

Nº 179156

Vícios construtivos e desempenho de esquadrias (portas e janelas), guarda corpos, estruturas de concreto armado

Flávia Pujadas

Claudio Vicente Mitidieri Filho

Palestra apresentada CREA/IBAPE. 23 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. **REPRODUÇÃO PROIBIDA**

VÍCIOS CONSTRUTIVOS E DESEMPENHO DE ESQUADRIAS (PORTAS E JANELAS), GUARDA CORPOS, ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Flávia Pujadas – IBAPE-SP
Cláudio Mitidieri – IPT

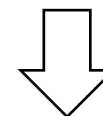
11/06/2024



COMO DIFERENCIAR UMA PORTA DE OUTRA?



- É possível **especificar** pelo **método construtivo**?
- Quantos **requisitos** existem para **portas de madeira**? E quais deles são **verificáveis** em campo, ou por ensaios em **laboratório**?
- É possível **avaliar** o **desempenho** ou **qualidade** do produto na **obra**?
- Como **analisar** ou **identificar** uma **falha** ou um **vício construtivo**?



PORTAS DE MADEIRA – ABNT NBR 15930
Programa de Certificação de Conformidade

ABNT NBR 15930 – PERFIS DE DESEMPENHO

A especificação correta de portas deve fundamentar-se no Perfil de Desempenho esperado



Porta Interna de Madeira (PIM)



Porta Interna de Madeira Resistente à Umidade (PIM RU)



Porta Externa de Madeira (PXM)

ESPECIAL PORTAS de madeira

TÉCNICA ILUSTRADA

Especificação por desempenho

Conheça os tipos de portas de madeira e suas aplicações, que variam de acordo com ocupação, uso e local de instalação

PIM
As portas tipo PIM são utilizadas em ambientes internos de edifícios, no interior de um local residencial, seja residencial para uso comum, ou especificamente para uso residencial.

PIM RU
As portas tipo PIM RU são utilizadas em ambientes internos de edifícios, no interior de um local residencial, seja residencial para uso comum, ou especificamente para uso residencial.

PXM
As portas tipo PXM são utilizadas em ambientes externos de edifícios, no exterior de um local residencial, seja residencial para uso comum, ou especificamente para uso residencial.

PEM
As portas tipo PEM são utilizadas em ambientes externos de edifícios, no exterior de um local residencial, seja residencial para uso comum, ou especificamente para uso residencial.

PEM RU
As portas tipo PEM RU são utilizadas em ambientes externos de edifícios, no exterior de um local residencial, seja residencial para uso comum, ou especificamente para uso residencial.

Há um Desempenho para cada Perfil (local) de uso



Porta de Entrada de Madeira (PEM)



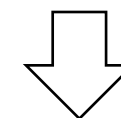
Porta de Entrada de Madeira Resistente à Umidade (PEM RU)



COMO IDENTIFICAR E AVALIAR UMA FALHA?



- Um problema dessa natureza, de delaminação na base da porta de madeira, pode ser visualizado mais facilmente
- Como analisar se o problema é com o produto, ou com a instalação?



PORTAS DE MADEIRA – ABNT NBR 15930-4: Instalação

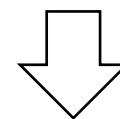
Análise da VUP

- E no caso de uma falha relativa a desvio de forma, como empenamento? Para avaliar o produto há necessidade de ensaios em laboratório, sob condições controladas de temperatura e umidade

COMO IDENTIFICAR E AVALIAR UMA FALHA?



- Se for constatado empenamento, como proceder?
- É possível dizer que o problema é do produto? Como caracterizar?



**PORTAS DE MADEIRA – ABNT NBR 15930-2:
Requisitos**

Ensaio padronizados em câmara climática

- **FUNCIONAMENTO DA PORTA DURANTE O USO**

ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

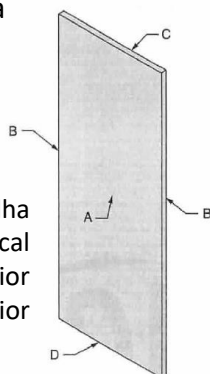
A partir das condições de recebimento:

Medem-se as dimensões nominais → que devem atender as dimensões padronizadas e suas tolerâncias

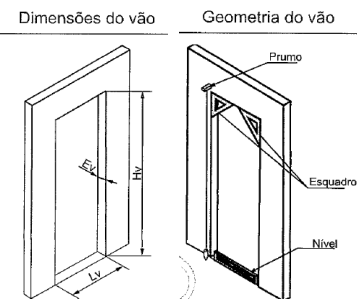
Exemplos:

Dimensões das folhas:

- Espessura
- Altura
- Largura



A: face da folha
B: borda vertical
C: borda superior
D: borda inferior

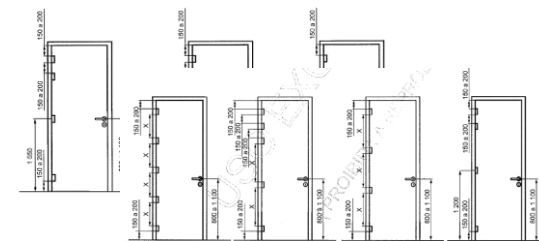


Vão da porta:

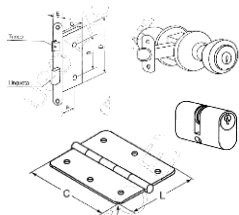
- Altura
- Largura



Espaçamentos padronizados entres folhas, montantes do marco e travessa, da soleira do piso



Medidas padronizadas das posições das ferragens



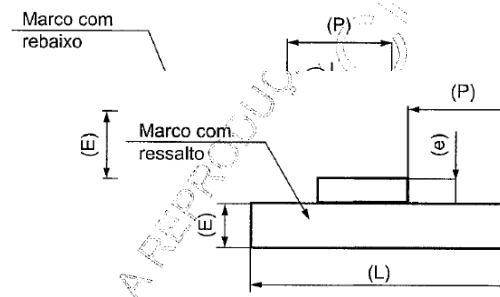
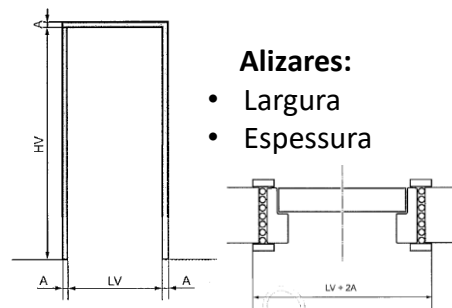
Dimensões das ferragens:

- Fechaduras
- Dobradiças
- Cilindros

E quantidade mínimas.

Alizares:

- Largura
- Espessura



Medidas padronizadas dos marcos:

- Espessura da alma dos montantes e travessas do marco (E)
- Largura do rebaixo ou do ressalto do marco (P)
- Profundidade do rebaixo ou do ressalto do marco (e)
- Largura dos montantes e travessa do marco (L)
- Entre outros



ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Ação Higroscópica

Após condições de exposição, verificam-se

- **Condição padrão** - variação nominal (VN)


 $23 \pm 2^\circ\text{C}$


 $50 \pm 5\%$
 (Umidade relativa)


 Tempo de exposição de **168 horas com** ou **sem acabamento final** da porta.

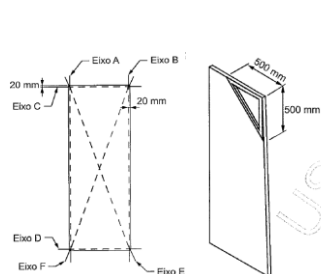
- **Condição úmido** – variação higroscópica (VH)


 $23 \pm 5^\circ\text{C}$

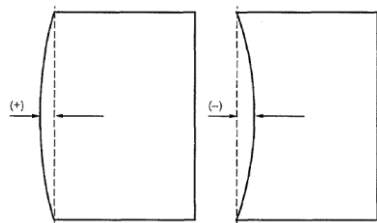
 $85 \pm 5\%$
 (Umidade relativa)


 Tempo de exposição de **504 horas com** e **168 horas sem acabamento final** da porta.

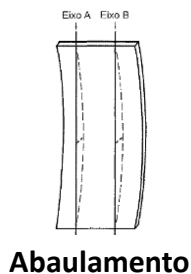
Dimensões



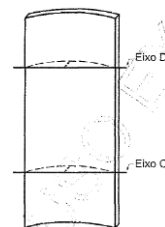
Desvios de esquadro



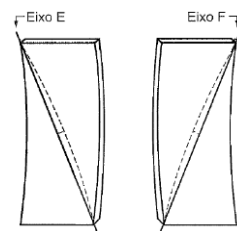
Curvatura da borda vertical



Abaulamento

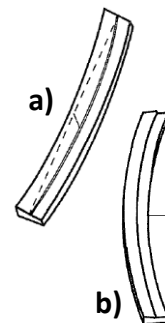


Encanoamento

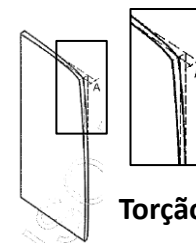


Abaulamento diagonal

Desvios de forma



a) encurvamento e b) arqueamento dos montantes e travessas



Torção

+ irregularidades de superfície de forma localizada.

Aspecto Visual

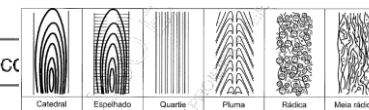


A olha nu
Distância de 1 metro
Iluminação 300 lux



Verifica-se características e defeitos:

- Presença de fungos que atacam a madeira
- Presença de insetos xilófagos que destroem a madeira
- Presença de medula
- Presença de fissura de c...



Padrões de desenho



Determinam os **Padrão de Aparência** "A", "B" ou "C"; e não podem apresentar **falhas** (p. ex. degradação)

Obs.: As portas de uso externo (PXM) também devem atender, complementarmente, às ABNT NBR 10821-2 e ABNT NBR 10821-3.

ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO



Esforços mecânicos gerais e específicos

Esforços mecânicos gerais:

- Carregamento vertical
- Torção estática
- Impactos de corpo mole
- Impactos de corpo duro

Conforme a carga resistida,
energia de impacto e o limite de
deformações

Esforços mecânicos específicos:

- Fechamento com presença de obstrução
- Fechamento brusco
- Flexão
- Dois cantos imobilizados

Conforme a resistência às
cargas, aos fechamentos
(com ou sem obstrução),
aos limites de
deslocamento e os esforços
horizontais

classifica-se

Classes de
desempenho:



- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

Exemplo do ensaio de
impacto de corpo mole.



Todos os tipos de portas

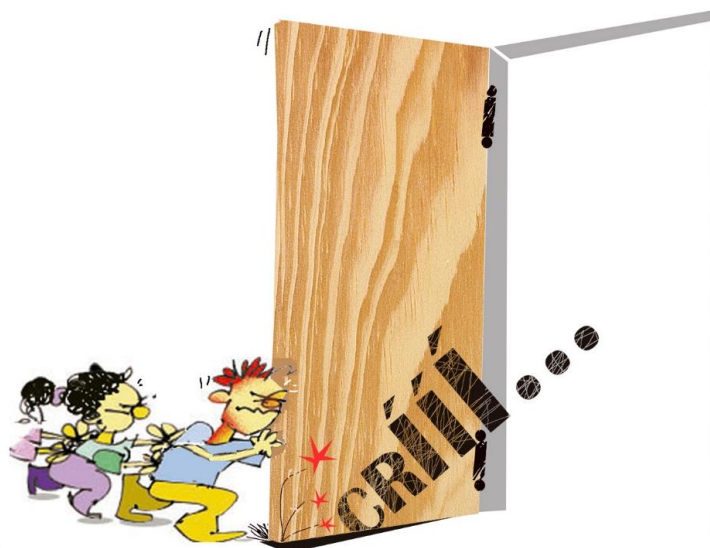
Portas com eixos de rotação vertical

Portas de correr

ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO



Esforços de ações de tráfego



Cinco classes de tráfego de uso, referenciadas ao uso potencial da porta, conforme a ABNT NBR 15930:2018:

- **Moderado: 20.000 ciclos**
- **Regular: 50.000 ciclos**
- **Intenso: 100.000 ciclos**
- **Severo: 200.000 ciclos**
- **Extremo: 500.000 ciclos**

+ **Esforços de manuseio:** força (torque) aplicada na maçaneta e chaves para **abertura e fechamento** da porta.



LTDC-IPT



ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO



Esforços de ações de tráfego



Requisitos		Nível de desempenho	Mínimo	Intermediário	Superior
		Ocupação	Privada	Coletiva	Pública
		Uso	Residencial	Residencial (alto padrão), Corporativo e Hotelaria	Hospitalar, Institucional, Educativo e Esportes
		Tráfego	Moderado	Regular	Intenso
Ambientes - Interior seco	 PIM	Padrão dimensional:			
		- Folha	Leve (espessura ≥ 35 mm)	Médio (espessura ≥ 35 a 40 mm)	Médio e Pesado (espessura ≥ 40 a 45 mm)
		- Marco	Leve	Leve ou Médio	Leve, Médio ou Pesado
Ambientes - Interior molhável ou molhado	 PIM RU	Ciclos (abertura e fechamento)	Moderado 20.000 ciclos (classe 1)	Regular 50.000 ciclos (classe 2)	Intenso 100.000 ciclos (classe 3)
		Esforço de manuseio:			
		- Chave(s) - Maçaneta	100 N ou 10.N.m (classe 1)	50 N ou 5 N.m (classe 2)	



ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO



Esforços de ações de tráfego

Requisitos		Nível de desempenho	Mínimo	Intermediário	Superior
		Ocupação	Privada	Coletiva	Pública
		Uso	Residencial	Residencial (alto padrão), Corporativo e Hotelaria	Hospitalar, Institucional, Educativo e Esportes
		Tráfego	Regular ↑	Intenso ↑	Severo ↑
Ambientes - Interior seco	 PEM	Padrão dimensional: - Folha	Médio ↑ (espessura ≥ 35 a 40 mm)	Médio ou Pesado ↑ (espessura ≥ 40 a 45 mm)	Pesado ou Superpesado ↑ (espessura ≥ 45 a 50 mm)
			- Marco	Leve ou Médio ↑	Leve, Médio ou Pesado ↑
Ambientes - Interior molhável ou molhado	 PEM RU	Ciclos (abertura e fechamento)	Regular 50.000 ciclos (classe 2) ↑	Intenso 100.000 ciclos (classe 3) ↑	Severo 200.000 ciclos (classe 4) ↑
			Esforço de manuseio: - Chave(s) - Maçaneta	100 N ou 10.N.m (classe 1)	50 N ou 5 N.m (classe 2)



ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO



Esforços de ações de tráfego

Requisitos	Nível de desempenho	Mínimo	Intermediário	Superior
	Ocupação	Privada	Coletiva	Pública
	Uso	Residencial	Residencial (alto padrão), Corporativo e Hotelaria	Hospitalar, Institucional, Educativo e Esportes
	Tráfego	Regular	Intenso	Severo
Ambientes – Exterior abrigado ou exposto	Padrão dimensional:			
	- Folha	Médio (espessura ≥ 35 a 40 mm)	Médio ou Pesado (espessura ≥ 40 a 45 mm)	Pesado ou Superpesado (espessura ≥ 45 a 50 mm)
	- Marco	Médio ↑	Médio ou Pesado ↑	Pesado ou Superpesado ↑
	Ciclos (abertura e fechamento)	Regular 50.000 ciclos (classe 2)	Intenso 100.000 ciclos (classe 3)	Severo 200.000 ciclos (classe 4)
	Esforço de manuseio:			
	- Chave(s) - Maçaneta	100 N ou 10.N.m (classe 1)	50 N ou 5 N.m (classe 2)	



PXM



ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO



Resistência à umidade (RU)

Comportamento:

- sob ação da água

Limites de ocorrência:

- Aumento de espessura **até 8%**
- Extensão de descolamento/delaminação do bordo inferior por ocorrência isolada **até 25 mm**
- Somatório dos descolamentos/delaminações do bordo inferior **até 10% do perímetro do bordo imerso em água**
- Extensão de fissuras verticais por ocorrência isolada **até 25 mm**

Apenas para:



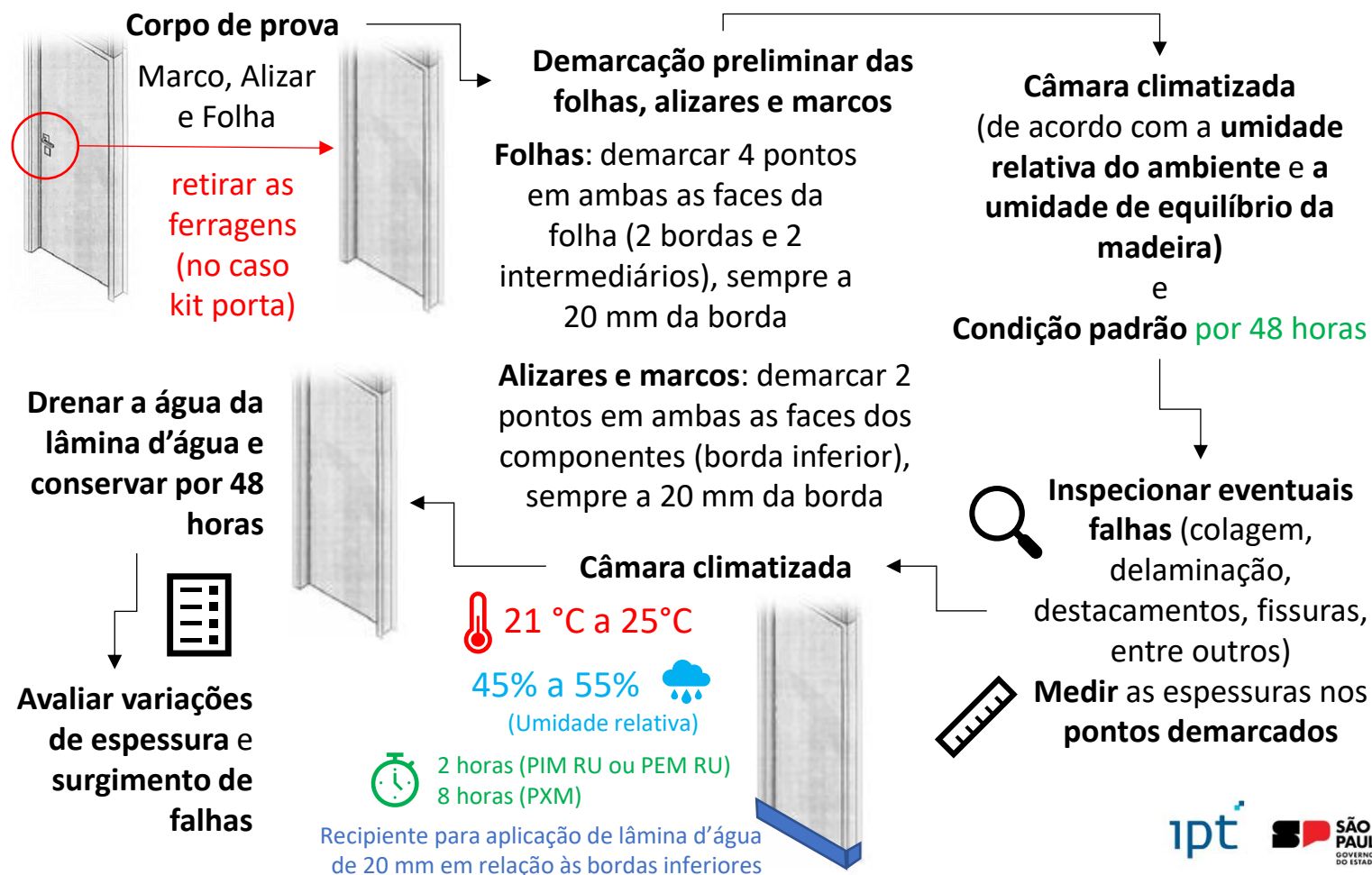
PIM RU



PEM RU



PXM



ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO



Resistência à umidade (RU)

Comportamento:

- sob ação do calor e umidade

Limites de ocorrência:

- Descolamento/delaminação do revestimento/acabamento por ocorrência isolada (avaliando toda a extensão) **até 3% da área da face avaliada**
- Somatório dos deslocamentos/delaminações do revestimento/acabamento (avaliando toda a extensão) **até 10% da soma das áreas das faces do componente**
- Extensão de fissuras, incluindo o perímetro do descolamento entre a contracapa e o quadro (avaliando toda a extensão) **até 25 mm**

Apenas para:



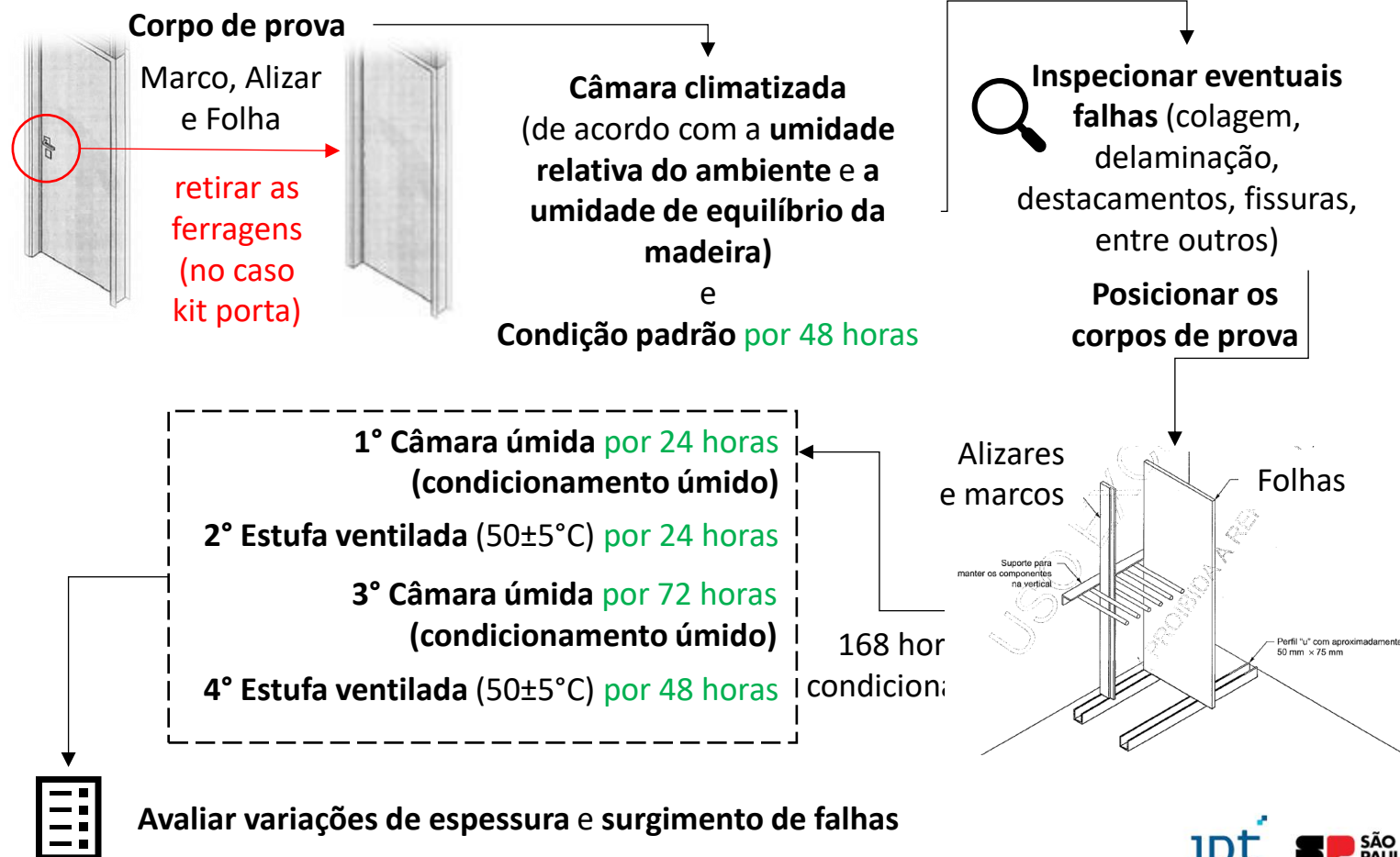
PIM RU












PEM RU



PXM



PERFIS DE DESEMPENHO MÍNIMO POR ENSAIO





Condições	Requisitos					
		PIM	PIM RU	PEM	PEM RU	PXM
 Ação Higroscópica	Variações dimensionais nominais Desvio de forma	1	1	1	1	1
 Esforços mecânicos gerais	Carregamento vertical	2	2	3	3	4
	Torção estática	1	1	2	2	3
	Impactos de corpo mole	2	2	3	3	4
	Impactos de corpo duro	2	2	3	3	4
Esforços mecânicos específicos	Fechamento com presença de obstrução	3	3	4	4	4
	Fechamento brusco	1	1	2	2	3
 Esforços de ações de tráfego	Ciclos de abertura e fechamento Esforços de manuseio	1	1	2	2	2
 Resistência à umidade (RU)	sob ação da água sob ação do calor e umidade	Não	Sim	Não	Sim	Sim
E; no caso de  Portas de correr Esforços mecânicos específicos	Flexão	2	2	3	3	3
	Dois cantos imobilizados	2	2	3	3	4

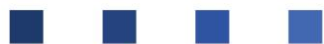


Todos os tipos de portas

Portas com eixos de rotação vertical

SEQUÊNCIA DOS ENSAIOS

Condições	Requisitos	PIM	PIM RU	7 Corpos de prova (cores)	PEM	PEM RU	PXM	6 Corpos de prova (cores)
 Ação Higroscópica	Variações dimensionais nominais Desvio de forma	1°	+ 2° aspecto visual		1°	+ 2° aspecto visual		
 Esforços mecânicos gerais	Carregamento vertical Torção estática Impactos de corpo mole Impactos de corpo duro		5°	6°	9°	10°		5°
	Fechamento com presença de obstrução Fechamento brusco		7°	8°			7°	8°
 Esforços de ações de tráfego	Ciclos de abertura e fechamento Esforços de manuseio			11°				11°
 Resistência à umidade (RU)	sob ação da água sob ação do calor e umidade		3°	4°			3°	4°
E no caso de Portas de correr + Esforços mecânicos específicos Flexão Dois cantos imobilizados		Não são abordados pelas Tabelas 35 e 36 da norma.						



Todos os tipos de portas

Portas com eixos de rotação vertical

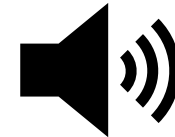
Cor: mesmo corpo de prova

N°: Sequência

ABNT NBR 15930 – REQUISITOS ADICIONAIS

- Porta com isolamento acústico (PIA)
- Porta com resistência ao fogo (PRF)
- Portas com isolamento às radiações (PAR)
- Portas com acessibilidade (PCD)
- Portas para saída de emergência (PSE)
- Portas resistentes a xilófagos (PRX)

Índice de redução sonora ponderado (R_w)



Redução sonora (R_w)

- De 21 dB até 24 dB
- De 25 dB até 28 dB
- De 29 dB até 32 dB
- De 33 dB até 36 dB
- De 37 dB até 40 dB
- De 41 dB acima

Classe de desempenho

- PIA – Classe 1
- PIA – Classe 2
- PIA – Classe 3
- PIA – Classe 4
- PIA – Classe 5
- PIA – Classe 6

ABNT NBR 15930 – REQUISITOS ADICIONAIS

- Porta com isolamento acústico (PIA)
- Porta com resistência ao fogo (PRF)
- Portas com isolamento às radiações (PAR)
- Portas com acessibilidade (PCD)
- Portas para saída de emergência (PSE)
- Portas resistentes a xilófagos (PRX)

- **Resistência ao fogo:**



30 minutos de resistência → **Classe 1**

60 minutos de resistência → **Classe 2**

90 minutos de resistência → **Classe 3**



E deve:

- **Dificultar o princípio de incêndio (ABNT NBR 9442 e ASTM E662)**
- **Facilitar a fuga em situação de incêndio (ABNT NBR 9077)**
- **Dificultar a inflamação generalizada (ABNT NBR 14432 e 15281)**
- **Dificultar a propagação de incêndio (ABNT NBR 15281)**



Obrigatório atender a segurança ao fogo (ABNT NBR 15821) para entradas de unidades autônomas e compartimentos específicos de edificações.

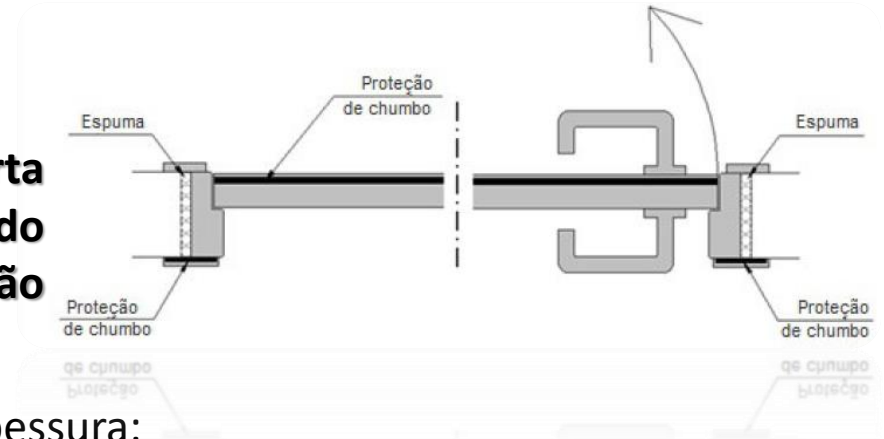
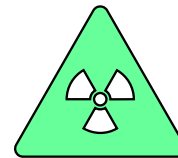
Obrigatório atender as saídas de emergência (ABNT NBR 9077) para todas as rotas de saída, salas acima de 50 pessoas e saídas de emergência.

Demais locais de uso devem ser conforme projeto.

ABNT NBR 15930 – REQUISITOS ADICIONAIS

- Porta com isolamento acústico (PIA)
- Porta com resistência ao fogo (PRF)
- Portas com isolamento às radiações (PAR)
- Portas com acessibilidade (PCD)
- Portas para saída de emergência (PSE)
- Portas resistentes a xilófagos (PRX)

Classificação da porta em função do isolamento à radiação



Espessura:

- **proteção de Chumbo (Pb)**
- **Mínima da folha da porta**
- **Marco da porta**



Classes de desempenho:

- **Classe 1 (pesada)**
- **Classe 2 (superpesada)**
- **Classe 3 (superpesada)**
- **Classe 4 (superpesada)**

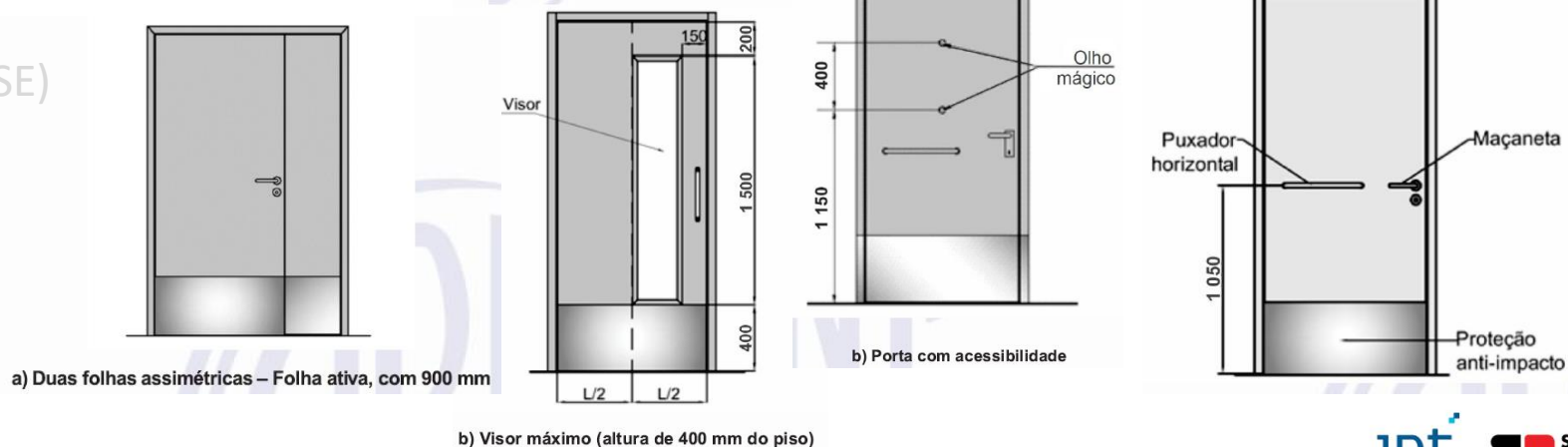
ABNT NBR 15930 – REQUISITOS ADICIONAIS

- Porta com isolamento acústico (PIA)
- Porta com resistência ao fogo (PRF)
- Portas com isolamento às radiações (PAR)
- Portas com acessibilidade (PCD)
- Portas para saída de emergência (PSE)
- Portas resistentes a xilófagos (PRX)

Classificação de uso da porta com acessibilidade por:

- **Ambientes de ocupação**
- **Largura da folha das portas de acesso e de banheiro**
- **Tipo de movimentação das folhas** (largura, visor (olho mágico), esforços máximos de manuseio da maçaneta, puxador e chave, proteção de rotas acessíveis, puxador horizontal e vertical, entre outros)
- **Mecânica das Ferragens**

Exemplos:



ABNT NBR 15930 – REQUISITOS ADICIONAIS

- Porta com isolamento acústico (PIA)
- Porta com resistência ao fogo (PRF)
- Portas com isolamento às radiações (PAR)
- Portas com acessibilidade (PCD)
- Portas para saída de emergência (PSE)
- Portas resistentes a xilófagos (PRX)

Classificação em função do fluxo para:

- Saída de emergência:
 - Unidade de passagem
 - Largura mínima da folha da porta
- Corredor:
 - Largura mínima livre para ocupação



ABNT NBR 15930 – REQUISITOS ADICIONAIS

- Porta com isolamento acústico (PIA)
- Porta com resistência ao fogo (PRF)
- Portas com isolamento às radiações (PAR)
- Portas com acessibilidade (PCD)
- Portas para saída de emergência (PSE)
- Portas resistentes a xilófagos (PRX)

A classificação ocorre de acordo com:

As condições de exposição (ambiente)



Ambiente interior seco

Ambiente interior molhável ou molhado

Ambiente exterior abrigado ou exposto

E uso dos componentes da porta

Dependem da durabilidade natural da madeira



E da aplicação de preservativos para aumentar a durabilidade da madeira.

Obrigado!

- Cláudio Mitidieri
- claumit@ipt.nt
- Guilherme Akyo Cremonsesi
- gcremonesi@ipt.br

 [linkedin.com/school/iptsp/](https://www.linkedin.com/school/iptsp/)

 [instagram.com/ipt_oficial/](https://www.instagram.com/ipt_oficial/)

 [youtube.com/@IPTbr/](https://www.youtube.com/@IPTbr/)

www.ipt.br

 IPT
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS

 **SÃO
PAULO**
GOVERNO
DO ESTADO