



Curso: eGES 018 2023 4

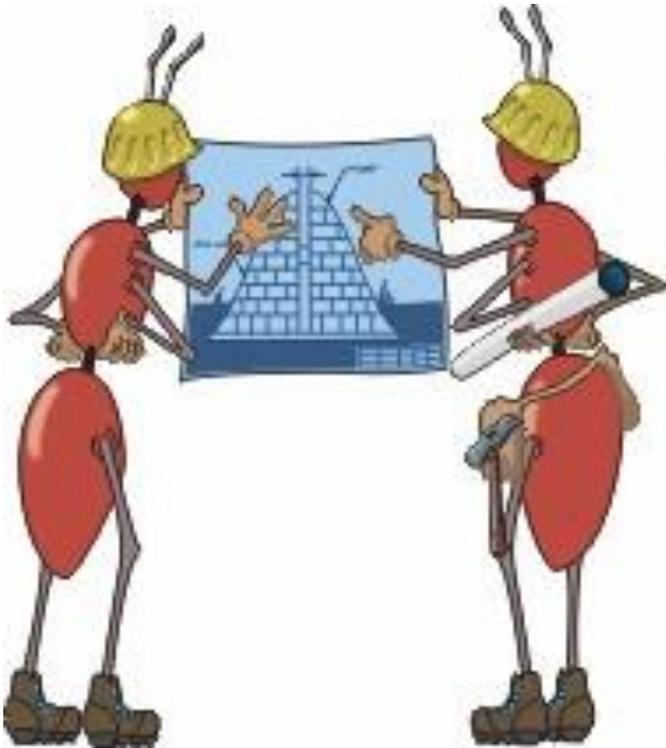
Dimensionamento de estruturas de madeira

Durabilidade

das

estruturas de madeira

Prof. Dr. Reyolando Brasil



# Deterioração da madeira

A deterioração da madeira pode ser principalmente por agentes:

Físicos;  
Químicos;  
Biológicos.

## Deterioração Fotoquímica

radiação ultravioleta que atua sobre a lignina conhecido por intemperismo (wethering)

### Física e Química

Fogo

Desgastes mecânicos

Ação dos produtos químicos

### Deterioração Biológica

Brocas marinhas

Fungos

Insetos

Bactérias

# microorganismos

## Microorganismos

Bactérias

fungos

### Insetos

coleópteros (brocas e besouros)

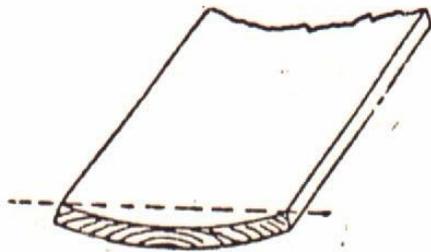
isópteros (cupins)

### Perfuradores marinhos

Moluscos

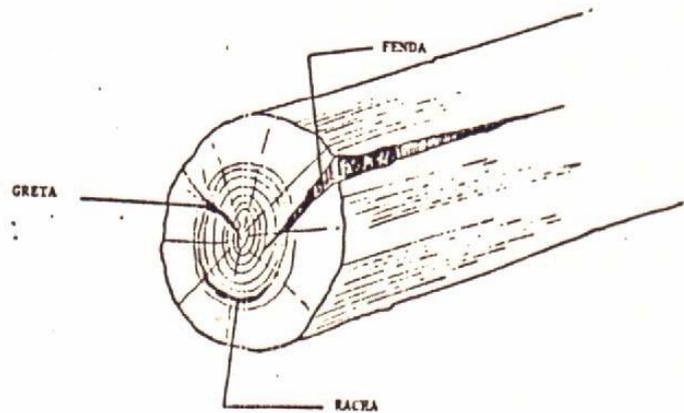
crustáceos

# Defeitos de Secagem

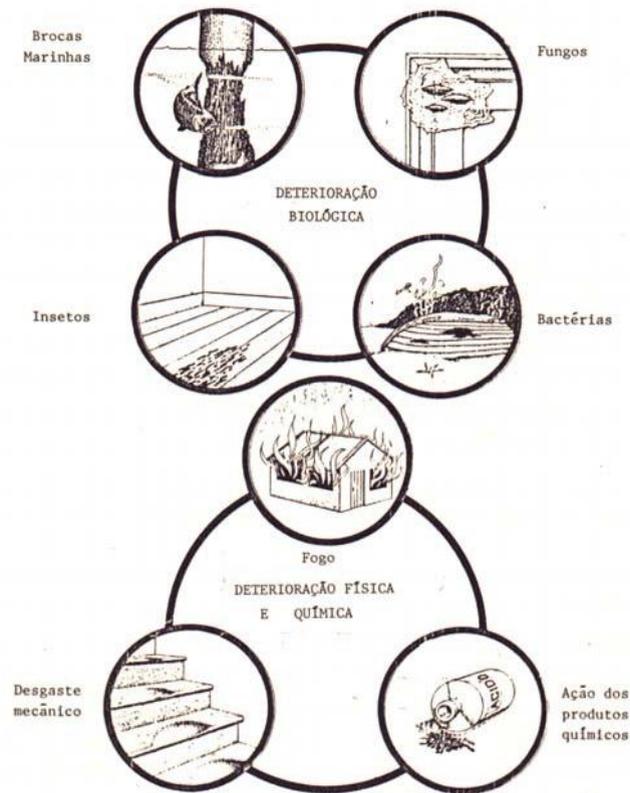


EMPENAMENTO

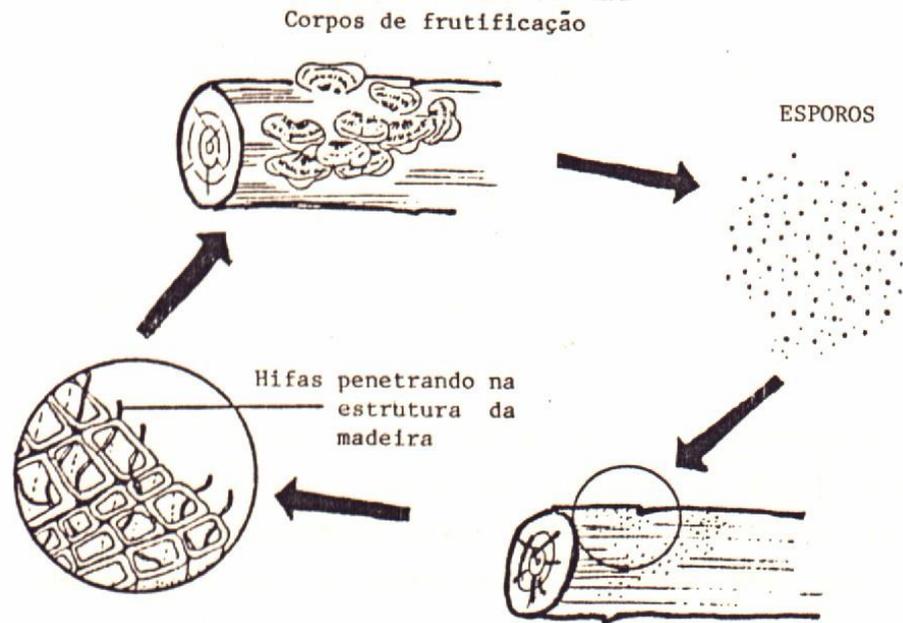
Fig.10: DEFEITOS DE SECAGEM



# Deterioração física, química e biológica da madeira



# Ciclo vital dos fungos



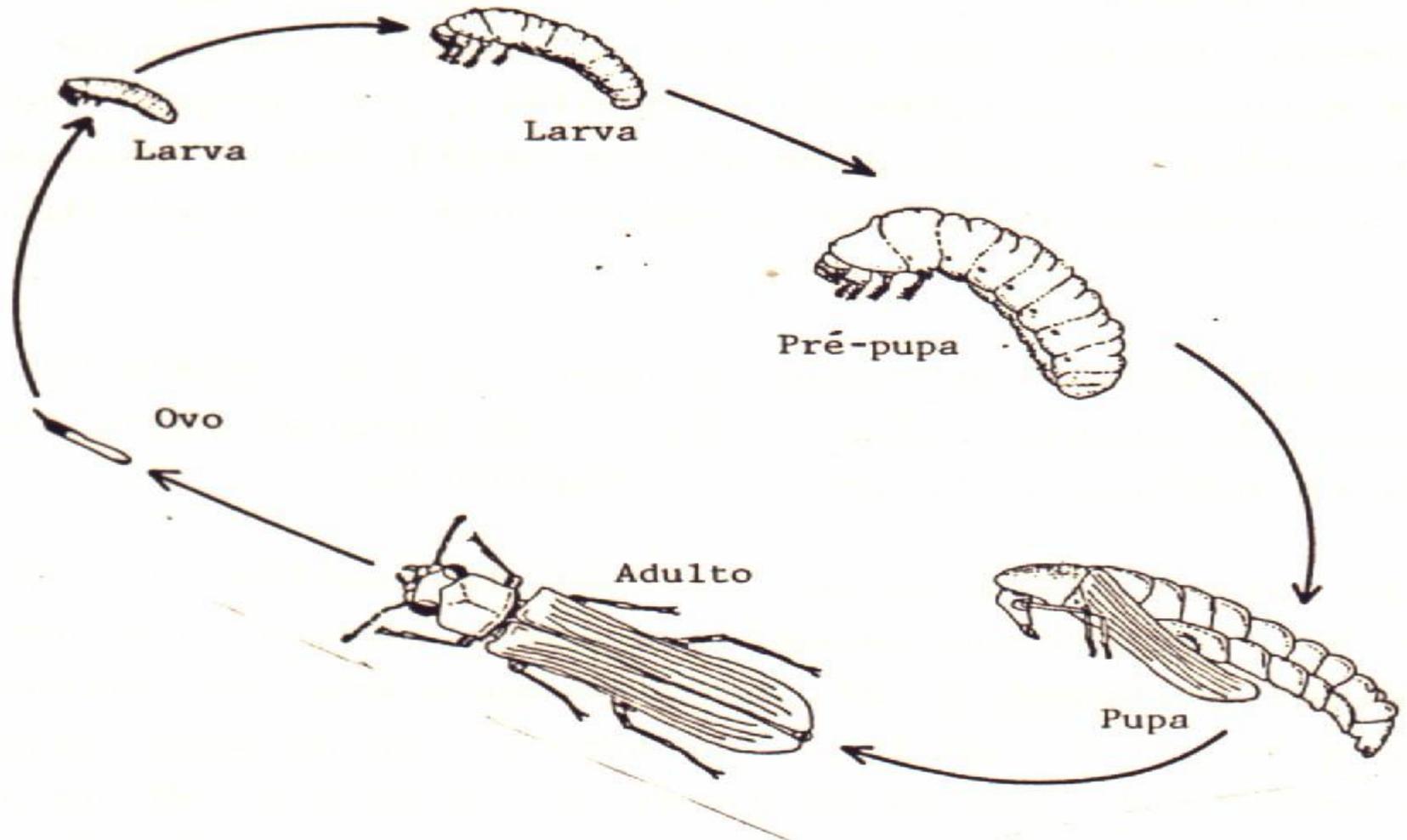
## Condições propícias

- Umidade da madeira
- Oxigênio do ar
- Temperatura ambiente

# Elementos que favorecem fungos

- Unidade da madeira acima de 20%
- Temperatura ambiente acima de 25 graus C
- Pouca oxigenação, menor que 20%, até 1%

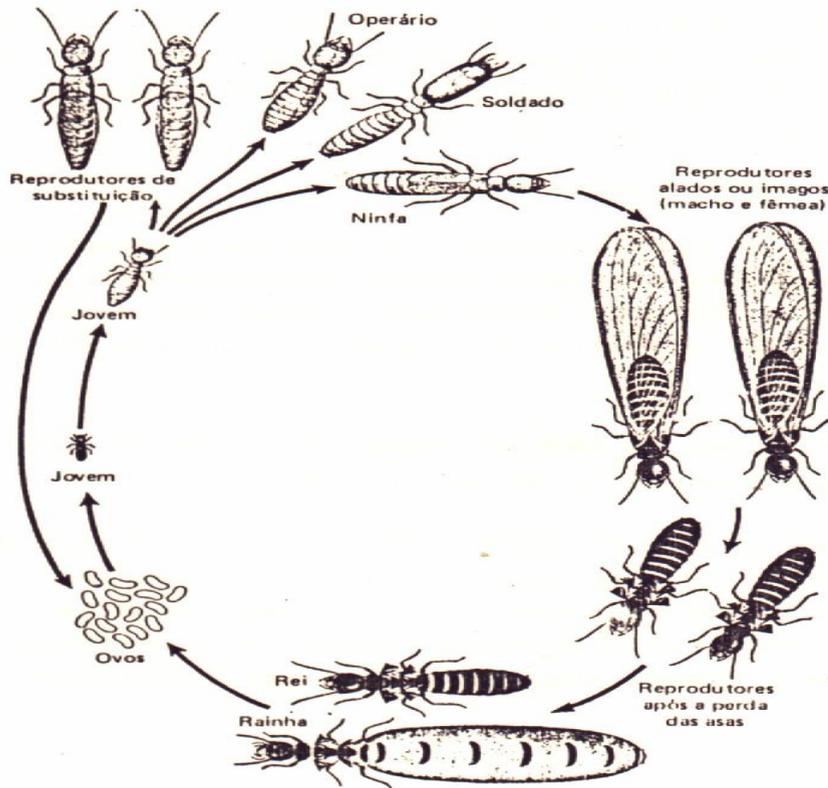
# Ciclo de vida dos lictídios (Coleópteros)



# Características dos ictídios (Coleópteros), Broca da Madeira

- O ataque é feito pelas larvas
- Adultos vivem apenas 24 horas
- Insetos não sociais
- Cada canal é apenas um inseto
- Pó fino como talco

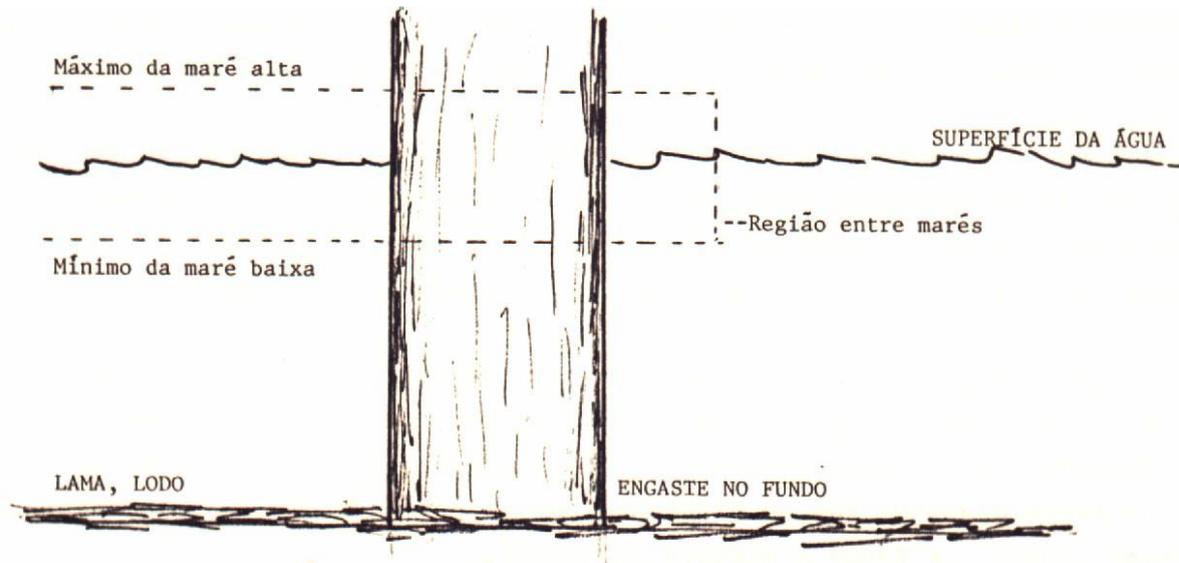
# Ciclo de vida do cupim (Isóptero)



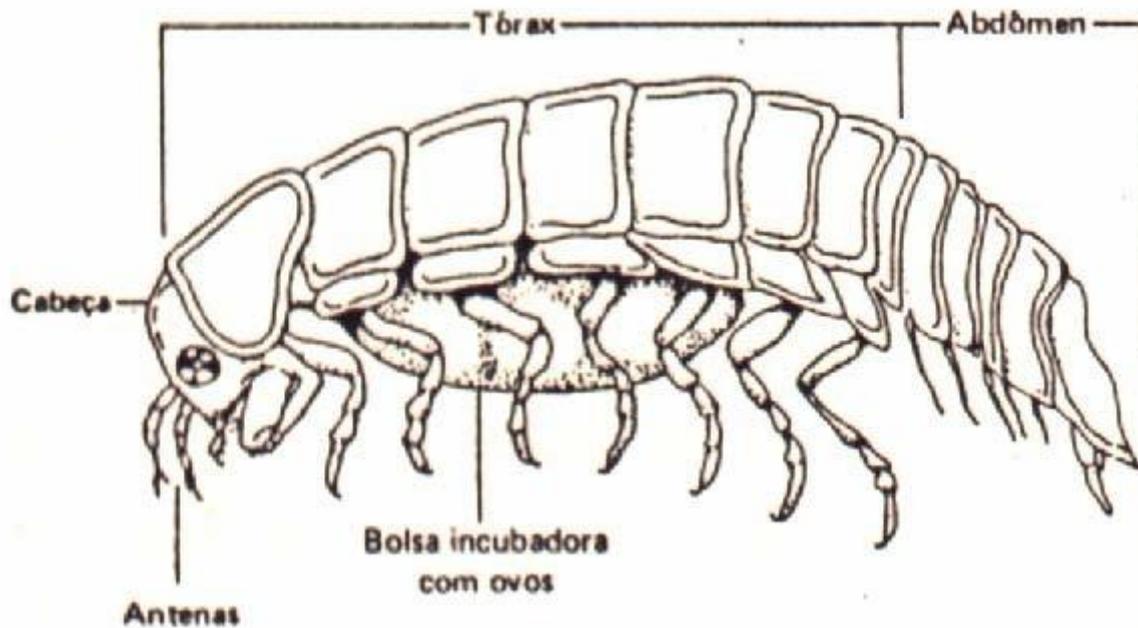
# Características do cupim (Isóptero)

- Insetos sociais
- Apenas um casal reprodutor por colônia: rei e rainha
- Outros cupins operários ou soldados estéreis
- A revoada tem por finalidade a tentativa de formação de novo casal reprodutor e nova colônia
- Pó menos fino que das brocas

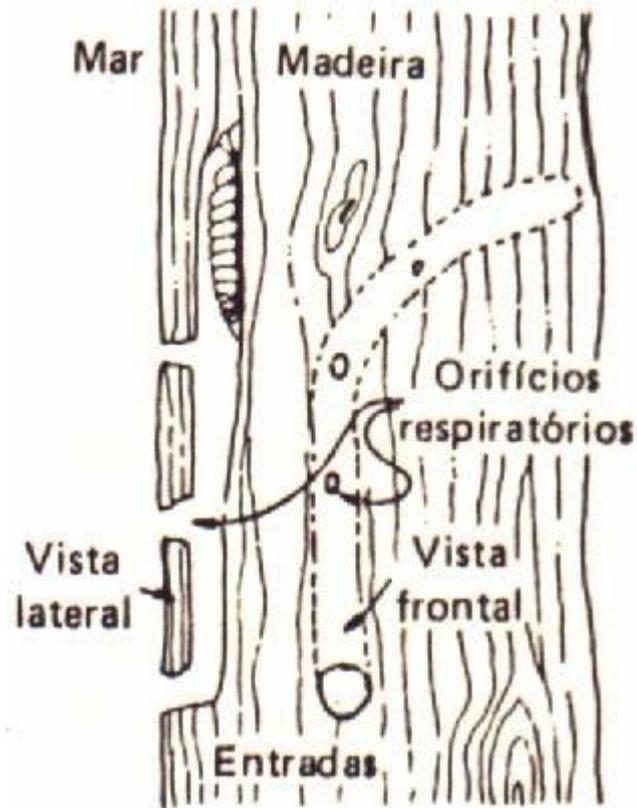
# Organismos perfuradores: Ambientes marítimos



# Limnoria: crustáceo



# Túneis causados pro Limnoria



# Tipos de preservativos

## TIPOS DE PRESERVATIVOS

	PROTEÇÃO TEMPORÁRIA		PROTEÇÃO PROLONGADA
OLEOSSOLÚVEIS			CREOSOTO / CARBOLINEUM PENTACLOROFENOL, QUELATO, TBTO, NAFTENATOS, TBFTBT
HIDROSSOLÚVEIS	FUNGICIDA	INSETICIDA*	CCA CCB ACA
	PENTA Na + BÓRAX	HEPTACLORO CLORPIRIFÓS PIRETRÓIDES	
	COBRE 8 ** QUINOLINOLATO + BÓRAX Na		
	TRIBROMOFE- NATO DE Na		

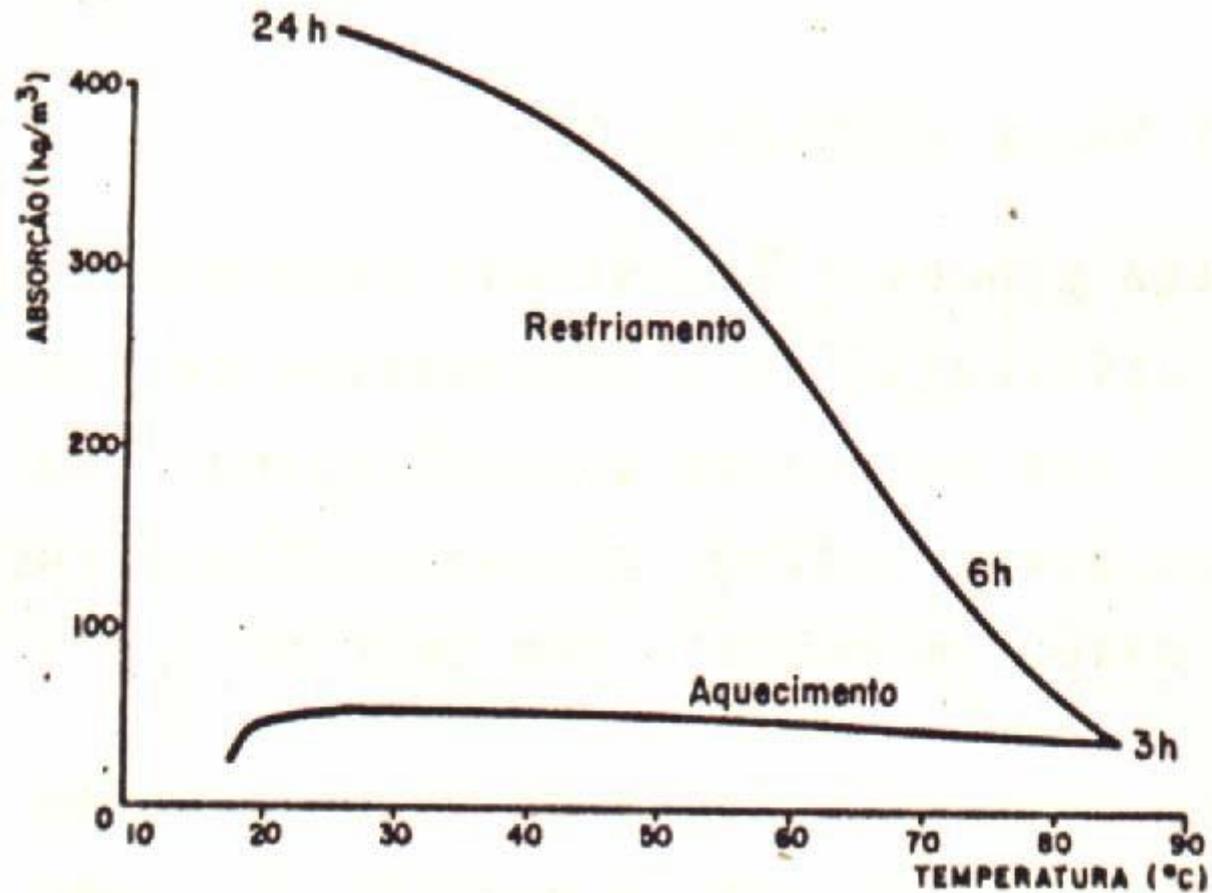
Obs.: \* emulsionável em H<sub>2</sub>O

\*\* em suspensão de micropartículas em água

Obs.: Os quatro preservativos responsáveis por 80% da madeira tratada no mundo

são:  
 CREOSOTO  
 PENTACLOROFENOL  
 CCA  
 ACA

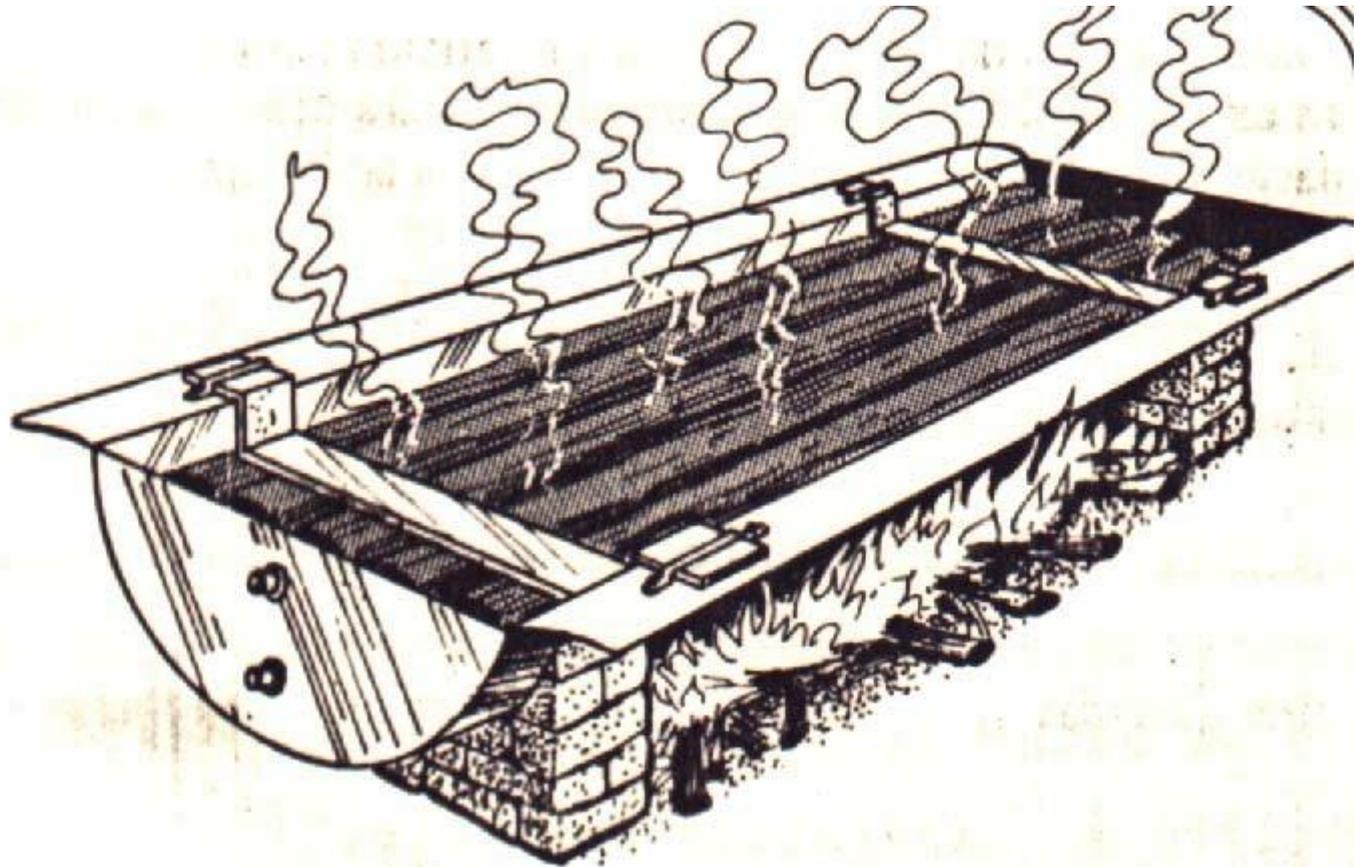
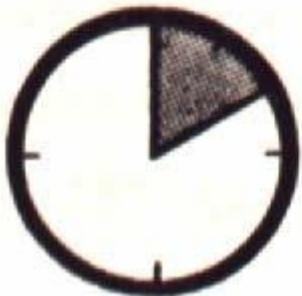
# Banho quente-frio



# Banho quente-frio



2 horas



# Banho quente-frio

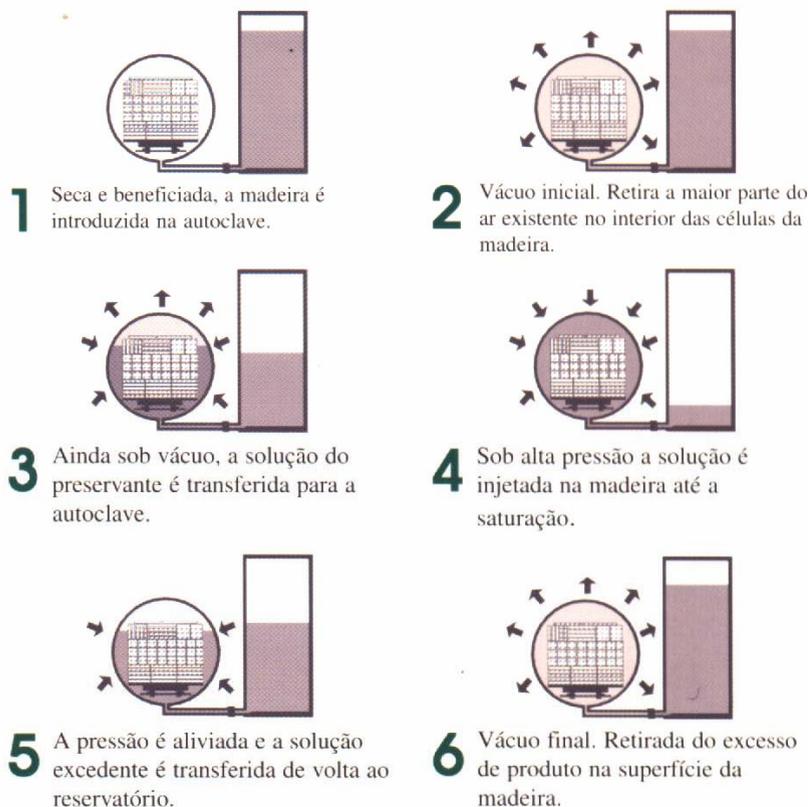


# Preservação AUTOCLAVE por Vácuo-pressão - Sistema Battistella

## Veja como é feito o tratamento da madeira

No tratamento da madeira é aplicado o produto CCA-C, que é resistente a lixiviação. O produto penetra e fixa-se profundamente na madeira, tornando-se insolúvel na água. A madeira fica imune a ação de fungos apodrecedores e insetos xilófagos, como cupins. O tratamento em autoclave por vácuo-pressão faz com que a durabilidade seja superior a de qualquer outra madeira, mesmo em contato com o solo ou água doce.

Vista da autoclave para tratamento da madeira



# Autoclave – processo Bethell

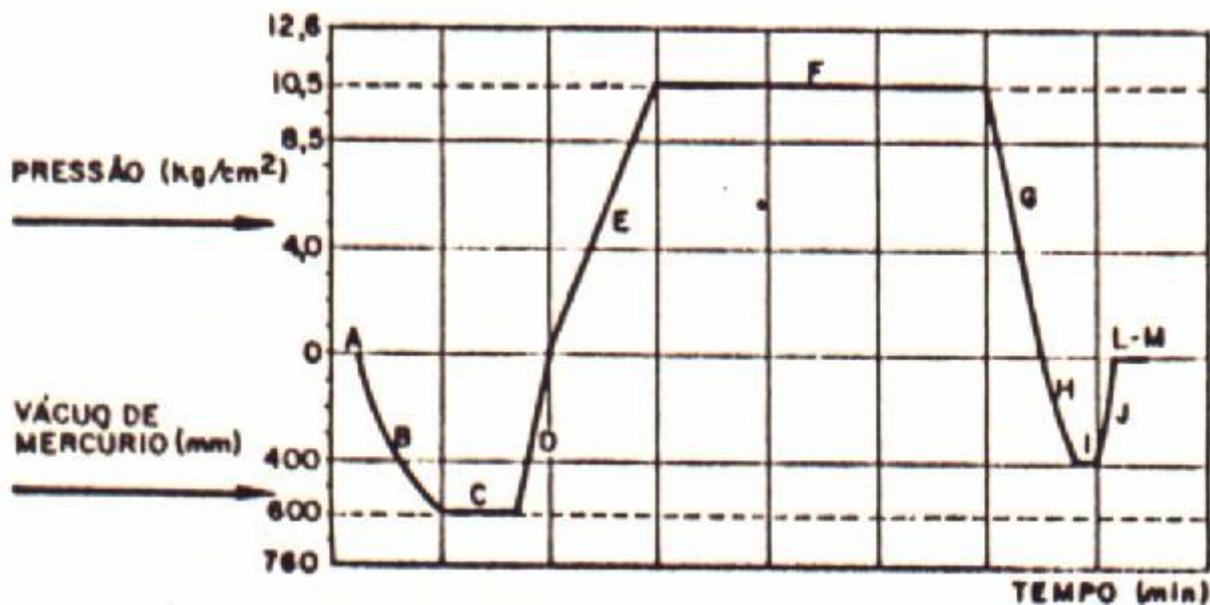
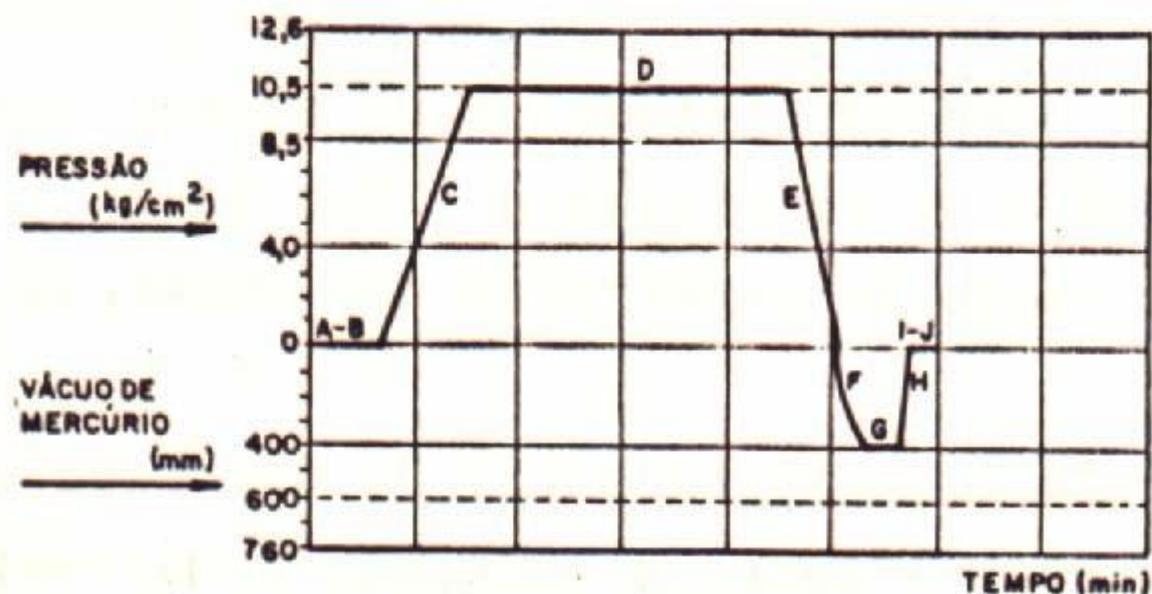
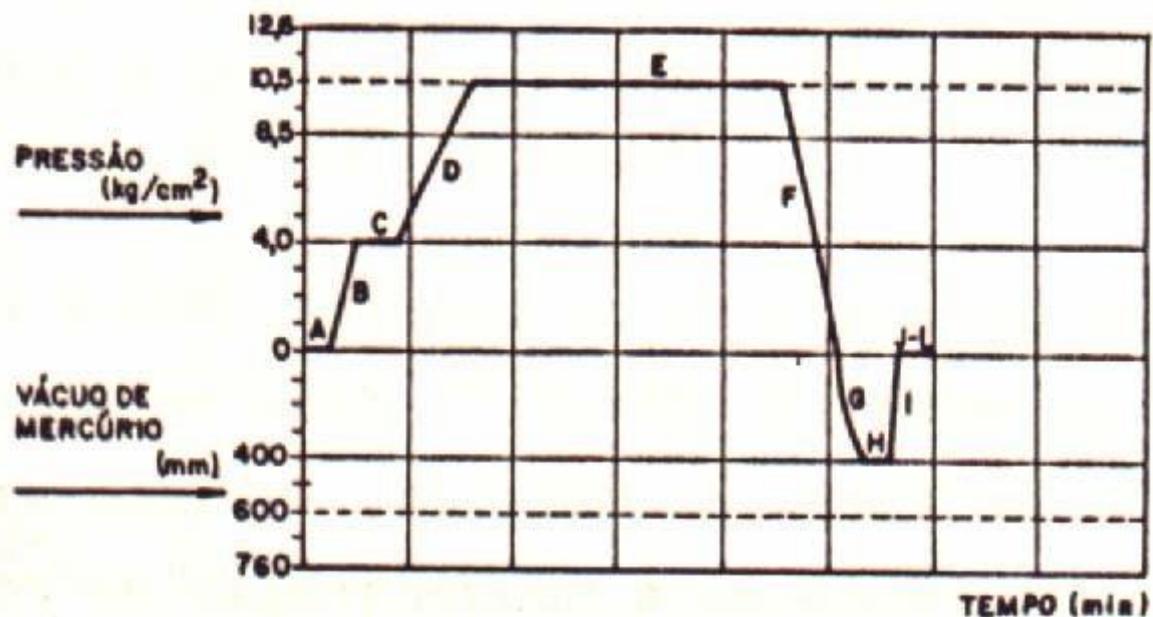


Figura 19: Processo Bethell. Fases de operação: A - carregamento da autoclave; B - vácuo inicial; C - manutenção do vácuo; D - enchimento da autoclave; E - pressão; F - manutenção da pressão; G - retirada do preservativo; H - I - vácuo final; J - equilíbrio da pressão; L - retirada do excesso de preservativo; M - descarga da autoclave.



**FIGURA 21 -** Processo Lowry. Fases de operação: *A* - carregamento da autoclave; *B* - enchimento da autoclave com preservativo; *C* - compressão do preservativo; *D* - manutenção da compressão desejada; *E* - retirada do preservativo; *F* - produção do vácuo final; *G* - manutenção do vácuo desejado; *H* - equilíbrio de pressão; *I* - retirada do excesso de preservativo; *J* - descarga da autoclave.



**FIGURA 22** – Processo Rüeping. Fases de operação: *A* - carregamento da autoclave; *B* - pressão do ar; *C* - enchimento da autoclave com preservativo; *D* - compressão do preservativo; *E* - manutenção da compressão desejada; *F* - retirada do preservativo; *G* - produção do vácuo final; *H* - manutenção do vácuo desejado; *I* - equilíbrio de pressão; *J* - retirada do excesso de preservativo; *L* - descarga da autoclave

## **12 Durabilidade da madeira**

### **12.1 Generalidades**

A madeira é um material orgânico e deve receber análise prévia das condições em que é aplicada, para identificar a necessidade de tratamento preservativo específico, buscando obter durabilidade e resistência aos agentes biodeterioradores da madeira, como fungos e insetos xilófagos e perfuradores marinhos.

### **12.2 Preservação da madeira - Sistema de categorias de uso**

A preservação de madeiras é o conjunto de medidas preventivas e curativas adotadas para controle de agentes biológicos (fungos e insetos xilófagos e perfuradores marinhos), físicos e químicos que afetam as propriedades da madeira, adotadas no desenvolvimento e na manutenção dos componentes de madeira no ambiente construído. O Projeto de estruturas de madeira deve ser elaborado considerando os riscos de degradação da madeira e, buscando minimizá-los, deve-se aplicar a ABNT NBR 16143, cujos princípios estão apresentados a seguir.

O propósito do Sistema de Categorias de Uso é oferecer uma ferramenta simplificada para a tomada de decisão quanto ao uso racional e inteligente da madeira, por meio de uma abordagem sistêmica ao produtor e usuário, que assegure maior durabilidade das construções.

O sistema consiste no estabelecimento de seis categorias de uso baseadas nas condições de exposição ou uso da madeira, na expectativa de desempenho do componente e nos possíveis agentes biodeterioradores presentes (ver Tabela 24).

**Tabela 25 – Categorias de uso da madeira**

<b>Categoria de uso</b>	<b>Condição de uso da madeira</b>	<b>Organismo xilófago</b>
1	Interior de construções, fora de contato com o solo, fundações ou alvenaria, protegidos das intempéries, das fontes internas de umidade e locais livres do acesso de cupins-subterrâneos ou arborícolas.	Cupim-de-madeira-seca Broca-de-madeira
2	Interior de construções, em contato com a alvenaria, sem contato com o solo ou fundações, protegidos das intempéries e das fontes internas de umidade.	Cupim-de-madeira-seca Broca-de-madeira Cupim-subterrâneo Cupim-arborícola
3	Interior de construções, fora de contato com o solo e protegidos das intempéries, que podem, ocasionalmente, ser expostos a fontes de umidade.	Cupim-de-madeira-seca Broca-de-madeira
4	Uso exterior, fora de contato com o solo e sujeitos as intempéries.	Cupim-subterrâneo Cupim-arborícola
5	Contato com o solo, água doce e outras situações favoráveis à deterioração, como engaste em concreto e alvenaria.	Fungo embolorador/manchador Fungo apodrecedor
6	Exposição à água salgada ou salobra.	Perfurador marinho Fungo embolorador/manchador Fungo apodrecedor

## 12.3 Aplicação do sistema de categorias de uso

O sistema de categorias de uso define medidas que devem ser adotadas durante a fase de elaboração de projeto de uma construção com componentes de madeira, auxiliando na escolha do tratamento preservativo da madeira - produto e processo. Este processo de decisão é representado pelo fluxograma na Figura 34.

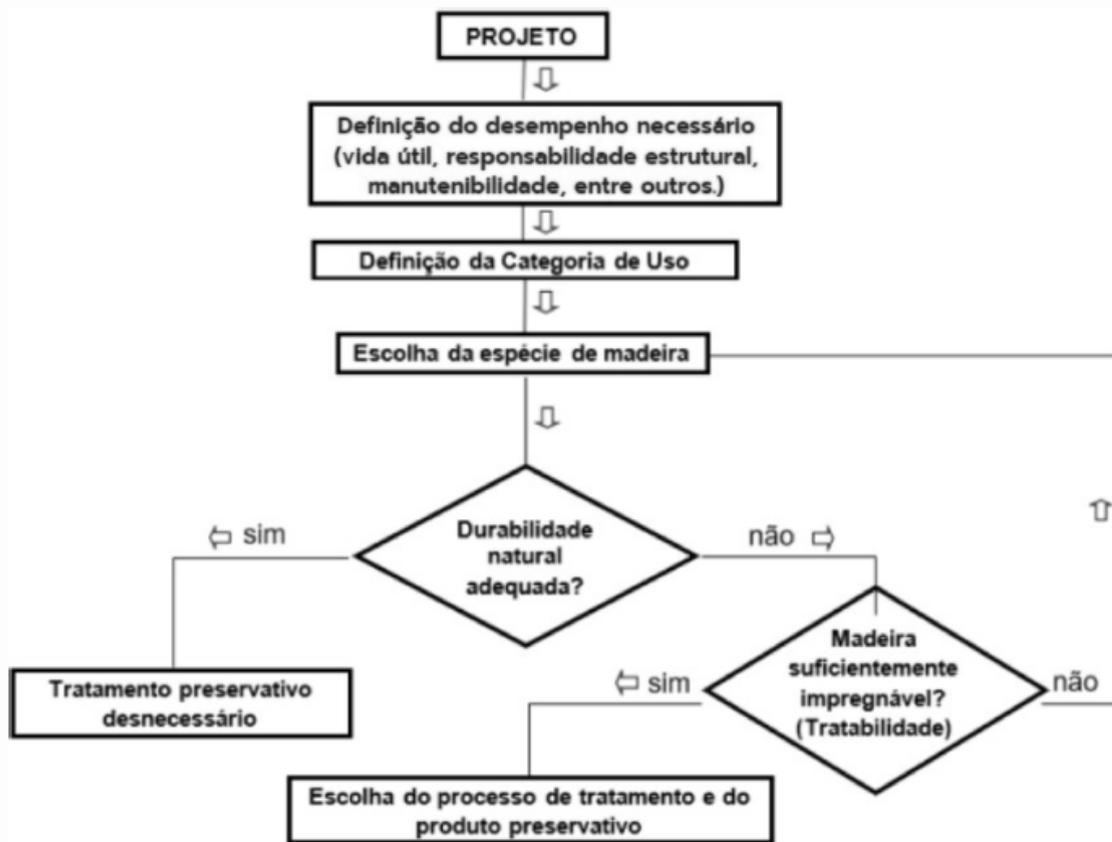


Figura 34 – Fluxograma de preservação

Desta forma, ao se utilizar a madeira como material de engenharia, as seguintes etapas devem ser realizadas:

- a) definição do nível de desempenho necessário para o componente ou estrutura de madeira, como: vida útil, responsabilidade estrutural e garantias comerciais e legais;
- b) avaliação dos riscos biológicos aos quais as madeiras são submetidas durante a sua vida útil – ataque de fungos e insetos xilófagos e/ou perfuradores marinhos;
- c) definição da espécie de madeira adequada ao uso e da necessidade do tratamento preservativo considerando: durabilidade natural da espécie, tratabilidade, processo de tratamento e produtos preservativos disponíveis. O tratamento preservativo faz-se necessário se a espécie escolhida não for naturalmente durável para a categoria de uso considerada e/ou se a madeira contém alburno, porção naturalmente suscetível ao ataque de organismos xilófagos;
- d) escolha do processo de tratamento da madeira e do produto preservativo adequados.

# Durabilidade - detalhamento



# Detalhe madeira alvenaria – zona de apodrecimento futura



# Durabilidade – Pilares em contato com piso – zona de apodrecimento



Vista da estrutura com viga de borda paralela a viga principal



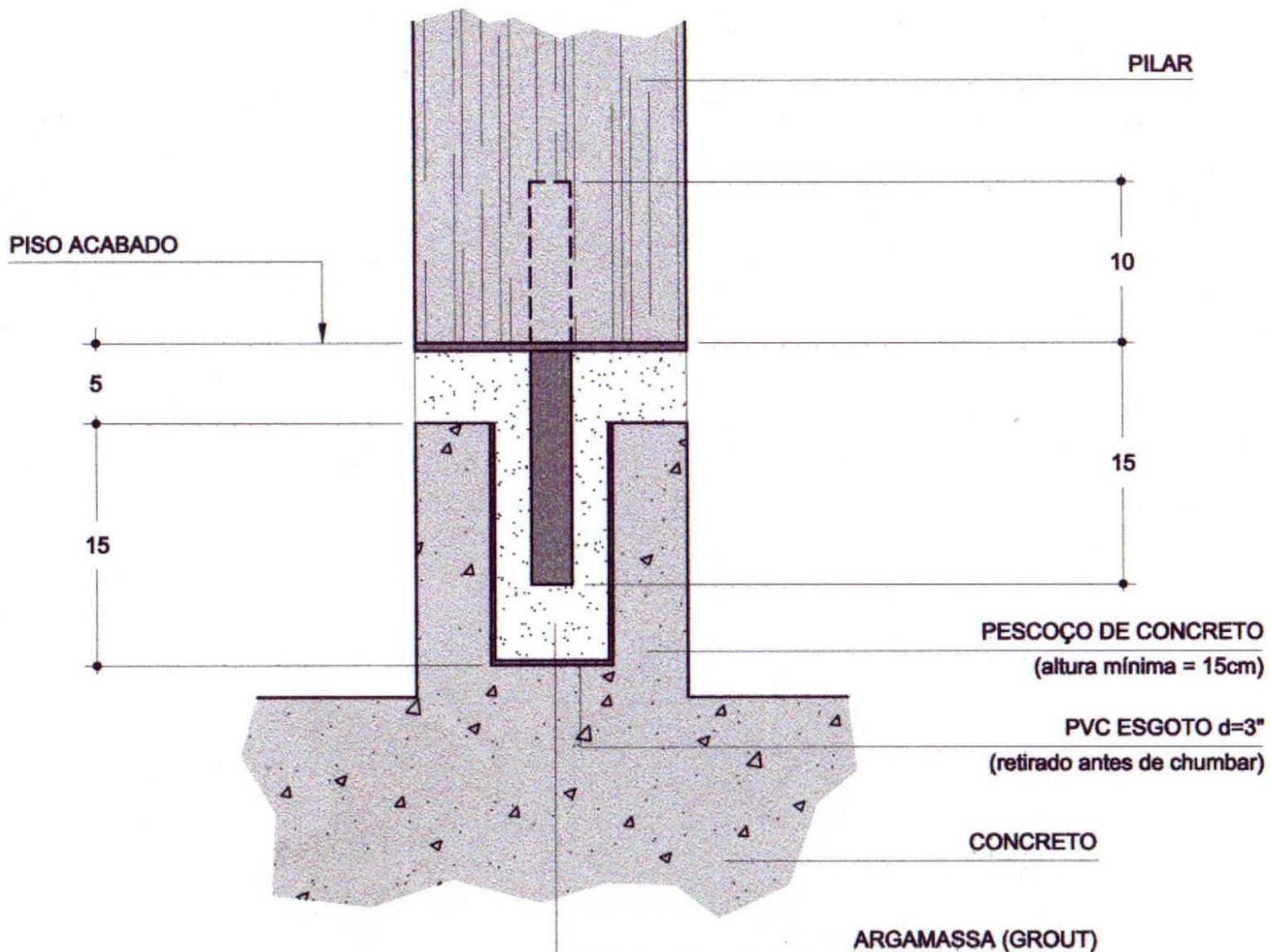
# Beirais - Sítio São Lourenço



# Aparelho de apoio do pilar



# : Detalhe do apoio do pilar



# Detalhe Típico de cobertura com isolamento

