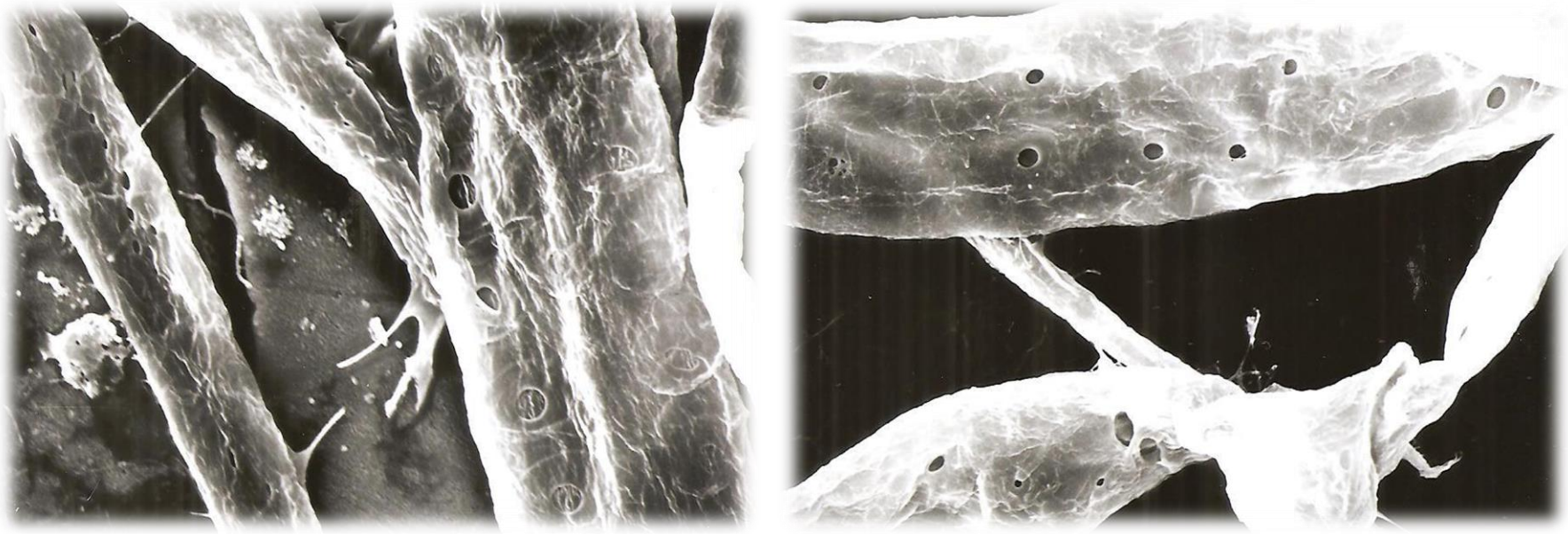
## *Polpas kraft de spruce*



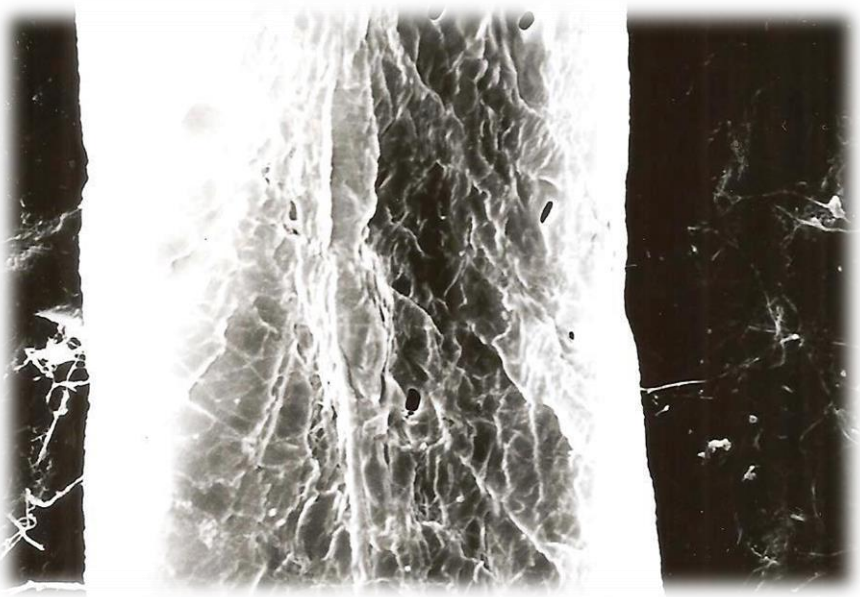
**Polpa kraft de conífera australiana**



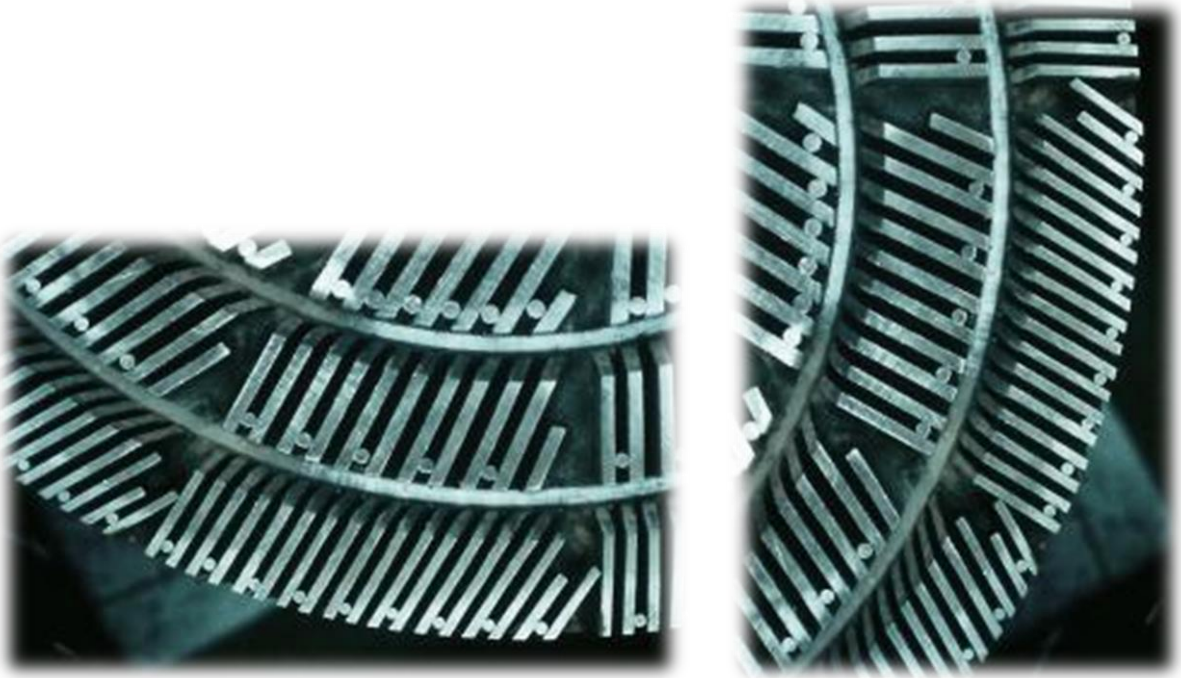
**Polpas kraft de coníferas norte-americanas**



***Polpas kraft de coníferas norte-americanas***

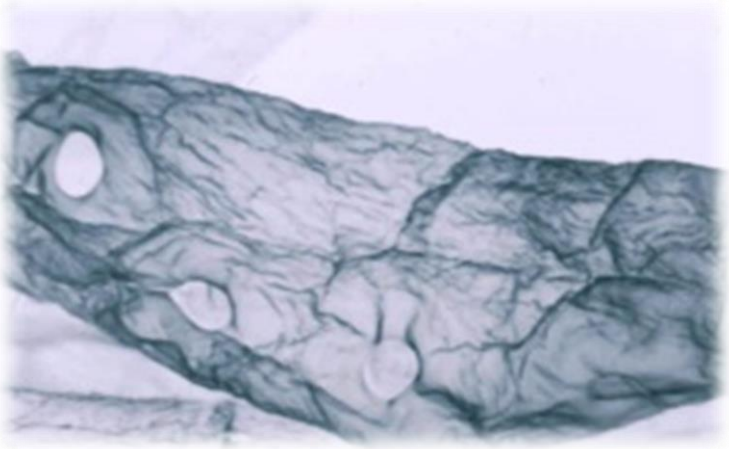


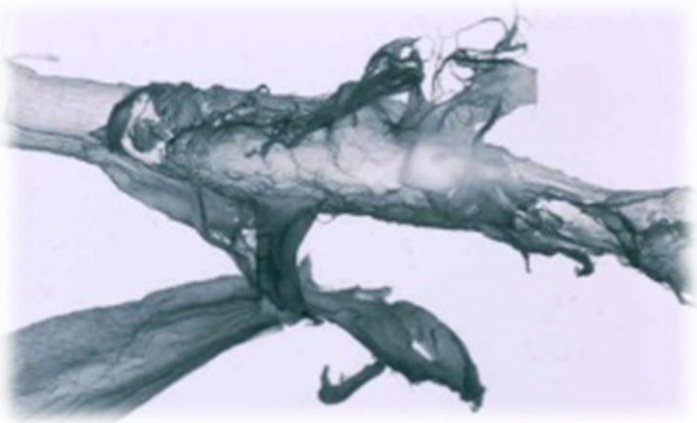
***Polpas kraft de coníferas norte-americanas***



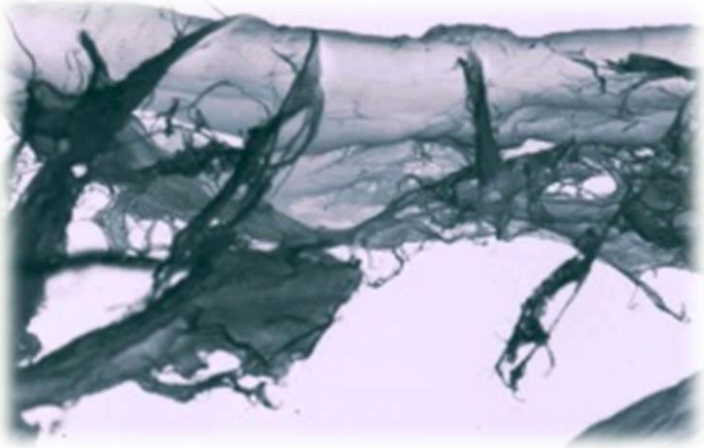
## *9.3. Imagens de polpas refinadas - Microscopia eletrônica – Outras Coníferas*

***Polpa de conífera canadense – 24ºSR***

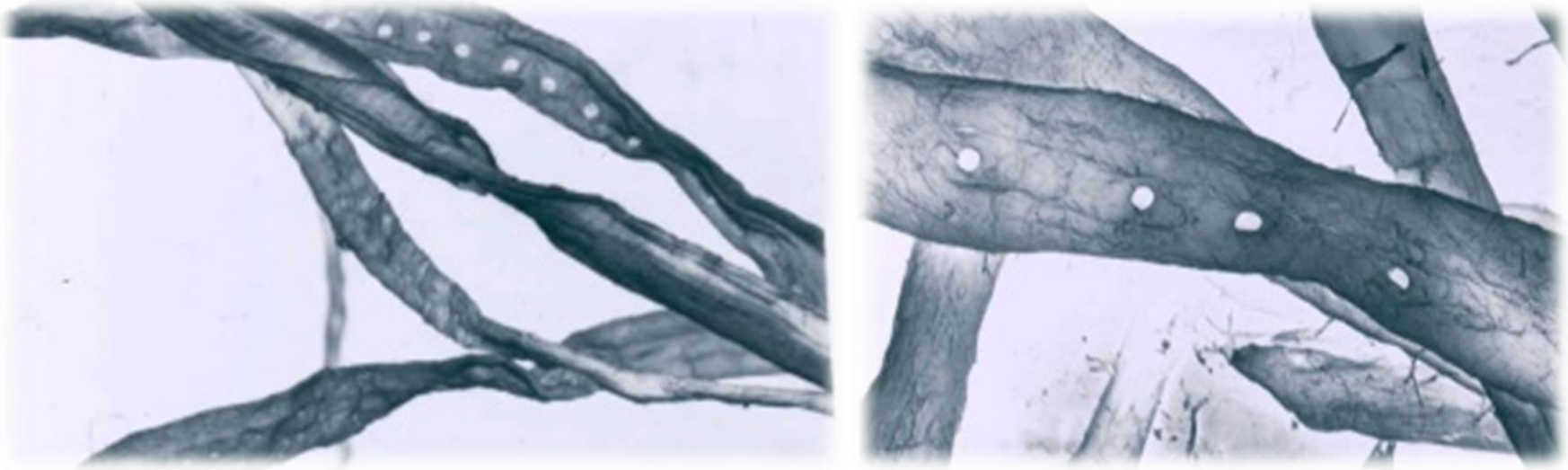




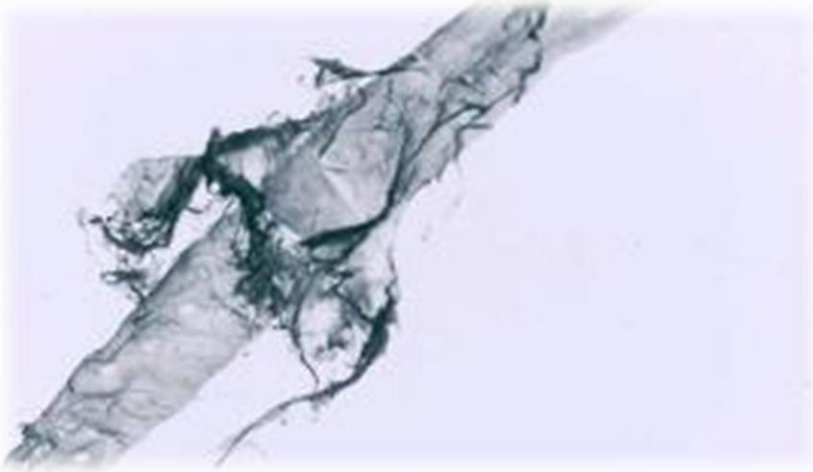
***Polpa de conífera canadense – 24ºSR***



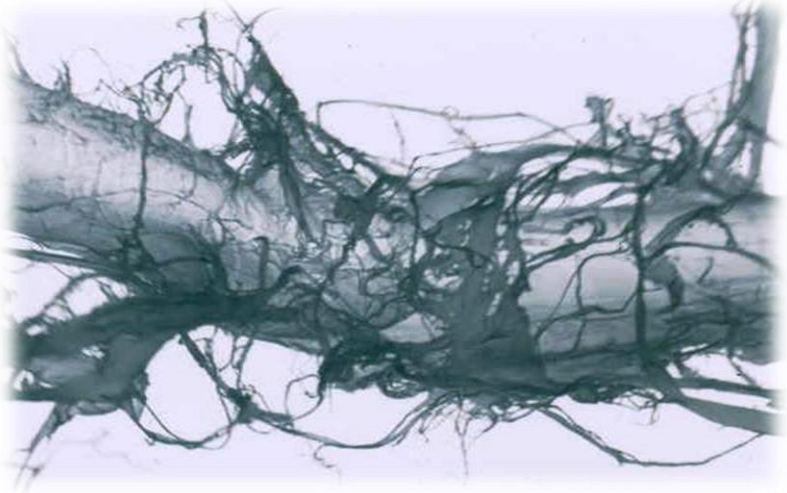
***Polpa de conífera canadense – 27ºSR***

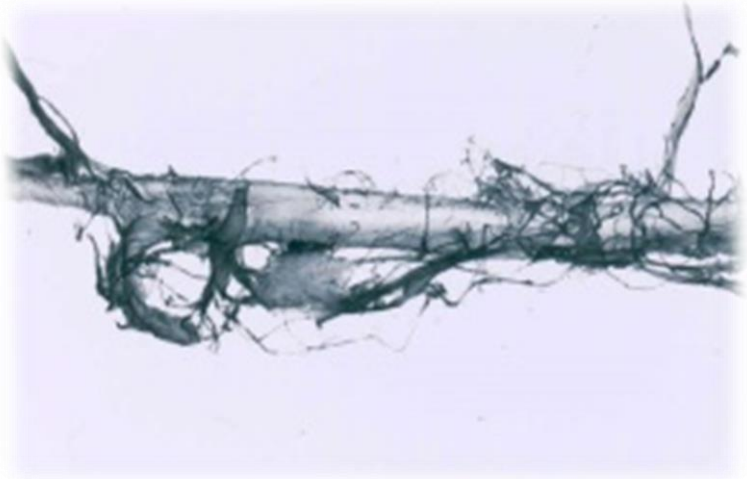


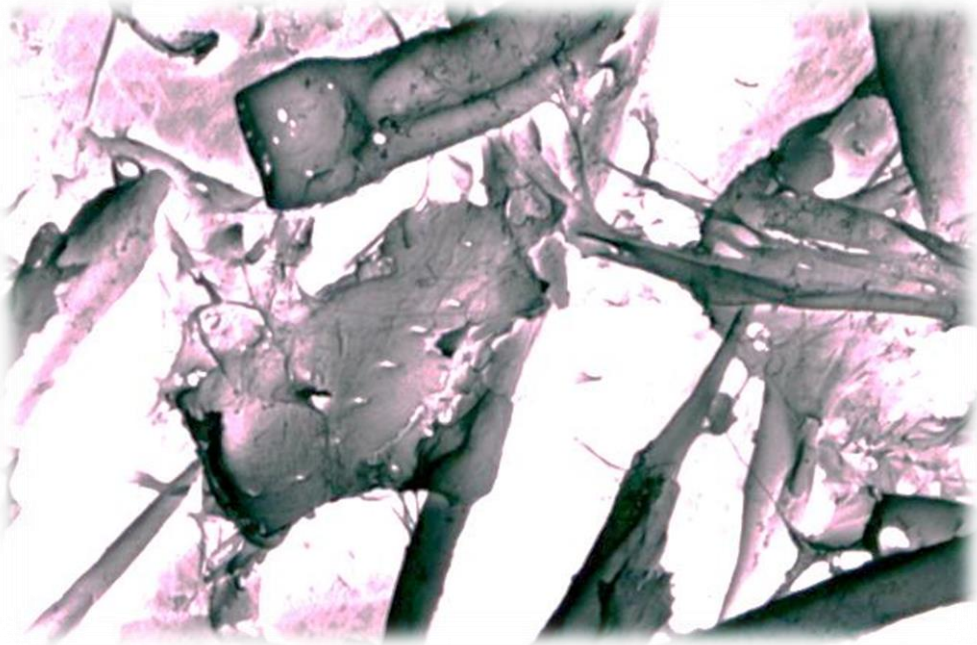
***Polpa kraft de conífera sem refino***



## *Polpa kraft refinada de conífera– 27 ºSR*







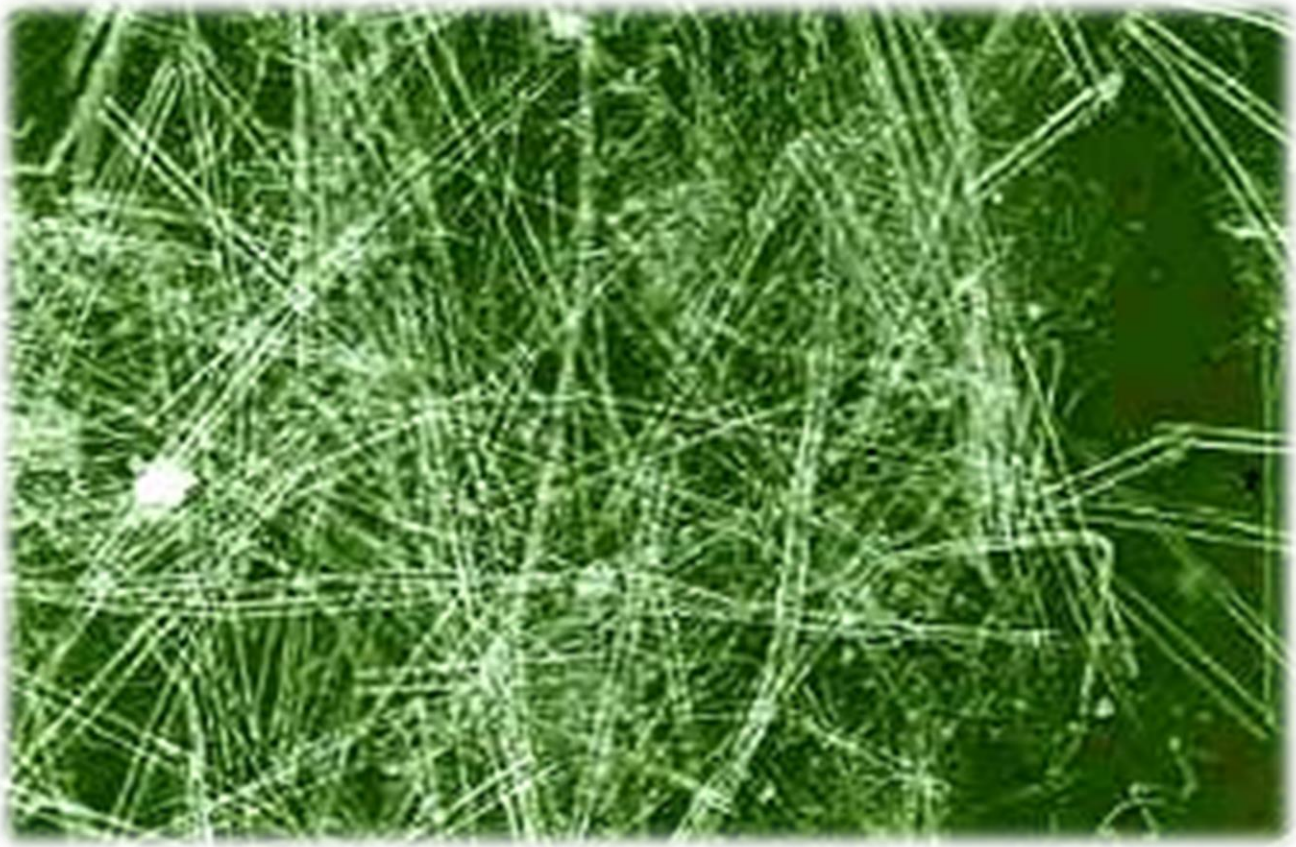
***Polpa TMP de madeira de conífera***

***Polpa kraft de conífera com parede em delaminação superficial***

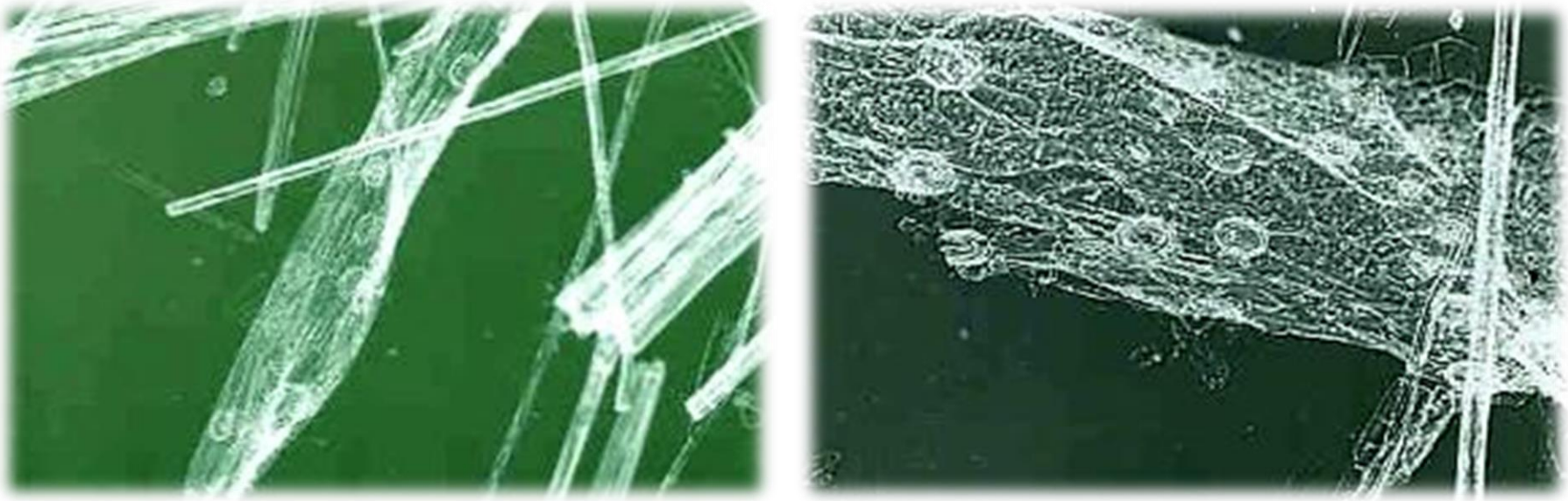
## *Tema 10: Imagens de Fibras de outros tipos de Matérias-Primas Fibrosas*

## *10.1. Imagens em microscopia ótica – Outras Matérias-Primas*

***Material macerado de Babaçu (Attalea spp.)***



***Material macerado "caule" Bananeira (Musa spp.)***

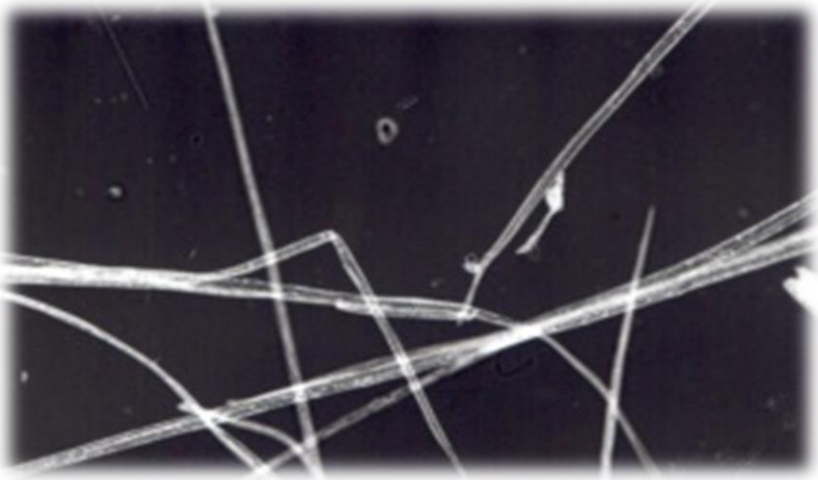


***Material macerado de Crotalaria juncea***

***Material macerado de Fórmio (Phormium spp.)***

***Polpa de Línter de Algodão (Gossypium spp.)***

## *Material macerado de Sisal (Agave sisalana)*



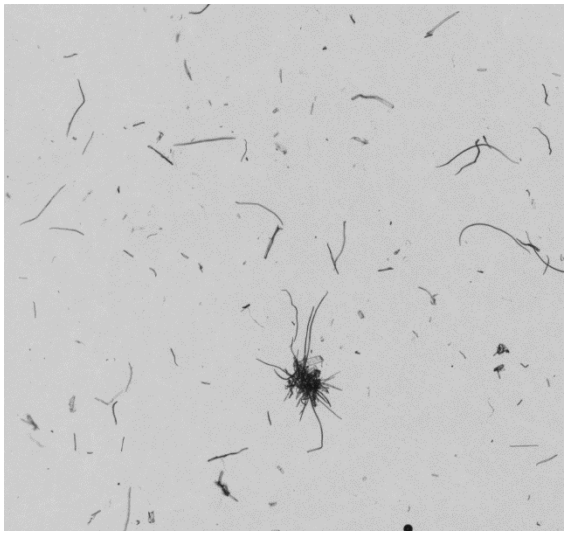
## *10.2. Imagens em microscopia eletrônica – Outras Matérias-Primas*

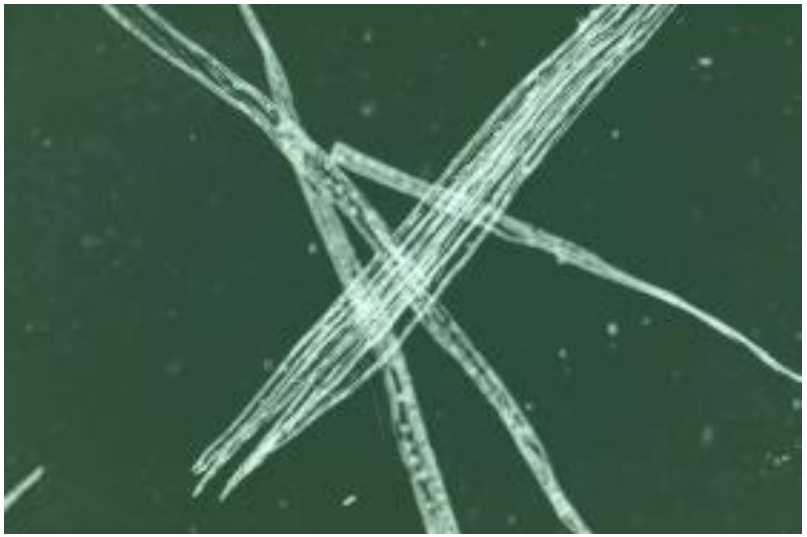
***Polpa de Línter de Algodão***

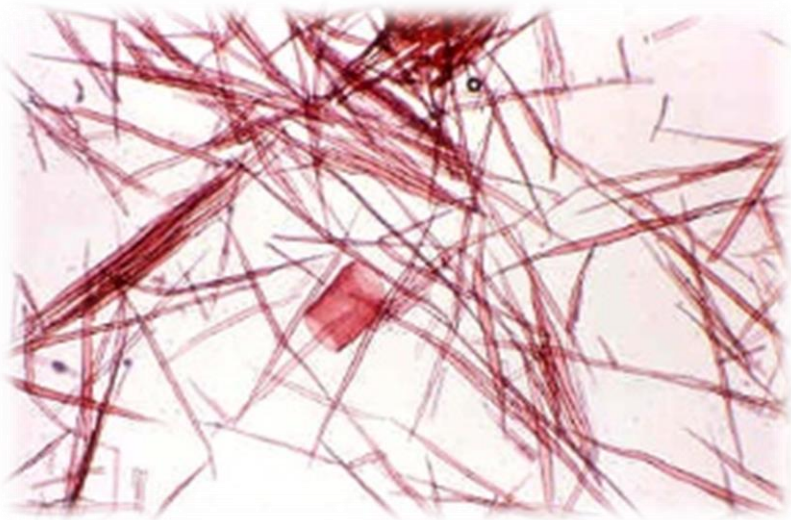
## *Tema 11: Imagens de Feixes (Shives) e Aglomerados ou Nódulos de Fibras em Polpas*

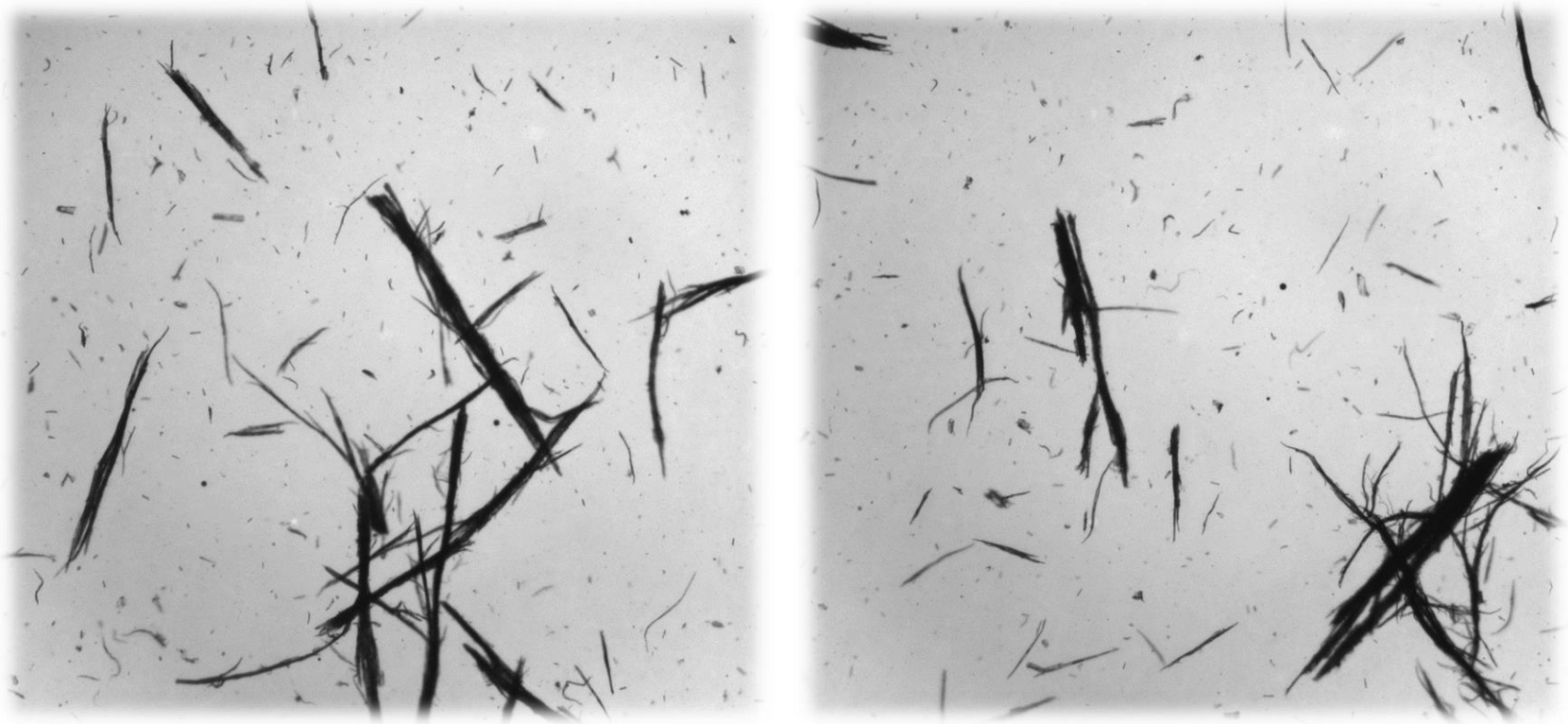
### *11.1. Imagens em microscopia ótica*

### *Feixes de Fibras ("Shives")*

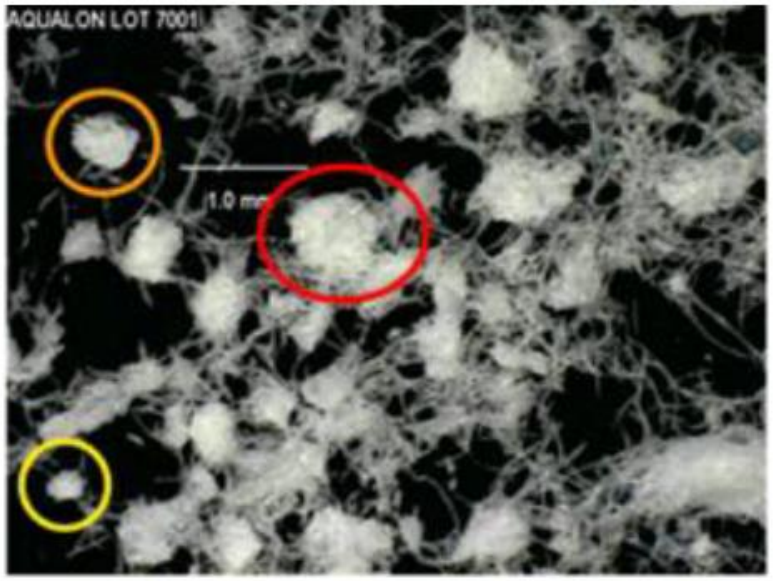


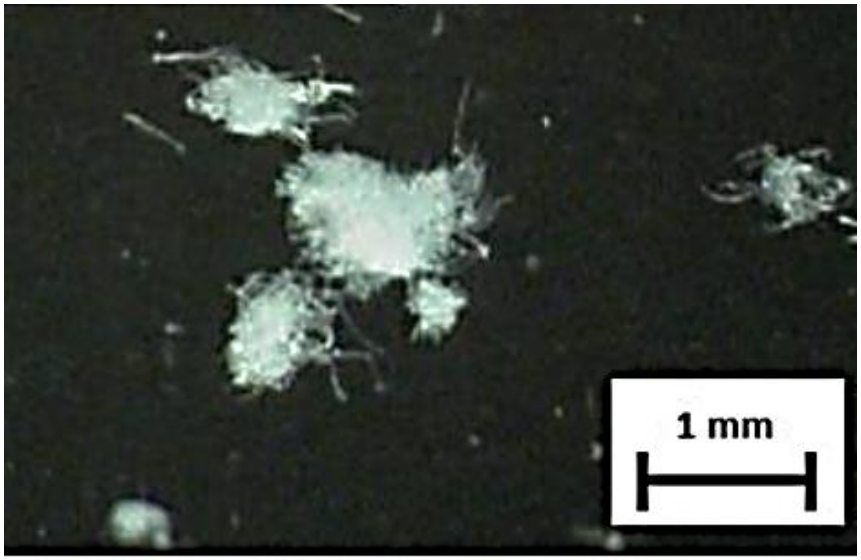






## *Aglomerados ou Nódulos de Fibras*




## *Fonte da imagem:*

https://www.cranfield.ac.uk/-/media/files/school_specific_documents/cds/session-1-02-paquet-measuring-the-content-size-and-density.ashx?la=en&hash=F92799F5120AD697BB83727BF328866AF25CEE59

## *11.2. Imagens em microscopia eletrônica*

### *Feixes de Fibras (Shives)*

## *Tema 12: Palavras de Encerramento de Celso Foelkel*

**Essa edição de número 82 da Eucalyptus Newsletter é mais uma de minhas muitas publicações de resgate de coisas históricas que eu fui encontrando e produzindo ao longo de minha carreira.**

**Ela tem a finalidade de iniciar uma série de duas publicações consecutivas procurando compartilhar com a sociedade setorial algumas imagens que fui obtendo acerca de aspectos de microscopia e anatomia sobre**

**Fibras, Polpas, Madeiras e Papéis**

**Outra das missões dessa presente edição é a de ser uma complementação à Eucalyptus Newsletter nº 81, que foi lançada e disponibilizada na web em agosto de 2020 conforme título e endereçamento como a seguir:**

*Material de Curso por Celso Foelkel*: **Multi-Polpas & Multi-Fibras - BHKMP – Bleached Hardwood Kraft Market Pulps*: Foco em fibras & polpas kraft branqueadas de Eucalyptus*.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 81. (2020)

http://www.eucalyptus.com.br/news/pt_ago2020.pdf (em Português)

**Essa edição 82 lhes oferece um importante conjunto de imagens em fotomicrografias, algumas de qualidade não tão boas quanto às que se produzem atualmente, pois diversas delas foram obtidas há entre duas a até cinco décadas atrás**

**Entretanto, para finalidades didáticas e de educação a iniciantes no setor de base florestal, acredito que elas possam colaborar para um melhor entendimento sobre os temas fundamentais do setor, que são as visões para muito desconhecidas, de como são as fibras, polpas, madeiras e papéis ao nível de observação microscópica**

**Outro objetivo importante dessa nossa publicação foi o de oferecer uma ampla bibliografia sobre a estrutura anatômica e microscópica das madeiras, fibras, polpas e papéis**

**São quase 170 materiais bibliográficos relacionados na seção 13 dessa presente publicação digital. Todos eles com links de endereços de web para serem descarregados e avaliados pelos interessados em ler e aprender sobre esses temas.**

**A edição 82 lhes trouxe uma parte dessa minha coleção de fotomicrografias com as imagens de Fibras & Polpas Celulósicas, sendo que em uma próxima edição lhes trarei fotomicrografias de estruturas anatômicas de Madeiras & Papéis**

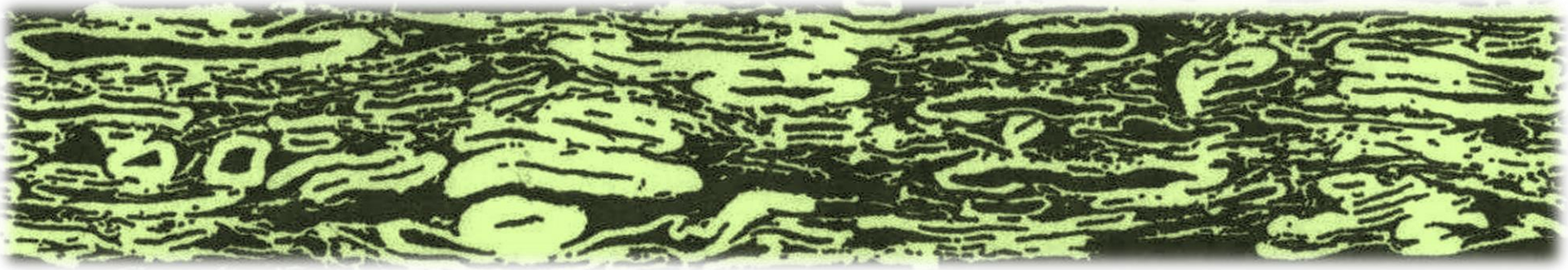
**Aguardem, em breve estarei disponibilizando isso tudo em uma nova edição da Eucalyptus Newsletter**

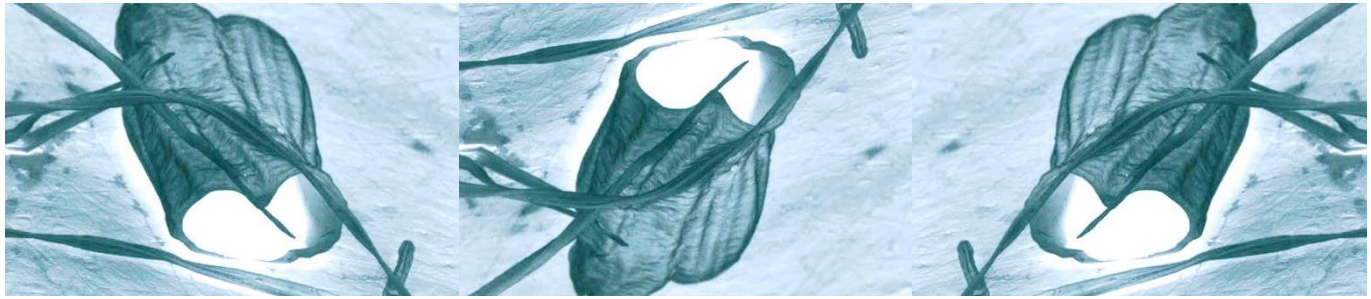
**Nesse interim, sugiro irem navegando nas imagens disponibilizadas e literaturas referenciadas nessa nossa publicação**

**Espero com isso estar colaborando para o aprimoramento e o enriquecimento cultural e tecnológico do setor de base florestal com minhas Histórias, Causos e Relatos de Vida**

**MUITO OBRIGADO A TODOS VOCÊS**

**Boas leituras e estudos...**





# *Tema 13:* REFERÊNCIAS DE LITERATURAS TÉCNICAS E CIENTÍFICAS

**Celso Foelkel, autor e professor desse material didático, agradece e parabeniza a toda essa grande legião de entidades, editoras, organizadoras de eventos e às dezenas de autores que nos permitiram reunir essas quase 170 referências de literaturas para acesso e leitura de quem se interessar em conhecer mais sobre a temática relacionada às**

**Fibras & Polpas Celulósicas**

**Seguem-se as nossas recomendações para leitura e estudo:**

**Recomendações de literaturas disponibilizadas em Mídia Eletrônica ou Impressa em Papel e de autoria ou coautoria do Professor Celso Foelkel e Inúmeros outros Autores Nacionais e Internacionais contendo conhecimentos sobre Microscopia da Madeira, Polpas e Papéis com Imagens e/ou Fotos de Fibras & Polpas Celulósicas** (*bem como texros sobre* ***Anatomia da Madeira*** *e* ***Microscopia do Papel****, que serão objetos de outra edição da Eucalyptus Newsletter em sequência à presente*)

**Pulp and paper fiber composition standards: Reference standards, showing the color reactions of common paper-making fibers and standard fiber mixtures with various stains for use in identification and estimation of fiber composition of paper.** M.F. Merrit. U.S. Dept. of Commerce, Bureau of Standards. (1924)

https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015086549717&view=1up&seq=9 (em Inglês)

**A color atlas for fiber identification.** J.H. Graff. IPC – The Institute of Paper Chemistry. (1940)

https://findit.library.yale.edu/catalog/digcoll:2784594 (em Inglês - Referência)

e

https://openlibrary.org/books/OL6400319M/A_color_atlas_for_fiber_identification (em Inglês - Referência)

**Pulp and paper microscopy. (Fiber analysis).** J.H. Graff. IPC – The Institute of Paper Chemistry. 193 pp. (1942)

https://trove.nla.gov.au/work/154496943 (em Inglês - Referência)

**Microscopy of newly developed paper making fibers.** R.E. Hathaway. Paper Engineering Senior Thesis. Western Michigan University. 36 pp. (1951)

https://scholarworks.wmich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1168&context=engineer-senior-theses (em Inglês)

**382 photomicrographs of 91 papermaking fibers.** C.H. Carpenter; L. Leney. State University of New York College of Forestry. 238 pp. (1952)

https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.b4586695&view=1up&seq=1 (em Inglês)

**Anatomia vegetal.** K. Esau. Ediciones Omega. 729 pp. (1959)

https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=304984&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22esau%22&qFacets=autoria:%22esau%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1 (em Espanhol – Referência)

e

https://www.agapea.com/libros/ESAU-ANATOMiA-VEGETAL-9788428214438-i.htm (em Espanhol)

**Identification of coniferous woods.** B.F. Kukachka. TAPPI Journal 43(11): 887 – 896. (1960)

https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/pdf1960/kukac60b.pdf (em Inglês)

**Papermaking fibres. A photomicrografic atlas of woody, non-woody, and man-made fibers used in papermaking.** C.H. Carpenter; L. Leney; H.A. Core; W.A. Coté, Jr; A.C. Day. State University College of Forestry at Syracuse University. Technical Publication nº 74. (1963)

https://catalogue.nla.gov.au/Record/708446 (em Inglês - Referência)

**Cellular ultrastructure of woody plants.** W.A. Coté, Jr. Syracuse University Press. 603 pp. (1965)

https://www.abebooks.com/servlet/SearchResults?tn=Cellular+Ultrastructure+Woody+Plants (em Inglês – Referência)

e

https://digitalcommons.usu.edu/aspen_bib/5935/ (em Inglês – Referência)

**Microscopic methods for determining cross-sectional cell dimensions.** D.M. Smith. Forest Products Laboratory. Publication RP 79. 32 pp. (1967)

https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplrp/fplrp79.pdf (em Inglês)

**Identification of North American commercial pulpwoods and pulp fibers.** I. Strelis; R.W. Kennedy. Pulp and Paper Research Institute of Canada. University of Toronto Press. 117 pp. (1967)

https://utorontopress.com/us/identification-of-north-american-commercial-pulpwoods-and-pulp-fibres-1 (em Inglês - Resumo)

e

https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19670604564 (em Inglês - Resumo)

e

https://www.bokus.com/bok/9781487573584/identification-of-north-american-commercial-pulpwoods-and-pulp-fibres/ (em Inglês – Referência)

**Pulp and paper microscopy.** I.H. Isenberg. The Institute of Paper Chemistry. 431 pp. (1967)

https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/11673/isenberg_irving_h_196705.pdf (em Inglês)

**Atlas de fibras para pasta de celulosa. Coníferas.** A. Caperos Sierra; J.L. Serfaty Simon. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 85 pp. (1969)

https://www.libros-antiguos-alcana.com/atlas-de-fibras-para-pasta-de-celulosa-primera-parte/libro/2099941 (em Espanhol – Referência)

e

https://www.libros-antiguos-alcana.com/atlas-de-fibras-para-pasta-de-celulosa-segunda-parte/libro/2099942 (em Espanhol – Referência)

e

https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=1152 (em Espanhol – Referência)

**Classroom demonstrations of wood properties.** A.N. Foulger. Forest Products Laboratory. Publication PA 900. 42 pp. (1969)

https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplmisc/pa900.pdf (em Inglês)

**Scanning reflection electron microscopy in studies of wood structure and its degradation.** S.M. Jutte; J.F. Levy. IAWA Bulletin. International Association of Wood Anatomists. 14 pp. (1971)

https://www.iawa-website.org/uploads/soft/download/pdf/IAWA%20Bulletin%201971_1.pdf (em Inglês)

**Improved weight factors for fiber analysis.** IPC – Institute of Paper Chemistry. Project 3033. 46 pp. (1972)

https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/1429/3033_002_11201972.pdf?sequence=1&isAllowed=y (em Inglês)

**Three-dimensional structure of wood. A scanning electro microscope study.** B.A. Meylan; B.G. Butterfield. Syracuse University Press. 80pp. (1972)

https://books.google.com.br/books?id=cMMsTtJcuuUC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false (em Inglês – Disponível para leitura)

e

https://www.amazon.com/Three-Dimensional-Structure-Wood-Scanning-Microscope/dp/0815650302 (em Inglês - Para aquisição)

e

https://alexnaylor.wordpress.com/2014/01/23/three-dimensional-structure-of-wood/ (em Inglês – Resumo por Alex Naylor)

**Anatomia das plantas com sementes.** K. Esau. Tradução: B.L. Morretes. Editora Edgard Blücher. 293 pp. (1974)

https://www.blucher.com.br/livro/detalhes/anatomia-das-plantas-com-sementes-156/ciencias-biologicas-116 (em Português - Referência)

e

http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=688609&biblioteca=CPAF-AC&busca=autoria:%22%22&qFacets=autoria:%22%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=76 (em Português - Referência)

**Relações entre as características da madeira e propriedades da celulose e papel.** C.E.B. Foelkel; L.E.G. Barrichelo. O Papel (Setembro): 49 – 53. (1975)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1975_Caracteristicas_Madeira+Celulose+Papel.pdf (em Português)

**Análise quantitativa de fibras celulósicas.** C.E.B. Foelkel; L.E.G. Barrichelo; V. Manfredi; R. Fazanaro. O Papel (Setembro): 59 – 64. (1976)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/An%E1lise%20quantitativa%20de%20fibras%20celul%F3sicas.pdf (em Português)

*Material de Curso por Celso Foelkel.* **Estrutura da madeira**. C. Foelkel. Curso de Fabricação de Celulose. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 85 pp. (1977)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/01.%20Estrutura%20da%20Madeira.%201977.PDF (em Português)

e

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/01.%20Estrutura%20da%20Madeira.%201977.PDF (em Português)

**On the calculation of weighted average fiber lengths in paper.** R.A. Parham; J.O. Church. IPC – Institute of Paper Chemistry. Technical Paper Series. Report nº 44. 12 pp. (1977)

https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/3037/tps-044.pdf?sequence=1&isAllowed=y (em Inglês)

**Application of fibre characterization techniques to industrial papermaking operations.** R.P. Kibblewhite. Appita 33(2): 111 – 118. (1979)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/33_kibblewhite.pdf (em Inglês)

**A classification of hardwood pulps for paper.** B. Dillner; P. Jonsson. Proceedings of the Symposium on New Pulps for the Paper Industry. p.: 25 – 35. (1979)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/1979_Classification+Hardwood+Pulps.pdf (em Inglês)

**Papermaking fibers. A photomicrografic atlas.** W.A. Coté. State University of New York College of Environmental Science and Forestry. Syracuse University Press. (1980)

https://www.abebooks.com/servlet/SearchResults?isbn=9780815622284&cm_sp=mbc-_-9780815622284-_-all (em Inglês – Referência)

e

https://www.amazon.com/Papermaking-Fibers-Photomicrographic-Renewable-Materials/dp/0815622287 (em Inglês - Referência)

**The practical identification of wood pulp fibers.** R.A. Parham; R.L. Gray. TAPPI Press. Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 23 pp. (1982)

https://www.tappi.org/content/pdf/member_groups/wood%20products/0101r100.pdf (em Inglês)

**Processo nítrico-acético para maceração de madeira.** L.E.G. Barrichelo; C.E.B. Foelkel. 4º Congresso Florestal Brasileiro. Silvicultura 28: 732 - 733. (1983)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1983_Processo_nitrico_acetico.pdf (em Português)

**Caracterização anatômica da madeira e da casca das principais espécies de *Eucalyptus* do Estado de São Paulo**. V. Angyalossy-Alfonso. Revista Silvicultura 8(28): 720 – 725. (1983)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/28_III_Silvicultura_Edicao_28_1983.pdf (em Português - Localizar páginas 720 – 725)

**The wood anatomy of eucalypts and papermaking.** R.K. Bamber. Appita Journal 38(03): 210 – 216. (1985)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/1985_Eucalyptus+Wood+Anatomy.pdf (em Inglês)

e

https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=9248608 (em Inglês - Referência)

e

https://www.semanticscholar.org/paper/The-wood-anatomy-of-eucalypts-and-papermaking-Bamber/05530d4e1a8cb3e3900afd33592991aa9046d4cf (em Inglês - Resumo)

**Estrutura anatômica da madeira de oito espécies de eucalipto cultivadas no Brasil.** M. Tomazello Filho. Revista IPEF 29: 25 – 36. (1985)

https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr29/cap03.pdf (em Português)

**Fibras papeleras de origen natural.** J.A. García Hortal. Escuela Técnica de Ingenieros Industriales de Terrassa. Universitat Politécnica de Catalunya. Monografia nº 2. 116 pp. (1986)

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36486/1400510082.pdf?sequence=1&isAllowed=y (em Espanhol)

e

https://upcommons.upc.edu/handle/2099.3/36486 (em Espanhol - Referência)

**The CSIRO family key for hardwood identification.** J. Ilic. CSIRO Division of Chemical and Wood Technology. Austrália. 171 pp. (1987)

https://books.google.com.br/books/about/The_CSIRO_Family_Key_for_Hardwood_Identi.html?id=qv8UAAAAIAAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (em Inglês)

e

https://brill.com/flyer/title/2945?print=pdf&pdfGenerator=headless_chrome (em Inglês – Folheto referencial)

**Formação e variação da estrutura da madeira de *Eucalyptus*.** M. Tomazello Filho. Seminário "Matérias-Primas Fibrosas para a Indústria de Celulose e Papel". ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 70 pp. (1988)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/03_forma%E7%E3o%20e%20varia%E7%E3o%20madeira%25%2020tomazello.pdf%20%20%20 (em Português)

**IAWA list of microscopic features for hardwood identification with an Appendix on non-anatomical information.** E.A. Wheeler; P. Baas; P.E. Gasson. IAWA Committee. International Association of Wood Anatomists. 116 pp. (1989)

https://www.iawa-website.org/uploads/soft/Abstracts/IAWA%20list%20of%20microscopic%20features%20for%20hardwood%20identification.pdf (em Inglês)

**Fichas de características das madeiras brasileiras.** C. Mainieri; J.P. Chimelo. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 428 pp. (1989)

https://books.google.com.br/books/about/Fichas_de_caracter%C3%ADsticas_das_madeiras.html?id=MqVjAAAAMAAJ&redir_esc=y (Referência)

e

https://books.google.com.br/books/about/Fichas_de_caracter%C3%ADsticas_das_madeiras.html?hl=pt-BR&id=MqVjAAAAMAAJ&redir_esc=y (Referência)

**Paper, board and pulps — Fibre furnish analysis — Part 1: General method. ISO Standard 9184-1:1990.** International Organization for Standardization. (1990)

https://www.iso.org/standard/16802.html (em Inglês)

**Paper, board and pulps — Fibre furnish analysis — Part 2: Staining guide. IS0 Standard ISO 9184-2:1990.** International Organization for Standardization. (1990)

https://www.iso.org/standard/16803.html (em Inglês)

**Paper, board and pulps — Fibre furnish analysis — Part 3: Herzberg staining test. IS0 Standard ISO 9184-3:1990.** International Organization for Standardization. (1990)

https://www.iso.org/standard/16804.html (em Inglês)

**Paper, board and pulps — Fibre furnish analysis — Part 4: Graff "C" staining test. IS0 Standard ISO 9184-4:1990(en).** International Organization for Standardization. (1990)

https://dgn.isolutions.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:9184:-4:ed-1:v1:en (em Inglês)

**The CSIRO macro key for hardwood identification.** J. Ilic. CSIRO Division of Forestry an Forest Products. Australia. 125 pp. (1990)

https://brill.com/downloadpdf/journals/iawa/11/3/article-p310_13.xml (em Inglês - Revisão do livro)

e

https://trove.nla.gov.au/work/5980513 (em Inglês - Referência)

**Anatomia da madeira.** L.M. Burger; H.G. Richter. Editora Nobel. 154 pp. (1991)

https://www.passeidireto.com/arquivo/28962265/livro-anatomia-da-madeira-burger-e-richter-1991 (em Português)

e

https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=296766&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22BURGER,%20L.%20M.%22&qFacets=autoria:%22BURGER,%20L.%20M.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1 (em Português – Referência)

**Constituyentes fibrosos de pastas y papeles.** J.A. García Hortal. Escuela Técnica de Ingenieros Industriales de Terrassa. Universitat Politécnica de Catalunya. 198 pp. (1993)

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36484/1400510079.pdf?sequence=1&isAllowed=y (em Espanhol)

e
https://upcommons.upc.edu/handle/2099.3/36484 (em Espanhol - Referência)

**Misturas de polpas brasileiras com o eucalipto.** V. Sacon; S. Menochelli; E. Ratnieks. 27º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 11 pp. (1994)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1994_Misturas_polpas_1.pdf (em Português)

**Propriedades papeleiras de misturas de polpas: Fibras de eucalipto, aparas destintadas e fibras longas.** E. Ratnieks; E. Mora; M.A.L. Martins. 27º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 12 pp. (1994)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1994_Misturas_polpas_2.pdf (em Português)

**Fiber atlas. Identification of papermaking fibers.** M.-S. Ilvessalo-Pfäffli. Springer. (1995)

https://books.google.com.br/books?id=z83uCAAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false (em Inglês – Disponível para leitura)

e

https://www.springer.com/gp/book/9783540553922 (em Inglês)

**Wood identification: A review.** E.A. Wheeler; P. Baas. IAWA Journal 19(03): 241 – 264. (1998)

https://brill.com/downloadpdf/journals/iawa/19/3/article-p241_2.xml (em Inglês)

**Standard Test Method for Fiber Analysis of Paper and Paperboard. Designation: D 1030 – 95.** ASTM – American Society for Testing and Materials. 13 pp. (1999)

http://file.yzimgs.com/175706/2011120519520283.pdf (em Inglês - Versão grátis de 1999)

e

https://webstore.ansi.org/standards/astm/astmd1030952007 (em Inglês - Versão atual de 2007)

**Atlas de fibras: Arboles, arbustos y matorrales.** J.L. Simón Serfaty. Centro de Investigación Forestal. INIA-Espanha. (1999)

https://books.google.com.br/books/about/Atlas_de_fibras.html?id=FWq9uD6oBSYC&redir_esc=y (em Espanhol – Referência)

e

https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=238186 (em Espanhol – Referência)

e

https://www.abebooks.com/servlet/BookDetailsPL?bi=19589806739&searchurl=kn%3Datlas%26sortby%3D17%26tn%3Darboles%2By%2Barbustos&cm_sp=snippet-_-srp1-_-title1 (em Espanhol – Referência)

**Considerações sobre a taxonomia, filogenia, ecologia, genética, melhoramento florestal e a fertilização mineral e seus reflexos na**

**anatomia e qualidade da madeira.** A.L. Pinheiro. SIF – Sociedade de Investigações Florestais. 144 pp. (1999)

https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=297000&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22PINHEIRO%22&qFacets=autoria:%22PINHEIRO%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=4 (em Português – Referência)

**Pulp and Paper Testing.** J.-E. Levlin; L. Söderhjelm. Papermaking Science & Technology Series. PI – Finnish Paper Engineer's Association; TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 287 pp. (1999)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/02/FIN/0202FIN17.aspx (Para aquisição – em Inglês)

https://www.puunjalostusinsinoorit.fi/site/assets/files/4218/vol17_pulp_and_paper_testing_toc.pdf (Índice do conteúdo do livro – em Inglês)

https://www.puunjalostusinsinoorit.fi/shop/volume-17-pulp-and-paper-testing/ (Para aquisição – em Inglês)

**Cellulosic pulps, fibres and materials.** 10th international Cellucon Conference Proceedings. Editores: J.F. Kennedy; G.O. Phillips; P.A. Williams. Woodhead Publishing. 352 pp. (2001)

https://www.sciencedirect.com/book/9781855734210/cellulosic-pulps-fibres-and-materials#book-info (em Inglês)

**Stains for the determination of paper components and paper defects**. J.H. Woodward. Microscopy Microanalysis 8(Suppl 2). 02 pp. (2002)

https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/S1431927602102303 (em Inglês)

**Anatomia de maderas.** J.E. Diaz-Vaz Olmedo. Universidad Austral de Chile.151 pp. (2003)

https://isbn.cloud/en/9789562919531/anatomia-de-maderas/ (em Espanhol – Referência e registro)

e

https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/2415 (em Espanhol – Referência e registro)

**Anatomia, química e propriedades das madeiras brasileiras e suas fibras.** J.L. Gomide. Curso de Especialização ABTCP/UFV. Apresentação em PowerPoint: 68 slides. (2003)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2003_Apostila_Qualidade_madeira.pdf (em Português)

**A laboratory manual for wood anatomy.** H.M. Barnes. College of Forest Resources. Missipi State University. 46 pp. (2004)

https://www.fwrc.msstate.edu/pubs/fplab.pdf (em Inglês)

**IAWA list of microscopic features for softwood identification.** H.G. Richter; D. Grosser; I. Heinz; P.E. Gasson. IAWA Committee.. International Association of Wood Anatomists. 70 pp. (2004)

https://www.iawa-website.org/uploads/soft/Abstracts/01_IAWA-Softwood_List.pdf (em Inglês)

**Occurrence and lignification of libriform fibers in normal and tension wood of red and sugar maple.** I. Vazquez-Cooz; R.W. Meyer. Wood and Fiber Science 36(1): 56 – 70. (2004)

https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/viewFile/2012/2012 (em Inglês)

**Caracterização da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E.grandis x urophylla*.** S.B. Arango Alzate. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 151 pp. (2004)

https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-13012005-165158/publico/sandra.pdf (em Português)

**The cell wall ultrastructure of wood fibres: Effects of the chemical pulp fibre line.** J. Fahlén. KTH – Royal Institute of Technology. 60 pp. (2005)

https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:7109/FULLTEXT01.pdf (em Inglês)

**Fibras e polpas.** C. Foelkel. Grau Celsius website. Apresentação em PowerPoint: 30 slides. (2005)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Palestras/Fibras%20e%20polpas.pdf (em Português)

**Galeria de fotos: Paisagens em anatomia da madeira.** (*Photo Gallery: Wood anatomy sceneries*). C. Foelkel. Website www.celso-foelkel.com.br. (2005)

http://www.celso-foelkel.com.br/fotos_madeira.html (em Português)

e

http://www.celso-foelkel.com.br/fotos_woods.html (em Inglês)

**Anatomia da madeira: A tutorial. Uma coletânea de conhecimentos, uma galeria de paisagens fotográficas.** *(Wood anatomy: A tutorial. A photo gallery on images and wood anatomy sceneries).* C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 06. (2006)

http://www.eucalyptus.com.br/newspt_out06.html#dois (em Português)

e

http://www.eucalyptus.com.br/newseng_out06.html#dois (em Inglês)

**Aspectos relevantes para o processamento de madeira para produção de celulose.** J.M. Almeida. ABTCP/TAPPI 39º Congresso Internacional de Celulose e Papel. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel; Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Apresentação em PowerPoint: 39 slides. (2006)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Aspectos+Madeira_ABTCP+TAPPI.pdf (em Português)

**Esau's plant anatomy. Meristems, cells, and tissues of the plant body: Their structure, function, and development.** K. Esau. Atualização: R.F. Evert; S.E. Eichhorn. Wiley Interscience. (2006)

https://www.researchgate.net/profile/Arvind_Singh56/post/What_will_be_the_fundamental_books_and_publications_for_understanding_plant_anatomy/attachment/59d633a3

79197b80779914ef/AS:375610472976384@1466563923231/download/2.pdf (Livro completo – 63 pp. - em Inglês)

e

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/0470047380.fmatter (Resumo e conteúdo - em Inglês)

e

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/0470047380 (Descrição do livro - em Inglês)

**Identification of wood and fibers from conifers. (Reaffirmation of T 263 sp-02).** TAPPI Standard Method. Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 21 pp. (2006)

https://www.tappi.org/content/SARG/T263.pdf (em Inglês)

**Qualitative and quantitative fiber analysis in recycled raw materials for packaging.** S. Adamopoulos; J.-V. Oliver. Forest Products Journal 56(2): 58 – 60. (2006)

http://www.teilar.gr/dbData/Dimosieyseis/Forest%20Prod%20J_2006.pdf (em Inglês)

**Wood properties.** R. Jagels. In:"Management of wood properties in planted forests. A paradigm for global forest production". FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2006)

http://www.fao.org/3/j8289e/J8289E05.htm#P198_22424 (em Inglês)

**Identification of fibre components in packaging grade papers.** S. Adamopoulos. IAWA Journal 27(02): 153 – 172. (2006)

https://pdfs.semanticscholar.org/46d7/27a08bd3764a4203369174949c83b593ac3d.pdf?_ga=2.164714940.2077251912.1600255782-1268713889.1595631734 (em Inglês)

e

http://www.teilar.gr/dbData/Dimosieyseis/IAWA%20J_2006.pdf (em Inglês)

**Fiber composition of packaging grade papers as determined by the Graff "C" staining test.** S. Adamopoulos; J.-V. Oliver. Wood and Fiber Science 38(4): 567 – 575. (2006)

https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/2111/2111 (em Inglês)

**Quantification of softwood, hardwood and nonwoody fiber content in packaging grade pulps.** S. Adamopoulos. TAPPI Journal 5(03): 27 – 32. (2006)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/06/MAR/06MAR27.aspx (em Inglês)

e

http://www.teilar.gr/dbData/Dimosieyseis/TAPPI%20JOURNAL.pdf (em Inglês)

**Anatomia da madeira: Uma complementação de indicações ao nosso tutorial.** *(Wood anatomy: A complement to our previous tutorial).* C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 07. (2007)

http://www.eucalyptus.com.br/newspt_jan07.html#dois (em Português)

e

http://www.eucalyptus.com.br/newseng_jan07.html#dois (em Inglês)

**Microscopic wood anatomy of Central European Species.** W. Schoch; I. Heller; F.H. Schweingruber; F. Kienast. Wood Anatomy. (2007)

http://www.woodanatomy.ch/ (em Inglês)

**As fibras dos eucaliptos e as qualidades requeridas na celulose kraft para a fabricação de papel**. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 03. 48 pp. (2007)

http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT03_fibras.pdf (em Português)

**The *Eucalyptus* fibers and the kraft pulp quality requirements for paper manufacturing**. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Chapter 03. 42 pp. (2007)

http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/ENG03_fibers.pdf (em Inglês)

**Advances in *Eucalyptus* fiber properties and paper products**. C. Foelkel. III International *Colloquium* in *Eucalyptus* Pulp. 06 pp. (2007)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Advances%20in%20euca%20fiber.pdf (em Inglês)

e

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Palestras/Advances%20in%20eucalyptus%20fiber%20properties%20and%20paper%20products.pdf (Apresentação em PowerPoint: 68 slides - em Inglês)

**From forest to product: New solutions for rapid, comprehensive wood and fibre analyses.** G.E. Sherson; K.L. Woo; H.F. Jang; S. Huntley; J. Drummond; V. Lawrence; F.G. Silva Jr.. 3rd ICEP - International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. (2007)

http://www.eucalyptus.com.br/icep03/430Sherson.text.pdf (12 pp. - em Inglês)

e

http://www.eucalyptus.com.br/icep03/431Sherson.ppt.pdf (32 slides – em Inglês)

**Elementos de vaso e celuloses de eucaliptos**. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 04. 56 pp. (2007)

http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT04_vasos.pdf (em Português)

**Vessel elements and *Eucalyptus* pulps**. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Chapter 04. 54 pp. (2007)

http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/ENG04_vessels.pdf (em Inglês)

**Estrutura anatômica e qualidade da madeira.** J.L. Gomide. Curso de Especialização ABTCP/UFV. Apresentação em PowerPoint: 272 slides. (2007)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Arquivo%2002%20-%20Anat%F4mia_e_Qualidade_e_da_Madeira-Agosto2007.pdf

**Ultrastructural characterization (morphological and topochemical) of wood pulp fibres: Effects of mechanical and kraft processes.** D.

Fernando. Tese de Doutorado. Swedish University of Agricultural Sciences. 56 pp. (2007)

https://pub.epsilon.slu.se/1367/1/Thesis_DF_Final_.pdf (em Inglês)

**Fibre development during stone grinding: Ultrastructural characterization for understanding derived properties.** D. Fernando; P. Rosenberg; E. Persson; G. Daniel. 2007 TAPPI International Mechanical Pulping Conference. Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 11 pp. (2007)

https://www.tappi.org/content/events/07impc/07impc57.pdf (em Inglês)

**Detailed chemical analysis of dirt specks in Celgar off-grade pulp.** K. Taylor; E. Tong; R. Lunn. PAPTAC Parksville Conference. Pulp and Paper Technical Association of Canada. 05 pp. (2007)

https://www.industrialresearch.ca/pdf/Detailed_Chemical_Analysis_of_Dirt_Specks.pdf (em Inglês)

**Anatomia da madeira do *Pinus*.** E. Foelkel. Colaboração: C. Foelkel. PinusLetter nº 01. (2008)

http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_01.html#seis (em Português)

**Wood magic. A wood science curriculum for fourteen-to eighteen-year-olds.** Virginia Cooperative Extension. Virginia Tech. 116 pp. (2008)

https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/388/388-809/388-809_pdf.pdf (em Inglês)

**Paper's appearance: A review.** M.A. Hubbe; J.J. Pawlak; A.A. Koukoulas. BioResources 03(02): 627 – 665. (2008)

https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_03_2_0627_Hubbe_PK_Papers_Apperance_Review/403 (em Inglês)

**O processo de impregnação dos cavacos de madeira de eucalipto pelo licor kraft de cozimento.** C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 15. 97 pp. (2009)

http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT15_ImpregnacaoCavacos.pdf (em Português)

**Individualização das fibras da madeira do eucalipto para a produção de celulose kraft.** C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 16. 107 pp. (2009)

http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT16_IndividualizacaoFibras.pdf (em Português)

**Propriedades papeleiras das árvores, madeiras e fibras celulósicas dos eucaliptos.** C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 14. 111 pp. (2009)

http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT14_PropPapeleiras.pdf (em Português)

**Papermaking properties of *Eucalyptus* trees, woods, and pulp fibers.** C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Chapter 14. 110 pp. (2009)

http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/ENG14.pdf (em Inglês)

**Estrutura anatômica da madeira de clones de *Eucalyptus.*** B. Arango Alzate. Revista Investigaciones Aplicadas 5: 01 – 14. (2009)

https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3219100.pdf (em Português)

**Estrutura anatômica da madeira.** J.L. Gomide. Curso de Especialização ABTCP/UFV. Apresentação em PowerPoint: 40 slides. (2009)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Arquivo%2001.%20Estrutura%20Anat%F4mica%20e%20Densidade%20da%20Madeira.pdf (em Português)

**A microscopic study of cellulosic fibre networks.** R.J.H. Hawinkels. Eindhoven University of Technology. 36 pp. (2009)

http://www.mate.tue.nl/mate/pdfs/10854.pdf (em Inglês)

e

http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.549.589&rep=rep1&type=pdf (em Inglês)

**Wood anatomy and biometric parameters variation of *Eucalyptus globulus* clones.** M. Ramírez; J. Rodríguez; M. Peredo; S. Valenzuela; R.T. Mendonça. Wood Science and Technology 43(01): 131 – 141. (2009)

https://www.researchgate.net/publication/225315744_Wood_anatomy_and_biometric_parameters_variation_of_Eucalyptus_globulusclones (em Inglês)

**Chemical composition and wood anatomy of *Eucalyptus globulus* clones: Variations and relationships with pulpability and handsheet properties.** M. Ramírez; J. Rodríguez; C. Balocchi; M. Peredo; J. Elissetche; R.T. Mendonça; S. Valenzuela. Journal of Wood Chemistry and Technology 29(01): 43 – 58. (2009)

https://www.researchgate.net/publication/237081316_Chemical_Composition_and_Wood_Anatomy_of_Eucalyptus_globulusClones_Variations_and_Relationships_with_Pulpability_and_Handsheet_Properties (em Inglês)

**Elaboração de um atlas e de uma chave para identificação das principais madeiras comercializadas no estado do Espírito Santo.** R.C. Alves. Monografia de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Espírito Santo. 64 pp. (2010)

http://www.florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/TCC_Rejane%20Costa%20Alves.pdf (em Português)

**Wood handbook. Wood as as engineering material.** Forest Products Laboratory. General Technical Report FPL-GTR-190. 509 pp. (2010)

https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fpl_gtr190.pdf (em Inglês - Livro completo)

**Chapter 3: Structure and function of wood.** A. Wiedenhoeft. In: "Wood handbook. Wood as as engineering material". 18 pp. (2010)

http://www.ucanr.org/sites/WoodyBiomass/newsletters/FPL_Wood_Handbook33282.pdf (em Inglês)

*Material de Curso*. **Influência da matéria-prima fibrosa e do processo de fabricação (celulose e papel) na qualidade do papel.** E.S. Campos. Versão em Módulo de Apresentação. Campos Consultoria e Treinamento. 311 pp. (2010)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2010_Enfase_Materia_Prima_Fibrosa.pdf (em Português)

**InsideWood – A Web resource for hardwood anatomy.** E.A. Wheeler. IAWA Journal 32(2): 199 – 211. (2011)

https://brill.com/downloadpdf/journals/iawa/32/2/article-p199_5.xml (em Inglês)

**Fine structure of papermaking fibres.** P. Ander; W. Bauer; S. Heinemann; P. Kallio; R. Passas; A. Treimanis (Editores). COST Action E54 "Characterization of the fine structure and properties of papermaking fibres using new technologies". 285 pp. (2011)

https://www.cost.eu/wp-content/uploads/2018/07/53627.pdf (em Inglês)

**Identificação macroscópica de madeiras.** P.C. Botosso. Embrapa Florestas. Documento nº 194. 66 pp. (2011)

https://lrfl.paginas.ufsc.br/files/2016/05/Documentos-194-EMBRAPA-identifica%C3%A7%C3%A3o-macrosc%C3%B3pica-de-Madeiras.pdf (em Português)

**Anatomia do lenho de dez espécies de *Eucalyptus* L'Hér.** R.A. Ammon. Monografia de Conclusão de Curso. UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 64 pp. (2011)

http://www.if.ufrrj.br/inst/monografia/2011I/Rafael.pdf (em Português)

**Identification of fibers of woody and non-woody plant species in pulp and papers.** V. Safdari; M.R.N. Sigarody; M. Ahmed. Pakistan Journal of Botany 43(4): 2127 – 2133. (2011)

http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/43(4)/PJB43(4)2127.pdf (em Inglês)

**Automated serial sectioning applied to 3D paper structure analysis.** M. Wiltsche; M. Donoser; J . Kritzinger. Journal of Microscopy 242(2): 197 – 205. (2011)

https://www.researchgate.net/publication/49645865_Automated_serial_sectioning_applied_to_3D_paper_structure_analysis (em Inglês)

**Identificação macroscópica de madeiras.** G.J. Zenid; G.C.T. Ceccantini. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 23 pp. (2012)

https://lrfl.paginas.ufsc.br/files/2016/05/Apostila-Identifica%C3%A7%C3%A3o-Macrosc%C3%B3pica-IPT-abril-2012.pdf (em Português)

**The reference measurements of the paper laboratory.** P. Penttinen. Tese de Bacharelado. Saimaa University of Applied Science. 73 pp. (2012)

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/39318/Penttinen_Petri.pdf?sequence=1&isAllowed=y (em Inglês)

**Química da madeira. Madeira: Material heterogêneo.** U. Klock. UFPR – Universidade Federal do Paraná. Apresentação em PowerPoint: 63 slides. (2012)

http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/madeiraheterogenea2012.pdf (em Português)

**Química da madeira.** U. Klock; A.S. Andrade. Universidade Federal do Paraná. 85 pp. (2013)

http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/Quimica%20da%20Madeira%202013.pdf (em Português)

**Anatomia e identificação da madeira de genótipos de *Eucalyptus spp* plantados no Estado de Minas Gerais.** O.P. Lopes. Dissertação de Mestrado. UFLA – Universidade Federal de Lavras. 93 pp. (2013)

http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1428/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Anatomia%20e%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20da%20madeira%20de%20gen%C3%B3tipos%20de%20Eucalyptus%20spp.%20plantados%20no%20Estado%20de%20Minas%20Gerais.pdf (em Português)

**Quantitative wood anatomy – From sample to data.** G. von Arx; K. Cufar; A. Crivellaro; M. Carrer. Swiss Federal Research Institute. 123 pp. (2014)

http://streess-cost.eu/images/stories/Documents/COST_TS_QWA_Handout_Web_Small_2.pdf (em Inglês)

**Principales maderas de frondosas de España. Características, tecnología y aplicaciones.** S. Vignote Peña. Universidad Politécnica de Madrid. 202 pp. (2014)

http://oa.upm.es/30638/1/maderasFRONDOSASespa%C3%B1a.pdf (em Espanhol)

e

https://www.researchgate.net/publication/265207496_principales_maderas_de_frondosas_de_espana_caracteristicas_tecnologia_y_aplicaciones (em Espanhol)

**Paper structure and printability as controlled by the fibrous elements.** S.R. Corson; A.G. Flowers; D.G. Morgan; J.D. Richardson. Tappi Journal 3(6): 14 – 18. (2014)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/04/JUN/04JUN14.aspx (em Inglês)

**Fibre testing for paper & board products.** R. Langley. Intertek Amersham Paper Technology Group. Apresentação em PowerPoint: 33 slides. (2014)

https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/fibre-testing-for-paper-and-board-products-pdf.pdf (em Inglês)

*Material de Curso por Celso Foelkel.* **Seminário "*2001 - Single Species Market Pulps*".** C. Foelkel. Relatos de Vida. In: Eucalyptus Newsletter nº 48. 09 pp. (2015)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/news48_Curso_Market_Pulps_Montreal.pdf (em Português e palestras em Inglês)

**Fiber analysis of paper and paperboard.** TAPPI/ANSI Test Method T 401 om-15. Technical Association of Pulp and Paper Industry. 25 pp. (2015)

https://www.yumpu.com/en/document/read/5108296/reaffirmationof-t-401-om-03-tappi (Versão 2003 – Disponível na íntegra - em Inglês)

e

https://www.tappi.org/globalassets/images/t401-d-2-sarg-with-editorial-corrections-incorporated.pdf (Disponível na íntegra - em Inglês)

e

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/01/T/0104T401.aspx (em Inglês)

e

https://ipstesting.com/find-a-test/tappi-test-methods/tappi-t-401-fiber-analysis/ (em Inglês)

**Fiber and pulp properties for papermaking.** P. Komulainen. Pele Oy. Slideshare.net. Apresentação em PowerPoint: 35 slides. (2015)

https://www.slideshare.net/Peeke/fiber-and-pulp-characteristics-for-papermaking-51877512 (em Inglês)

**Potential of papermaking fibers.** P. Komulainen. Pele Oy. Slideshare.net. Apresentação em PowerPoint: 53 slides. (2015)

https://www.slideshare.net/Peeke/potential-of-papermaking-fibers (em Inglês)

**Microscopic examination of wood: Sample preparation and techniques for light microscopy.** J.C. Tardif; F. Conciatori. In: "Plant microtechniques and protocols". Editores: E. Yeung; C. Stassola; M. Sumner; B. Huang; E. Stasolla; C. Sumner; M. Huang. Springer. p: 373 – 415. (2015)

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-19944-3_22 (em Inglês)

**Three-dimensional imaging of cambium and secondary xylem cells by confocal laser scanning microscopy.** S. Nakaba; P. Kitin; Y. Yamagishi; S. Begum; K. Kudo; W.D. Nugroho, R. Funada et al. In: "Plant microtechniques and protocols". Editores: E. Yeung; C. Stassola; M. Sumner; B. Huang; E. Stasolla; C. Sumner; M. Huang. Springer. p: 431 – 465. (2015)

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-19944-3_24 (em Inglês)

**A procedure for identifying cellulose fibers in paper artifacts. Differentiating between flax, hemp and cotton.** M. Kostadinovska; Z.J. Spirovska; T. Taylor. The 4th International Virtual Conference on Advanced Scientific Results. 07 pp. (2016)

https://www.scieconf.com/archive/?vid=1&aid=2&kid=90401-335 (em Inglês)

**Quantitative wood anatomy: Practical guidelines.** G. von Arx; A. Crivellaro; A.L. Prendin; K. Cufar; M. Carrer. Frontiers in Plant Science 7. Article 781. 13 pp. (2016)

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4891576/pdf/fpls-07-00781.pdf (em Inglês)

**Anatomia da madeira.** S. Nisgoski. Apostila de Curso. Engenharia Industrial Madeireira. UFPR – Universidade Federal do Paraná. (2016)

http://www.madeira.ufpr.br/disciplinassilvana/APOSTILA-ANATOMIA-1P-2016.pdf (Primeira Parte, 62 pp. - em Português)

e

http://www.madeira.ufpr.br/disciplinassilvana/APOSTILA-ANATOMIA-2P-2016.pdf (Segunda Parte, 61 pp. - em Português)

*Material de Curso por Celso Foelkel.* ***Eucalyptus*** **fibers – From forests to papers.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 52. 05 pp. (2016)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/news52_Curso_Int_Eucalyptus_Forests2Papers.pdf (em Português e Inglês)

**Cellulose materials identification: The effect of dimensionality of colour photography data.** L. Dubinyová,ʹM. Jablonský; Š. Varga; M. Fikar; S. Katuščák. BioResources 11(01): 71 – 86. (2016)

https://bioresources.cnr.ncsu.edu/BioRes_11/BioRes_11_1_71_Dubinyova_JVFK_Objective_Cellulose_Identification_Fiber_Photography_7685.pdf (em Inglês)

**Study on fiber morphology of pulps from *Eucalyptus* and bagasse and its influence on paper properties.** S. Monga. Tese de Doutorado. Forest Research Institute. Deemed University. 239 pp. (2017)

https://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/175733/1/sourabh_monga%20thesis%20(fridu).pdf (em Inglês)

**Anatomia da madeira e potencial de produção de celulose e papel de quatro espécies jovens de *Eucalyptus* L'Hér.** T. Baldcellularin; J.N.C. Marchiori; S. Nisgoski; M. Talgatti; L. Denardi. Revista Ciência da Madeira 8(2): 114 – 126. (2017)

https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/download/10672/7171 (em Português)

**The identification of natural fibres**. Canadian Conservation Institute (CCI) Notes 13/18. 04 pp. (2018)

https://www.canada.ca/content/dam/cci-icc/documents/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/13-18-eng.pdf?WT.contentAuthority=4.4.10 (em Inglês)

**Chapter 3 - Wood and Fiber—Growth and Anatomy.** P. Bajpai. In: "Biermann's Handbook of Pulp and Paper. Volume 1: Raw Material and Pulp Making". Elsevier. (2018)

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128142400000033 (em Inglês)

**Identifying sources of fibre in Chinese handmade papers by phytoliths: A methodological exploration.** T. Li. STAR: Science & Technology of Archaeological Research Journal 4(01). 12 pp. (2018)

https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/20548923.2018.1475454?needAccess=true#aHR0cHM6Ly93d3cudGFuZGZvbmxpbmUuY29tL2RvaS9wZGYvMTAuMTA4MC8yMDU0ODkyMy4yMDE4LjE0NzU0NTQ/bmVlZEFjY2Vzcz10cnVlQEBAMA== (em Inglês)

**ASTM E2224 – 19: Standard guide for forensic analysis of fibers by infrared spectroscopy.** ASTM – American Society for Testing and Materials. (2019)

https://www.astm.org/Standards/E2224.htm (em Inglês)

**Microscopic observations of paper and parchment: The archaeology of small objects.** M. Bicchieri; P. Biocca; P. Colaizzi; F. Pinzari. Heritage Science 7(47). 12 pp. (2019)

https://heritagesciencejournal.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40494-019-0291-9 (em Inglês)

**Analytical staining of cellulosic materials: A Review**. M.A. Hubbe; R.P. Chandra; D. Dogu; S.T.J. van Velzen. BioResources 14(3): 7387 - 7464. (2019)

https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wp-content/uploads/2019/05/BioRes_14_3_7387_Hubbe_CDV_Review_Analytical_Staining_Cellulosic_Materials_15592.pdf (em Inglês)

*Material de Curso por Celso Foelkel*: **Qualidade da madeira para polpação kraft ...Da floresta ao usuário final do papel.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 72. 291 pp. (2019)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Curso+Qualidade+Madeira_Processo+Kraft.pdf (em Português)

e

http://www.eucalyptus.com.br/news/pt_julho19.pdf (em Português)

*Material de Curso por Celso Foelkel*: **Calidad de la madera para pulpación kraft ...Del bosque al usuario final del papel.** C. Foelkel. Website Eucalyptus.com.br. 283 pp. (2019)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Curso+Calidad+Madera_Proceso+Kraft.pdf (em Espanhol)

*Material de Curso por Celso Foelkel*: **Integrando a qualidade da madeira ao processo kraft de produção de celulose ...Dos cavacos de madeira até as fibras kraft individualizadas.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 73. 382 pp. (2019)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Curso_Interacao+Madeira+Cavacos+Processo+Kraft.pdf (em Português)

e

http://www.eucalyptus.com.br/news/pt_agosto19.pdf (em Português)

*Material de Curso por Celso Foelkel*: **Integrando la calidad de madera al proceso kraft de producción de pulpa ...De las astillas de madera a las**

**fibras kraft individualizadas.** C. Foelkel. Website Eucalyptus.com.br. 380 pp. (2019)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Curso_Interacion+Madera+Astillas+Proceso+Kraft.pdf (em Espanhol)

*Material de Curso por Celso Foelkel*: **Multi-Polpas & Multi-Fibras - BHKMP – Bleached Hardwood Kraft Market Pulps*: Foco em fibras & polpas kraft branqueadas de Eucalyptus*.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 81. 594 pp. (2020)

http://www.eucalyptus.com.br/news/pt_ago2020.pdf (em Português)

**Wood anatomy of field grown eucalypt genotypes exhibiting differential dieback and water deficit tolerance.** I.G.A. Buenoa; E.A.T. Picolia; R.M.S. Isaias; K.L.B. Lopes-Mattosa; C.D. Cruz; K.N. Kukie; E.A.V. Zauzaf. Current Plant Biology 22. 08 pp. (2020)

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214662819302166 (em Inglês)

**Wood anatomy.** E. Meier. The Wood Database. Acesso em 15.09.2020:
https://www.wood-database.com/wood-articles/hardwood-anatomy/ (em Inglês)

**BPG Fiber identification.** D. Mayer; X. Cai; J. Evers; J.M. Sexton; D. Stockman. Wiki A Collaborative Knowledge Resource. BPG - The Book of Paper Group Wiki. Acesso em 15.09.2020:
https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Fiber_Identification (em Inglês)
e
https://cool.culturalheritage.org/coolaic/sg/bpg/pcc/01_fiber-identification_DRAFT.pdf (05 pp. - em Inglês)

**Examining plant fibers and identifying characteristic features using microscopy.** L. Day. UCLA/Getty Conservation Program. UCLA – University of California, Los Angeles. Acesso em 15.09.2020:
https://uclagettyprogram.wordpress.com/2014/05/29/fiber-id-microscopy/ (em Inglês)

**Paper under a microscope: Procedures, observations and discussion.** Website microscopemaster.com. Acesso em 15.09.2020:

https://www.microscopemaster.com/paper-under-a-microscope.html (em Inglês)

**Graff C stain.** Cameo Materials Database. Acesso em 15.09.2020:

http://cameo.mfa.org/wiki/Graff_%22C%22_stain (em Inglês)

**Paper through time**. **Non-destructive analysis of 14th to 19th century papers.** University of Iowa. Acesso em 15.09.2020:

http://paper.lib.uiowa.edu/index.php (em Inglês)

**Book and Paper Group Wiki.** American Institute for Conservation. Acesso em 15.09.2020:

https://www.conservation-wiki.com/wiki/Book_and_Paper_Group_Wiki (em Inglês)

e

https://www.culturalheritage.org/membership/groups-and-networks/book-and-paper-group (AIC - BPG – Book and Paper Group. – em Inglês)

e

https://www.culturalheritage.org/membership/groups-and-networks/book-and-paper-group/resources/bpgannual (Resources – Publicações – em Inglês)

**Anatomia das plantas de Esau. Meristemas, células e tecidos do corpo da planta: Sua estrutura, função e desenvolvimento.** K. Esau. Atualização: R.F. Evert; S.E. Eichhorn. Coordenação da versão para o Português: C.R. Marcati. Editora Blücher. Acesso em 15.09.2020:

http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/anatomia-das-plantas-de-esau-blucher-9788521207122_SUM.pdf (Resumo e conteúdo - em Português)

**Katherine Esau.** Wikipédia. Enciclopédia Livre. Acesso em 15.09.2020:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Katherine_Esau (em Português)

**Maderas. Leño. Hipertextos del área de la Biología.** C. Peichoto; A.M. Gonzalez; J.S. Raisman. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Agroindústrias Saenz Peña. Argentina. Acesso em 15.09.2020:

http://www.biologia.edu.ar/plantas/maderas.htm (em Espanhol)

e

http://www.biologia.edu.ar/index.htm (Website principal - em Espanhol)

**Plant Anatomy.** J.D. Mauseth. University of Texas. Acesso em 15.09.2020:

http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/weblab/ (em Inglês)

**WURC – Wood Ultrastructure Research Center.** Swedish University of Agricultural Sciences. Acesso em 15.09.2020:

http://www-wurc.slu.se/rese/cult3d/3d.htm (em Inglês)

**MicrolabNW Photomicrograph Gallery.** Microlab. Acesso em 15.09.2020:

http://www.microlabgallery.com/PaperFiber.aspx (em Inglês)

**Plant anatomy.** Wikipédia. Enciclopédia Livre. Acesso em 15.09.2020:
https://en.wikipedia.org/wiki/Plant_anatomy (em Inglês)

**Anatomia de plantas.** Wikipédia. Enciclopédia Livre. Acesso em 15.09.2020:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Anatomia_vegetal (em Português)

**Anatomia vegetal.** Portal São Francisco. Acesso em 15.09.2020:
https://www.portalsaofrancisco.com.br/biologia/anatomia-vegetal (em Português)

**Pulp & paper microscopy.** Econotech. Acesso em 15.09.2020:
http://www.econotech.com/microscopy/index.php (em Inglês)

**Inside Wood Database.** North Carolina State University Libraries. Acesso em 15.09.2020:
https://insidewood.lib.ncsu.edu/ (em Inglês)

e

https://images.lib.ncsu.edu/luna/servlet/view/search?search=SUBMIT&q=eucalyptus&dateRangeStart=&dateRangeEnd=&sort=family_species&QuickSearchA=QuickSearchA
(Fotomicrografias de madeiras de *Eucalyptus* – em Inglês)

e

https://images.lib.ncsu.edu/luna/servlet/view/search?search=SUBMIT&q=pinus&dateRangeStart=&dateRangeEnd=&sort=family_species&QuickSearchA=QuickSearchA
(Fotomicrografias de madeiras de *Pinus* – em Inglês)

e

https://images.lib.ncsu.edu/luna/servlet/view/search?search=SUBMIT&q=araucaria&dateRangeStart=&dateRangeEnd=&sort=family_species&QuickSearchA=QuickSearchA
(Fotomicrografias de madeiras de *Araucaria* – em Inglês)

**Trees types and names. Basics of wood anatomy.** E. Wheeler. North Carolina State University. 32 slides. Acesso em 15.09.2020:

https://www.yumpu.com/en/document/read/11779672/tree-types-and-names-inside-wood (em Inglês)

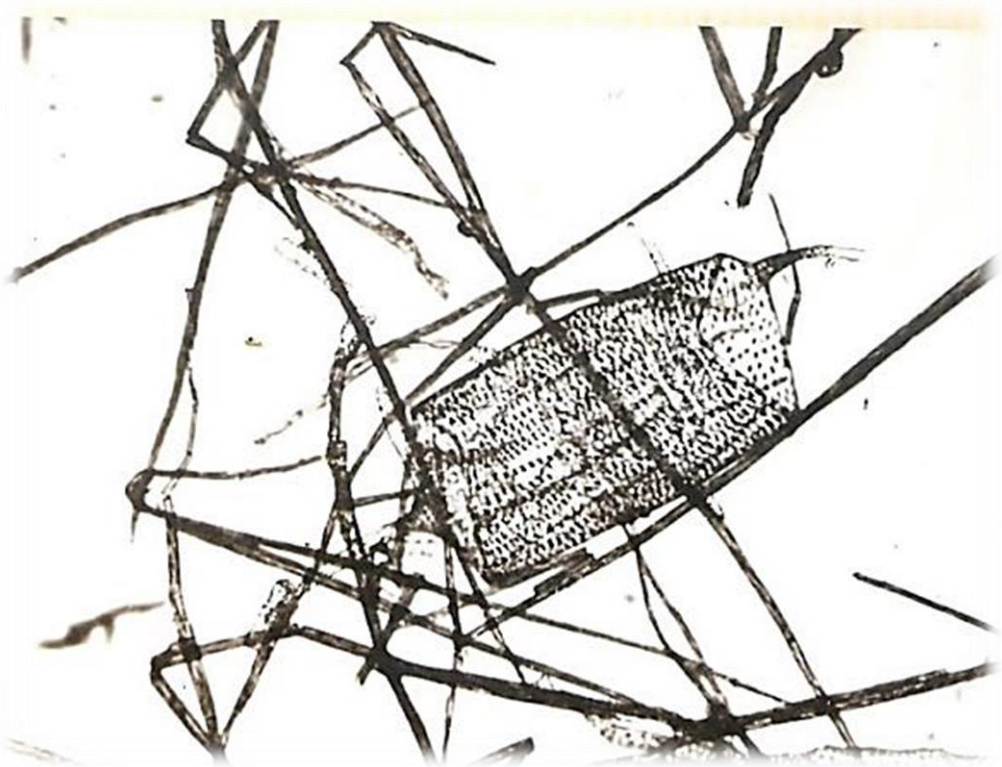
**Fiber**. Wikipédia. Enciclopédia Livre. Acesso em 15.09.2020:
https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber (em Inglês)

**Wood microscopy. Bibliography.** Smithsonian Museum. 39 pp. Acesso em 15.09.2020:
https://www.si.edu/mci/downloads/bibliographies/wood_microscopy_bibliography.pdf (em Inglês)

**Wood microscopy.** Imagens Google. Acesso em 15.09.2020:
https://www.google.com/search?q=microscopy+wood&tbm=isch&ved= (em Inglês)

**Wood anatomy.** Imagens Google. Acesso em 15.09.2020:
https://www.google.com/search?q=wood+anatomy+&tbm=isch&ved= (em Inglês)

**Paper microscopy.** Imagens Google. Acesso em 15.09.2020:
https://www.google.com/search?q=microscopy+paper&tbm=isch&ved**=** (em Inglês)



**Estrutura anatômica da madeira e ultraestrutura da fibra.** J.L. Gomide. 42 pp. (Sem referência de fonte e de data)

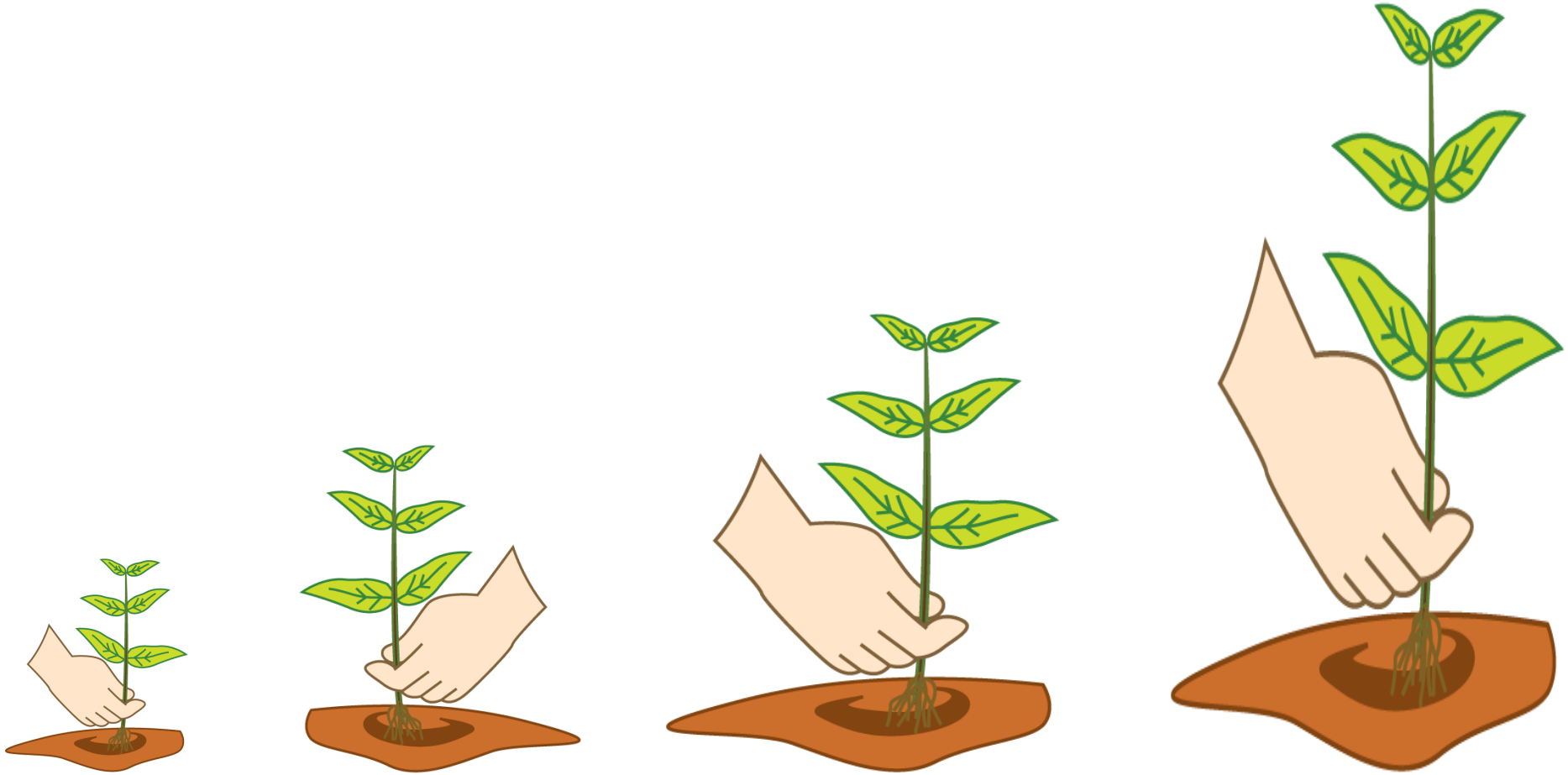
http://www.eucalyptus.com.br/artigos/ABTCP/SD_Estrutura_Madeira.pdf

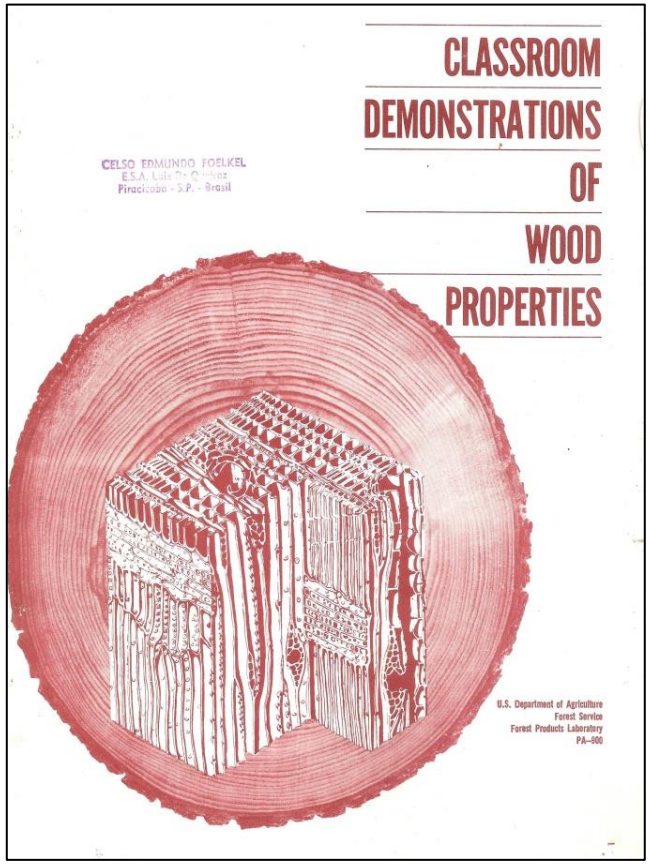
**Introdução à anatomia vegetal.** Biblioteca Digital de Licenciatura em Ciências Biológicas a Distância. UFPB – Universidade Federal da Paraíba. 50 pp. (Sem referência de data e de autor)

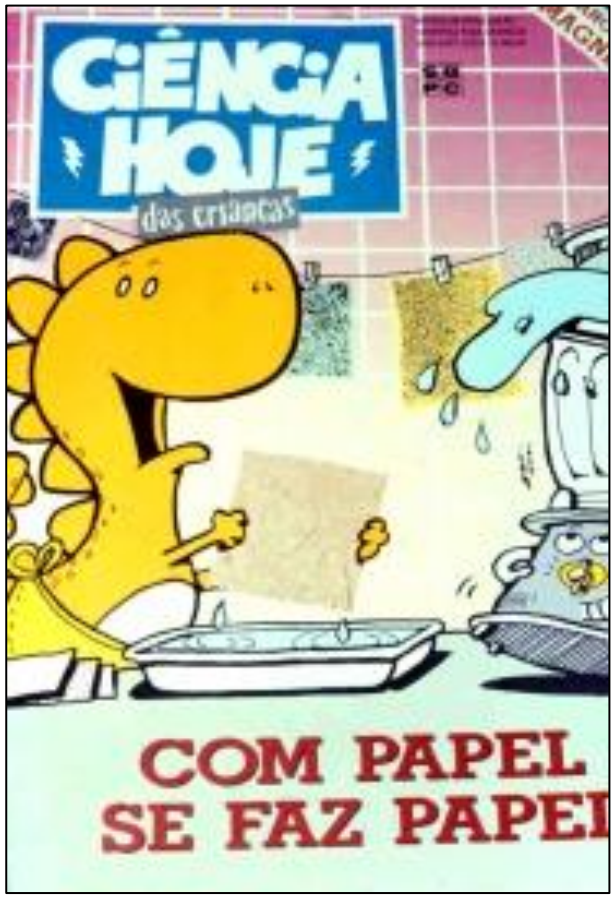
http://portal.virtual.ufpb.br/biologia/novo_site/Biblioteca/Livro_4/7-Anatomia_Vegetal.pdf (em Português)

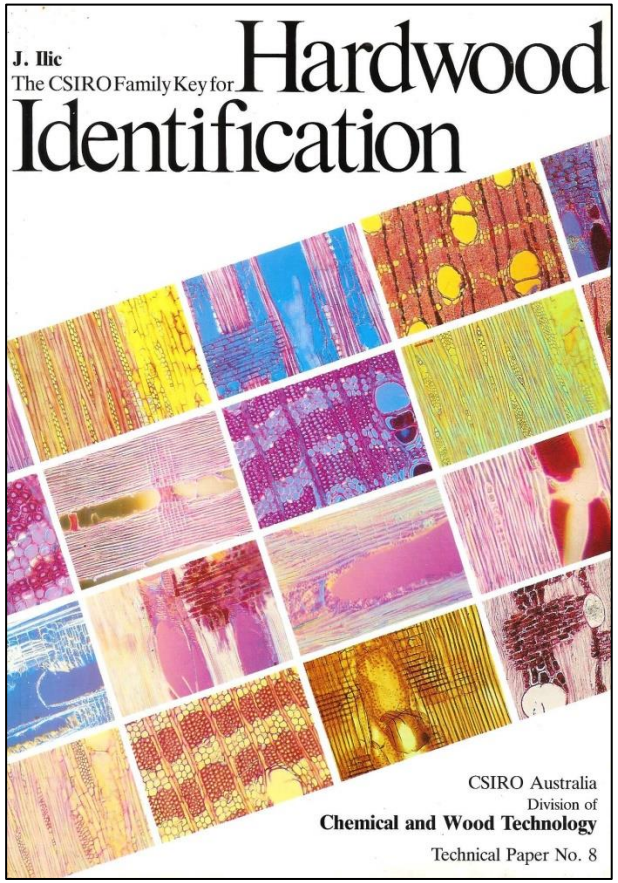
**Estrutura anatômica da madeira de canela. *Ocotea pulchela*.** A. Costa. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina. 22 pp. (Sem referência de data)

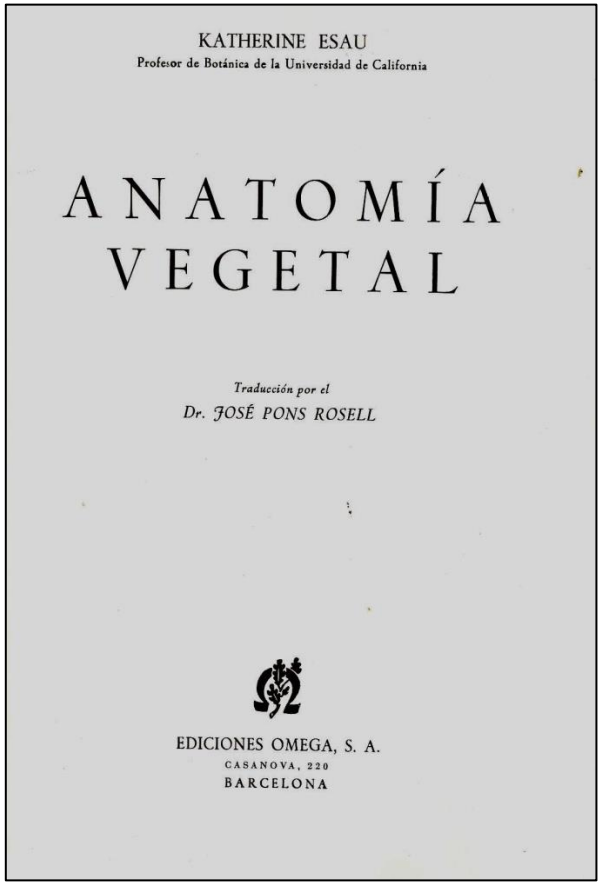
https://www.yumpu.com/pt/document/read/12640276/microsoft-powerpoint-pontua307325es111-udesc-joinville (em Português)

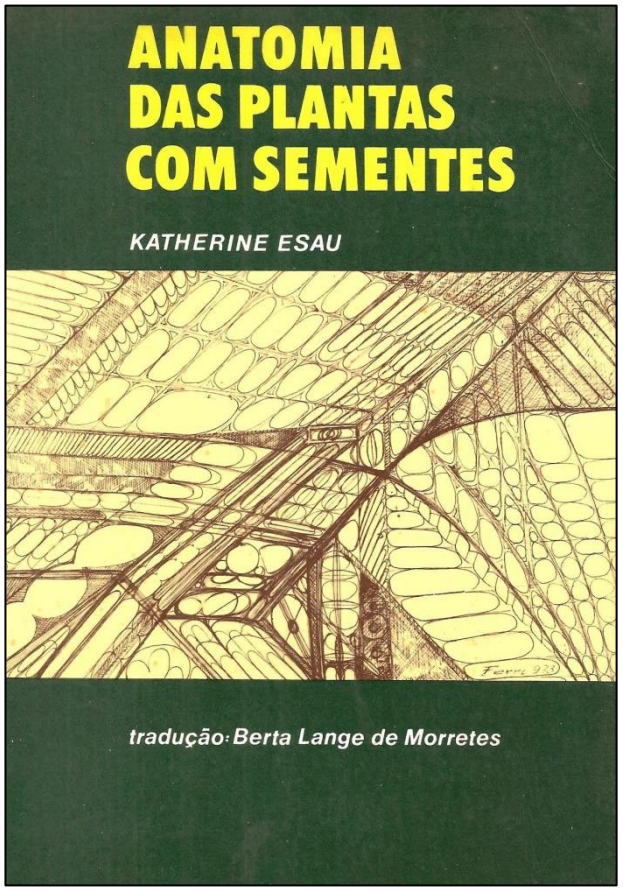


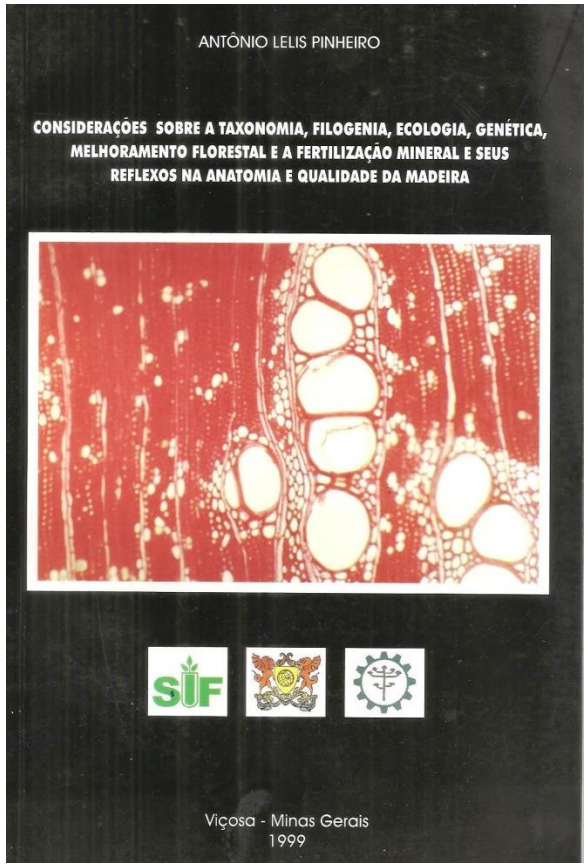

CLASSROOM
DEMONSTRATIONS
OF
WOOD
PROPERTIES
CELSO EDMUNDO FOELKEL
E.S.A. Luiz De Queiroz
Piracicaba - S.P. - Brasil
U.S. Department of Agriculture
Forest Service
Forest Products Laboratory
PA-900

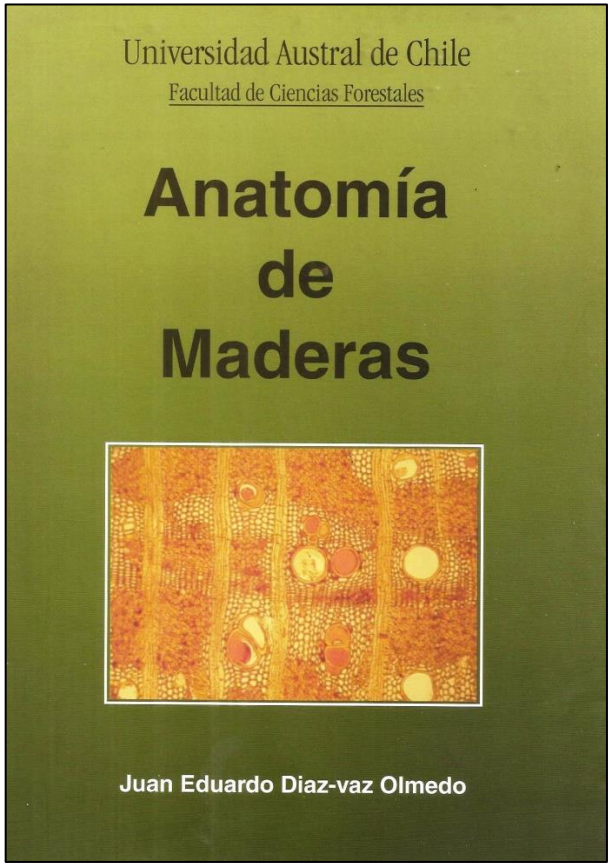

CIÊNCIA
HOJE
das crianças
COM PAPEL
SE FAZ PAPEL

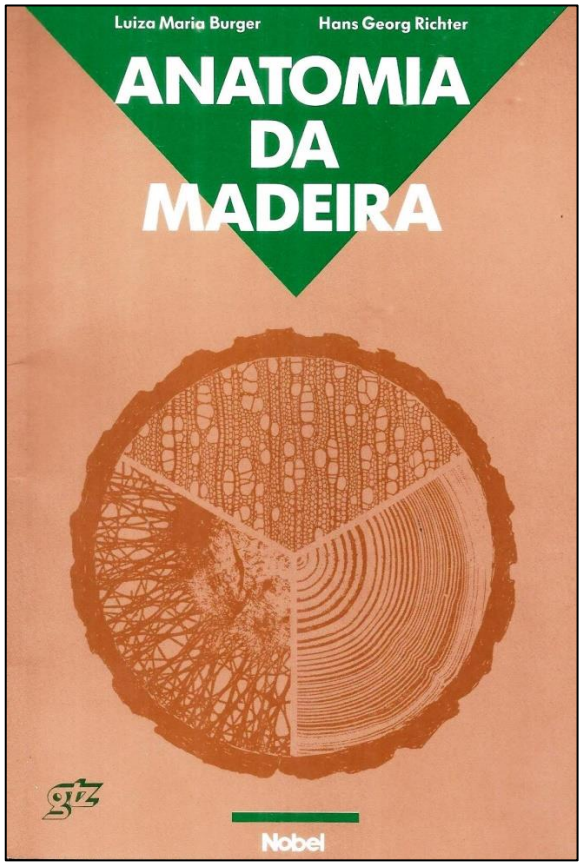

J. Ilic
The CSIRO Family Key for Hardwood Identification
CSIRO Australia
Division of
Chemical and Wood Technology
Technical Paper No. 8


KATHERINE ESAU
Profesor de Botánica de la Universidad de California
ANATOMÍA VEGETAL
Traducción por el
Dr. JOSÉ PONS ROSELL
EDICIONES OMEGA, S. A.
CASANOVA, 220
BARCELONA


ANATOMIA DAS PLANTAS COM SEMENTES
KATHERINE ESAU
tradução: Berta Lange de Morretes


ANTÔNIO LELIS PINHEIRO
CONSIDERAÇÕES SOBRE A TAXONOMIA, FILOGENIA, ECOLOGIA, GENÉTICA, MELHORAMENTO FLORESTAL E A FERTILIZAÇÃO MINERAL E SEUS REFLEXOS NA ANATOMIA E QUALIDADE DA MADEIRA
SIF
Viçosa - Minas Gerais
1999


Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias Forestales
Anatomía de Maderas
Juan Eduardo Diaz-vaz Olmedo


Luiza Maria Burger
Hans Georg Richter
ANATOMIA DA MADEIRA
gtz
Nobel

***VALEU AMIGOS, AGRADEÇO SUA PRESENÇA, LEITURA E ATENÇÃO...***

**Eucalyptus Newsletter** é um informativo técnico orientado para ser de grande aplicabilidade a seus leitores, com artigos e informações acerca de tecnologias florestais e industriais sobre os eucaliptos
Coordenador e Redator Técnico - Celso Foelkel
Editoração - Alessandra Foelkel (*webmaster@celso-foelkel.com.br*)
**GRAU CELSIUS:** Tel. (51) 99947-5999
*Copyrights © 2017 - 2021 - celso@celso-foelkel.com.br*

---

Essa **Eucalyptus Newsletter** é uma realização da **Grau Celsius**. As opiniões expressas nos artigos redigidos por Celso Foelkel, Ester Foelkel e autores convidados, bem como os conteúdos dos websites recomendados para leitura não expressam necessariamente as opiniões dos apoiadores, facilitadores e patrocinadores.

---

Caso você tenha interesse em **conhecer mais sobre a Eucalyptus Newsletter** e suas edições, por favor visite:
http://www.eucalyptus.com.br/newsletter.html

---

---

**Descadastramento:** Caso você **não queira continuar recebendo** a Eucalyptus Newsletter, o Eucalyptus Online Book e a PinusLetter, envie um e-mail para: webmanager@celso-foelkel.com.br

---

Caso esteja interessado em **apoiar ou patrocinar** as edições da Eucalyptus Newsletter, da PinusLetter, bem como os capítulos do Eucalyptus Online Book - click aqui - para saber maiores informações

---

Caso queira se **cadastrar** para passar a receber as próximas edições dirija-se a: http://www.eucalyptus.com.br/cadastro.html

---