

Nº 174150

Estudo prospectivo do sistema Light Wood Frame em edifícios de até quatro pavimentos no Brasil

Luciana Alves de Oliveira

Palestra proferida no Encontro Técnico “Prédio de até 4 pavimentos em Light t Wood Frame - SINDUSCON, Curitiba, 2016. 66 slides

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

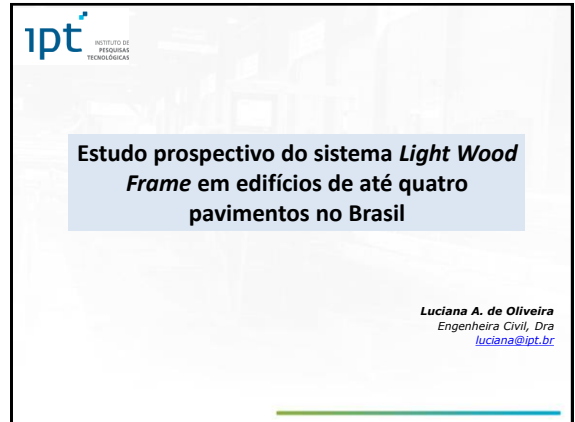


PRÉDIOS DE ATÉ 4 PAVIMENTOS EM LIGHT WOOD FRAME

ENG. DR. LUCIANA ALVES DE OLIVEIRA

RESULTADOS DA ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA CONSTRUÇÃO DE PRÉDIOS DE ATÉ 4 PAVIMENTOS EM **LIGHT WOOD FRAME** NO BRASIL.

ipt



ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

Estudo prospectivo do sistema *Light Wood Frame* em edifícios de até quatro pavimentos no Brasil

Luciana A. de Oliveira
Engenheira Civil, Dra
luciana@ipt.br



ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

Equipe Técnica

CENTRO TECNOLÓGICO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Laboratório de Componentes e Sistemas Construtivos

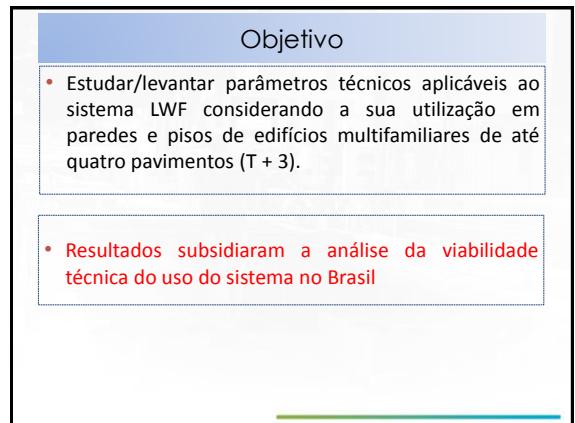
   

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões



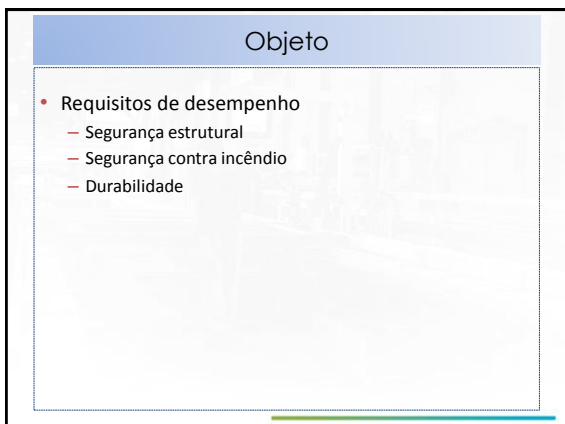
CENTRO DE TECNOLOGIA DE RECURSOS FLORESTAIS
Laboratório de Árvores, Madeiras e Móveis



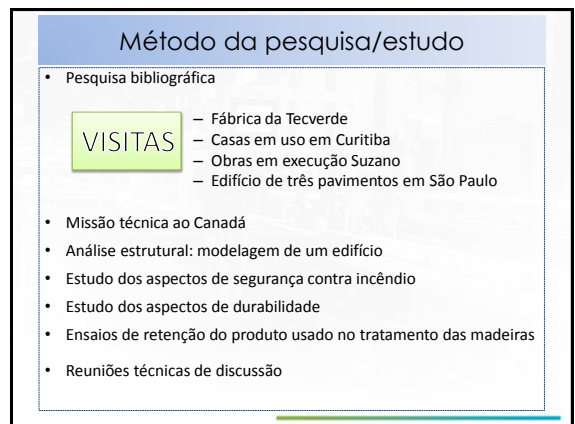
Objetivo

- Estudar/levantar parâmetros técnicos aplicáveis ao sistema LWF considerando a sua utilização em paredes e pisos de edifícios multifamiliares de até quatro pavimentos (T + 3).
- Resultados subsidiaram a análise da viabilidade técnica do uso do sistema no Brasil



Objeto

- Requisitos de desempenho
 - Segurança estrutural
 - Segurança contra incêndio
 - Durabilidade



Método da pesquisa/estudo

- Pesquisa bibliográfica

VISITAS

 - Fábrica da Tecverde
 - Casas em uso em Curitiba
 - Obras em execução Suzano
 - Edifício de três pavimentos em São Paulo
- Missão técnica ao Canadá
- Análise estrutural: modelagem de um edifício
- Estudo dos aspectos de segurança contra incêndio
- Estudo dos aspectos de durabilidade
- Ensaio de retenção do produto usado no tratamento das madeiras
- Reuniões técnicas de discussão

Estrutura da apresentação

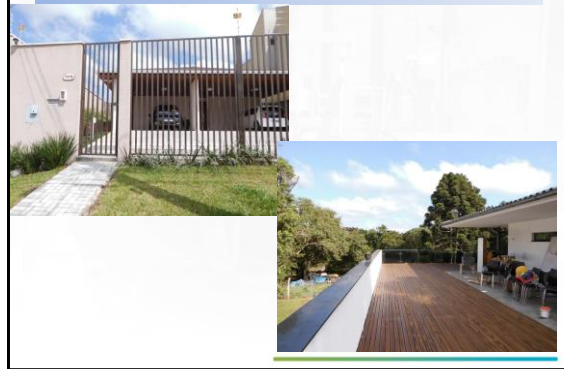
- ☐ Visitas técnicas no Brasil
- ☐ Visitas técnicas no Canadá
- ☐ Estudos e análises
 - ☐ Desempenho estrutural
 - ☐ Segurança contra incêndio
 - ☐ Durabilidade
- ☐ Resultados
- ☐ Considerações

Visitas técnicas - Brasil

Visita fábrica da Tecverde



Visita casas alto padrão em uso



Visita a unidades HIS em uso - Curitiba



Visita a sobrados em obras - Suzano



Visita a edifícios em obras – São Paulo

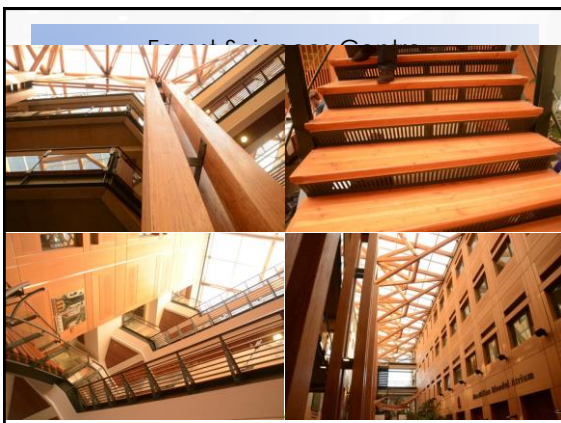


Resultados das visitas técnicas

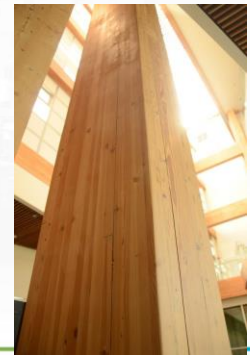
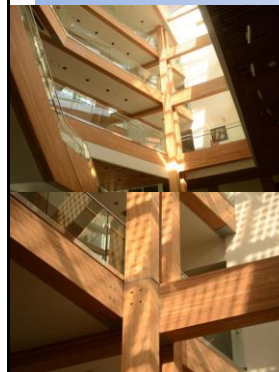
- **recebimento** das peças de madeira serrada (tratamento e nós)
- Contramarco reduz infiltração de água e melhorou montagem dos painéis
- **Espaço vazio** sob o imóvel (porão), sem abertura p/ inspeção ou ventilação, evitando gerar cupins subterrâneos ou focos de umidade
- **Embutimento** de tubulação hidráulica pode gerar dificuldade de inspeção e manutenção
- **Parede hidráulica** sem função estrutural, desde que não receba carga da treliça do telhado (casas ou sobrados)
- **Tabeiras** da cobertura expostas, sem selagem entre as peças na região das quinas favorece a biodeterioração dos componentes

Visitas técnicas - Canadá

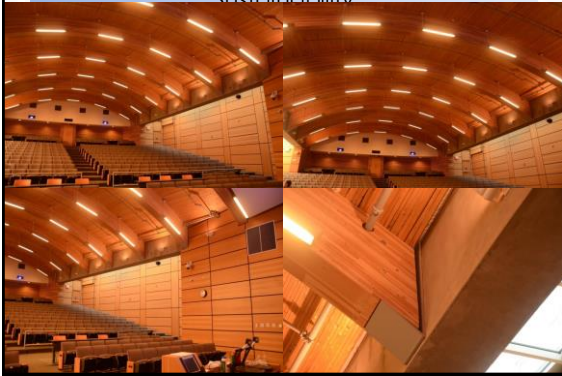
Canadá: Forest Sciences Centre



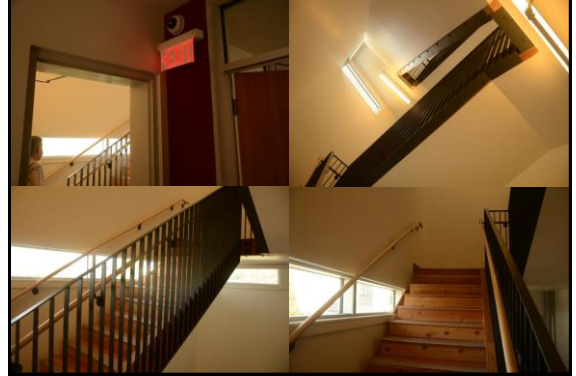
Centre for Interactive Research on Sustainability



Centre for Interactive Research on Sustainability



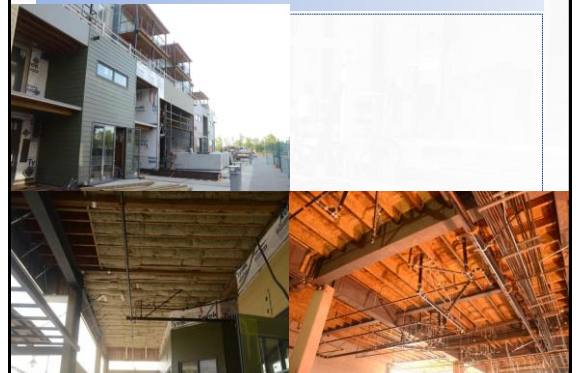
Centre for Interactive Research on Sustainability



Earth Sciences Building



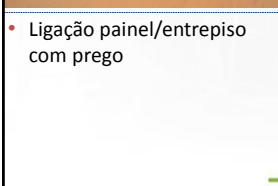
Obra 1



Obra 1 – soluções estruturais



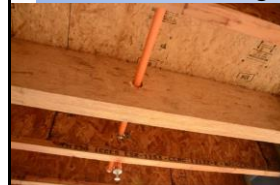
- Ligação painel/piso térreo com parafuso



- Ligação painel/entrepiso com prego



Obra 1 – segurança ao fogo



- Sprinkler



Obra 1 – segurança ao fogo

- Chapas de gesso acartonado 5/8" = 16 mm



Obra 1 – estanqueidade

- Piso box elevado

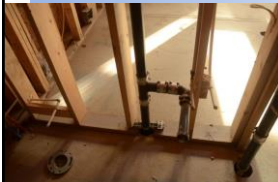


- Chapa de gesso acartonado com revestimento no Box



Obra 1 – interfaces com outros sistemas

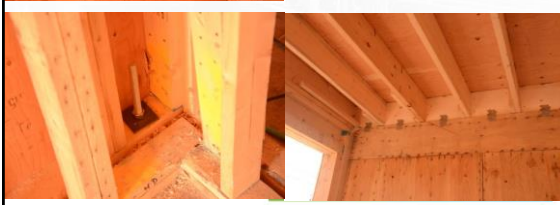
- Não há shafts
- Caixas elétricas aparafusadas aos montantes
- Fios sem eletrodutos
- Gás embutido nas paredes



Obra 2



Reforma



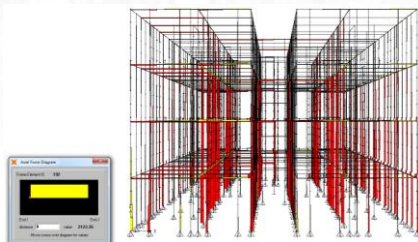
Resultados da missão técnica – Canadá

- Peças sem tratamento preservativo....
 - detalhes construtivos, além de baixas temperaturas e UR;
 - os cupins não representam um problema para o país
- piso pré-fabricado plástico substitui impermeabilização convencional.
- Uso de sprinklers
- Uso de Chapas de gesso acartonado de 5/8" = 16 mm

Estudos e análises

Desempenho estrutural -
modelagem computacional

Análise estrutural



Forças normais devido às forças de vento na direção X, onde se observa o esforço de tração no canto (cor amarela)

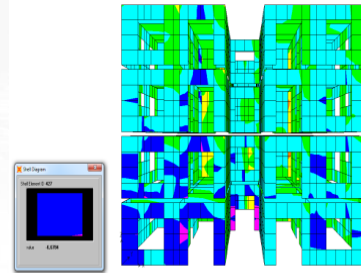


Diagrama de forças de cisalhamento nas chapas de OSB, sendo a cor azul escuro as regiões mais solicitadas

Hipóteses consideradas

- **Hipótese 1:** instante "0", 80% das peças íntegras, considerando 80% da resistência dos montantes e barrotes ($k_{mod_3}=0,8$);
- **Hipótese 2:** situação de **manutenção**: 01 pavimento de cada vez, biodeterioração de 50% dos barrotes do piso do banheiro e eliminação de chapas de OSB das paredes dessa região;
- **Hipótese 3:** presença considerável de nós, considerando, portanto, somente 60% da resistência dos montantes e barrotes ($k_{mod_3}=0,6$);
- **Hipótese 4:** uso de chapas de madeira **compensada** em substituição às chapas de OSB.

Estudos e análises

Segurança contra incêndio

Condições consideradas

- **TRRF**= 30 minutos - estabilidade, prevenção de um colapso estrutural e, comprometimento de prédios vizinhos
- A **evacuação** do prédio deve ser feita em 3 a 5 minutos
- **Ensaio**s devem ser feitos com no mínimo 30 minutos com aplicação de carga após 24 horas, conforme a NBR 5628
- As **peças leves** (50 x 100 a 300 mm) não tem espessura para carbonizar sem perda de estabilidade (**proteções passivas**)
- TRRF de parede de separação entre unidades (**compartimentação**) mesmo sem função estrutural



Figure 2 Wood-frame apartment fire test conducted at NRCC in Ottawa, Canada



Laboratório - IPT-Brasil

Regulamentações internacionais e no. máximo de pavimentos p/ edifícios c/ estrutura de madeira

* Indica limite máximo

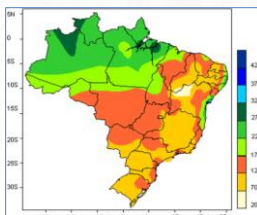
** Número de pavimentos em estrutura pesada

País	Regulamentação	Número máximo de pavimentos	
		Com sprinkler	Sem sprinkler
Austrália	Building Code of Australia (2013)	3	3
Áustria	Austrian Building Codes	8 (*22m)	4
Canadá	National Building Code of Canada (NBCC)	4	3
Alemanha	Federal Building Code (2012)	8 (*18m)	5
Suécia	Planning and Building Act (2013)	8	2
Reino Unido	Building Regulation (2010)	8	6
EUA	International Building Code (2013)	5**	4**
EUA	NFPA 5000	6**	5**

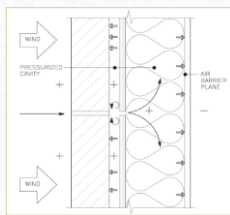
Estudos e análises

Durabilidade

Durabilidade frente à biodeterioração



Durabilidade frente à ação da umidade



Princípios : 1) deflection; 2) drainage; 3) drying; 4) durable materials

ipt
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLOGICAS

Biodeterioração e Durabilidade do Sistema *Light Wood Frame*

Sérgio Brazolin

Biodeterioração

Fungos apodrecedores e emboloradores, Cupins e Brocas de Madeira



“A minha casa de madeira vai ser atacada por cupins?”



Preservação de Madeiras



Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

PORTARIA INTERMINISTERIAL Nº 292, DE 28 DE ABRIL DE 1989
INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 5, DE 20 DE OUTUBRO DE 1992



Sistema
Light Wood Frame



Sistema de categorias de uso

Atenção:

**Produtos preservativos e
Métodos de Tratamento
registrados**

CATEGORIAS DE USO

CATEGORIA DE USO	CONDIÇÃO DE USO DA MADEIRA	ORGANISMO XILÓFAGO
1	Interior de construções, fora de contato com o solo, fundações ou alvenaria, protegida 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, protegida 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 protegidas das intempéries, que podem, ocasionalmente, ser exposta a fontes de umidade.	Cupim-de-madeira-seca Broca-de-madeira Cupim-subterrâneo Cupim-arborícola Fungo embolorado/manchador Fungo apodrecedor
4	Uso exterior, fora de contato com o solo e sujeitos as intempéries.	Cupim-de-madeira-seca Broca-de-madeira Cupim-subterrâneo Cupim-arborícola Fungo embolorado/manchador Fungo apodrecedor
5	Contato com o solo, água doce e outras situações favoráveis à deterioração, como engaste em concreto e alvenaria.	Cupim-de-madeira-seca Broca-de-madeira Cupim-subterrâneo Cupim-arborícola Fungo embolorado/manchador Fungo apodrecedor
6	Exposição à água salgada ou salobra.	Perfurador marinho Fungo embolorado/manchador Fungo apodrecedor

Sistema Light Wood Frame

Tratamento sob pressão
Quadro estrutural
Peças de pinus serrado e painel compensado



Adição à cola (inseticida)
Painel OSB



Categoria de uso 3

Tabela 7 – Categoria de uso 3

Aplicação	Processo de tratamento	Preservativos		Retenção mínima (g de ativo/kg de madeira)	Penetração
		Injetado	Pungido		
Madeira serrada, colagem e laminada (venez)	Sem pressão ou superficial < 0,1 m	Crotina Cupressina Cupressina Deltamethrina Endosulfen	Tribromofenol IPBC	—	Superficial
	Dupla Vácuo	Cupressina	IPBC	—	—
	Sob pressão *	CA-B	—	1,7 a 3,3 ¹	100% do alburno e perfil permeável da madeira
		CCA-C ou CDB	—	4,0 a 5,5 ²	
Painel compensado	Sem pressão ou superficial < 0,1 m	Crotina Cupressina Cupressina Deltamethrina Endosulfen	Tribromofenol IPBC	—	Superficial
	Adição à cola **	Crotina	—	0,025	Incorporado à cola
		Cupressina	—	0,1 ³	Incorporado à cola
		Figonil	—	—	Incorporado à cola
		Dupla vácuo	Cupressina	IPBC	—
	Sob pressão *	CA-B	—	1,7 a 3,3 ¹	100% do painel
		CCA-C ou CDB	—	4,0 a 5,5 ²	
	Painel reconstruído	Cupressina	—	0,012 (ACF)	Incorporado à cola
		Crotina	—	0,002 (CDB)	

Considerações

- Projeto – Detalhes construtivos
 - Beirais adequados
 - Evitar espaços lacrados (ex. embaixo de escadas)
- Área molhadas e molháveis
 - Sistema de impermeabilização
- Controle de qualidade do tratamento preservativo
- Manual de uso e manutenção
 - Inspeções periódicas

PROTÓTIPO IPT (> 22 ANOS)



Pinus e eucalipto tratados com CCA (pressão)
Manutenção mínima

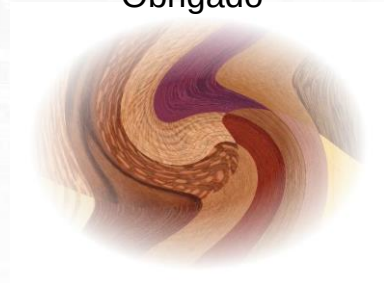


Pórtico IPT (37 anos de uso)

Pinus tratado com CCA



Obrigado



brazolin@ipt.br

Resultados



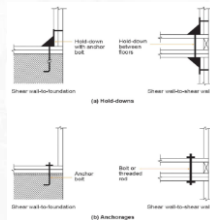
Desde que ...

Premissas atendidas

- Desempenho estrutural
- Durabilidade
- Segurança contra incêndio

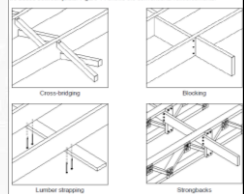
Desempenho estrutural

- Barrotes do entrepiso fixados às chapas de OSB ou de compensado
- Chapa de OSB ou compensado tratada em uma ou duas faces paredes
- Peças estruturais de pinus classe C20
- Fixação entre paredes de **pavimentos subsequentes** ligadas aos barrotes, ao menos cantos



Desempenho estrutural

- Apoio contínuo das paredes sobre o piso
- Reforços verticais e horizontais na região dos vãos
- Inclusão de **reforço** entre barrotes, para diminuir vibração por caminhamento normal de pessoas
- Inclusão de detalhes de ligação entre pavimentos, que acomodem as deformações devidas à retração por efeito de umidade e de aplicação de carga



Durabilidade frente à biodeterioração

- Peças serradas e chapas para uso na Categoria de Uso 3 e 4 da NBR 16143
- Peças c/ finalidade estrutural de difícil manutenção
- Peças de madeira para pisos de áreas molhadas (banheiro, lavanderia) de madeira permeável para tratamento sob pressão
- Uso dos sistemas de impermeabilização como proteção adicional

Durabilidade frente à ação da umidade

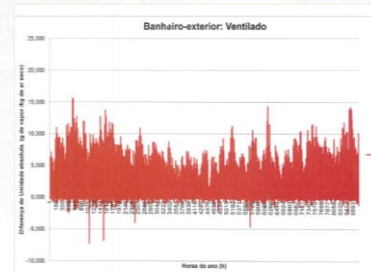
- Uso de **barreiras impermeáveis à água e permeáveis ao vapor de água** sobre chapas de madeira da face externa das paredes de fachada.
- Descolamento/afastamento da lâmina d'água das chapas de madeira,
- Uso de soluções construtivas p/ garantir proteção contra umidade nos quadros de janelas e para vedação da interface entre janela e parede,
- Uso de **dispositivos que acelerem a secagem de materiais molhados** por meio da difusão do vapor ou da umidade (**equipamentos de ventilação ou barreiras permeáveis ao vapor**)

Durabilidade frente à ação da umidade

- Áreas **molháveis (cozinha)** –adoção de sistema de impermeabilização no piso e interface entre piso e parede
- Áreas **molhadas** (banheiro, área de serviço e terraço/sacada) – uso de barreiras impermeáveis à água nas paredes, sobre chapas de madeira
- Adoção de sistema de impermeabilização sobre o contrapiso de áreas molhadas
- Uso de impermeabilização flexível na interface entre parede e piso, no caso de cantos retos a (90°).

Simulação de potencial de umidade no banheiro

Dados de entrada: banheiro de apto típico, RMSP, 04 moradores, 01 banho/ dia/ cada,



Diferença de umidade absoluta entre o ar no banheiro e no exterior, considerando a ventilação natural dos ambientes

Segurança contra incêndio

- **Encapsulamento** das peças estruturais com chapas de gesso para drywall
- **Encapsulamento** das peças de madeira da estrutura da escada (patamares e degraus) com argamassa ou chapas de revestimento classe I ou IIA
- Revestimentos da face exterior da parede classe I, IIA ou IIB, cf. NBR 15.575
- **Proteção** dos dispositivos de **fixação** das paredes e dos entrepisos contra a ação do fogo
- **Selagem corta-fogo** em passagens de tubulações **internas à paredes** de compartimentação ao fogo, ou em paredes estruturais resistentes ao fogo
- **Selagem corta-fogo** nos **shafts** de elétricas e hidráulicas. Ou encapsulamento com chapas de gesso com TRRF= paredes de compartimentação
- Adoção de medidas para minimizar risco de incêndio **durante a construção**.

Considerações Finais

- Estudos com relação a umidade e suas prevenções para as diferentes regiões do Brasil
- Desenvolvimento de um manual de uso e manutenção do sistema construtivo *Light Wood Frame* p/ 04 pavimentos
- Complemento da Diretriz SiNAT Nº 005, para prédios até 04 pavimentos, considerando outros requisitos da NBR 15.575

Obrigado!