



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PCC 3331 - Tecnologia e Gestão da Produção de
Obras Civas: Edifícios

Vedações verticais:

Sistemas prediais

Aula 18 – Parte 1

Grupo de Tecnologia e Gestão da Produção de Obras Civas



Objetivo



Discutir os aspectos essenciais da **execução** dos principais sistemas prediais presentes nos edifícios de múltiplos andares e suas **interações** com os sistemas de vedação vertical e horizontal

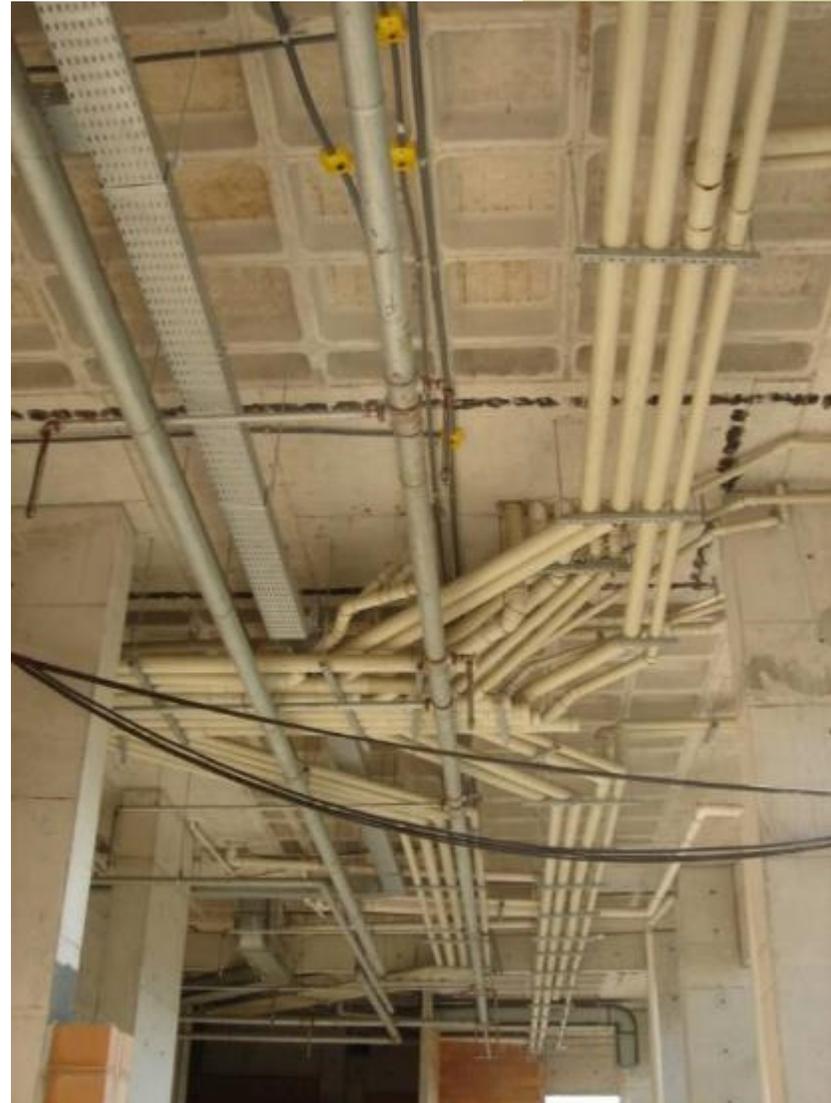
Definição: Sistemas prediais

O que são os sistemas prediais?

*Sistemas prediais são os **sistemas físicos**, integrados a um edifício, e que têm por **finalidade** dar **suporte às atividades dos usuários**, suprindo-os com os **insumos** prediais necessários e propiciando os **serviços** requeridos*

Quais são os sistemas prediais presentes no edifício?

1. Hidráulica
2. Elétrica
3. Gás
4. Combate a incêndio
5. Água pluvial
6. Iluminação
7. Automação
8. Comunicação
9. Segurança
10. Transporte, etc.



Qual é a importância do sistema predial?

	Unifamiliar Alto Padrão	Edifício Popular sem elevador	Edifício padrão elevado com elevador
Estrutura (%)	15,9 - 18,7	21,6 - 26,6	28,9 - 35,3
Vedação (%)	4,1 - 6,8	8,1 - 13,8	2,6 - 3,7
Sistemas hidráulicos (%)	11,2 - 13,2	9,5 - 10,5	10,4 - 12,2
Sistemas elétricos (%)	3,8 - 4,8	3,8 - 4,8	4,5 - 5,4
Total Sistemas prediais (%)	15,0 - 18,0	14,3 - 15,3	14,9 - 17,6

Obs.: No edifício com elevador, deve-se acrescentar o custo do elevador: 2,2-2,7%

Tecnologia de execução do Sistema hidráulico

Planejamento



Recebimento dos materiais



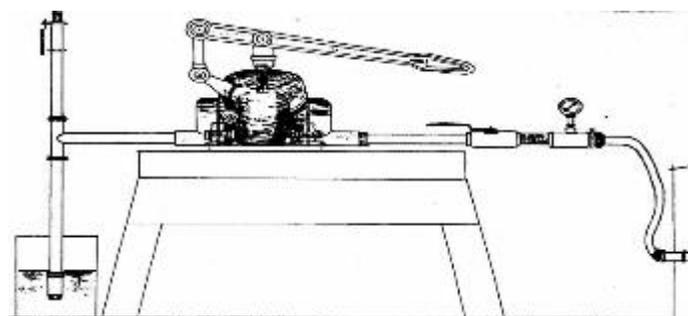
Marcação e passagens



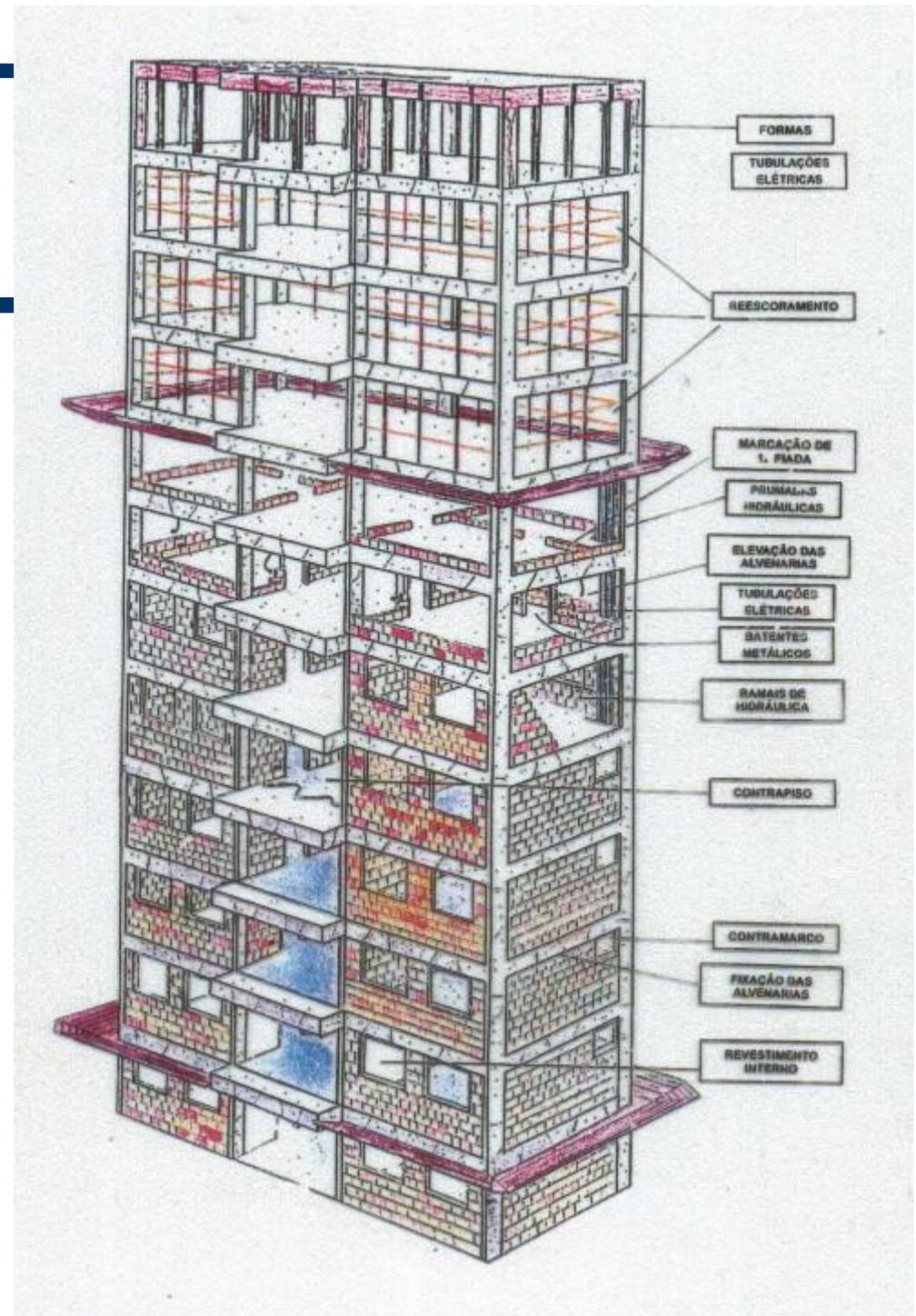
"Embutimento" dos sistemas



Controle de execução e montagem



Atividades de produção do edifício



Tecnologia de execução do Sistema hidráulico - **PLANEJAMENTO**

Domínio das Informações do Projeto

- Entender as representações gráficas;
- Conhecer as especificações dos materiais e suas necessidades;
- Qualificar fornecedores de materiais;
- Qualificar fornecedores de serviços de Execução;
- Garantir a qualidade da Execução dos serviços;
- Garantir Assistência técnica e condições de garantia.

Tecnologia de execução do Sistema hidráulico - **PLANEJAMENTO**

- Raramente o serviço é executado com mão de obra própria (vale para qualquer sistema, e não apenas para o hidráulico)
 - *Subcontratação do serviço*
- Não é feito orçamento detalhado
 - *Aparece como uma "Verba"*
 - *Pouquíssima atenção aos controles de produtividade / indicadores*

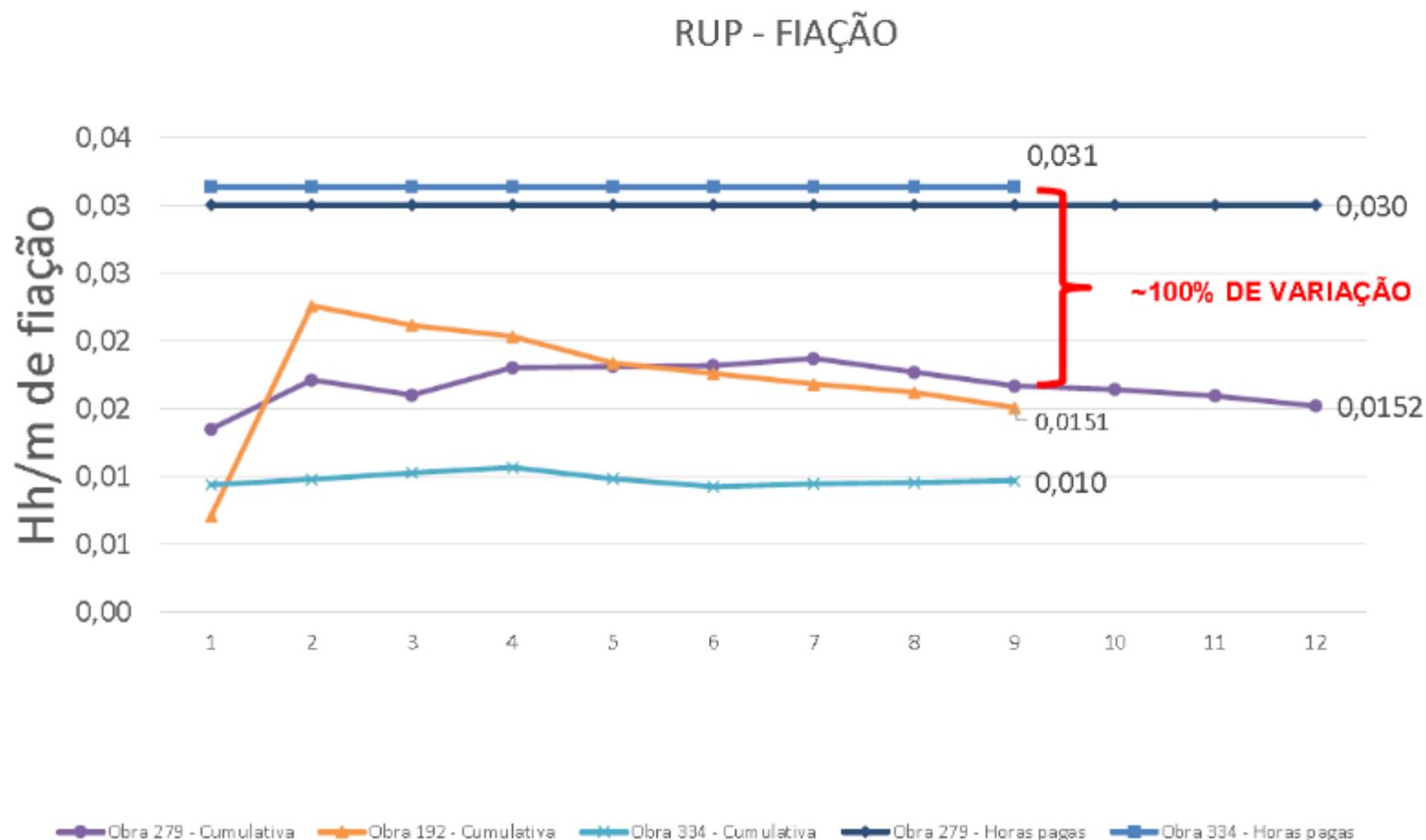
ÍNDICES



TG 208

Fonte: Prof. Marcelo Matsusato (2019) – Disciplina TG208 – Pós-TGP Poli.Integra

ÍNDICES



TG 208

Fonte: Prof. Marcelo Matsusato (2019) – Disciplina TG208 – Pós-TGP Poli.Integra

Tecnologia de execução do Sistema hidráulico - **PLANEJAMENTO**

- Programação do pedido de materiais e equipamentos
- Exigir resumo quantitativo dos projetos
- Acompanhamento das etapas da obra:
cuidado com atrasos!
- Disponibilidade de equipamentos e peças especiais

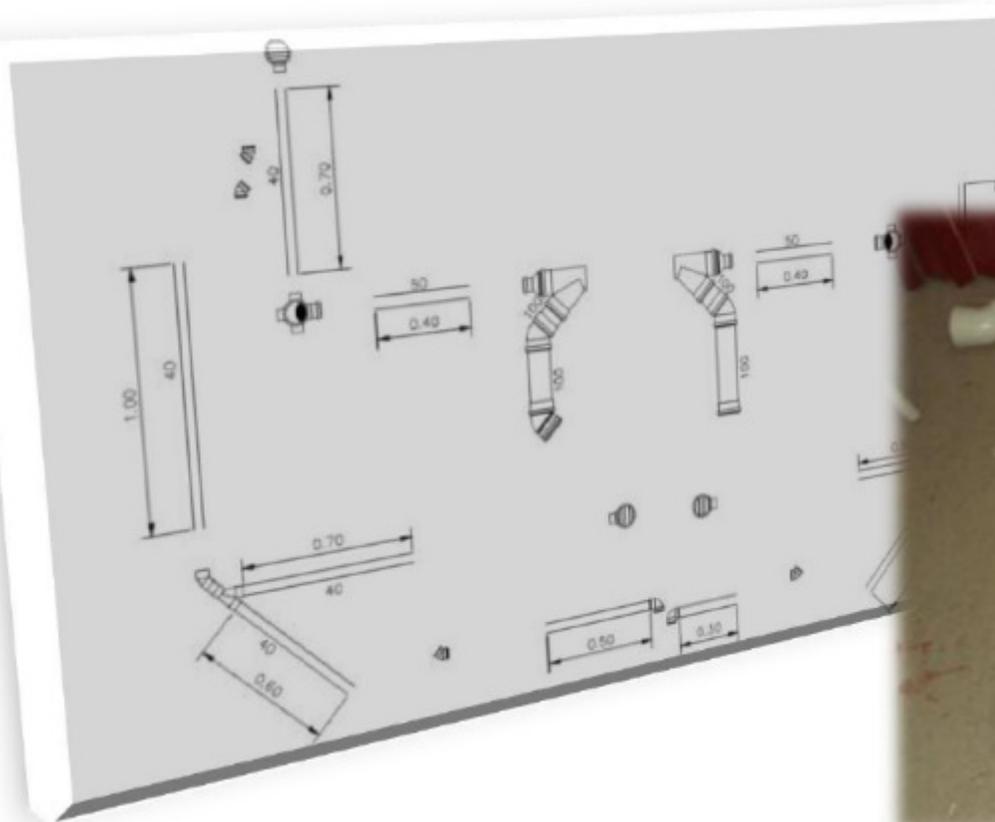
Tecnologia de execução do Sistema hidráulico - **PLANEJAMENTO**



**Centralização
da produção**

- ✓ **Melhores condições de trabalho**
- ✓ **Controle e testes das montagens**

5 Projetos para produção



TG 208

2

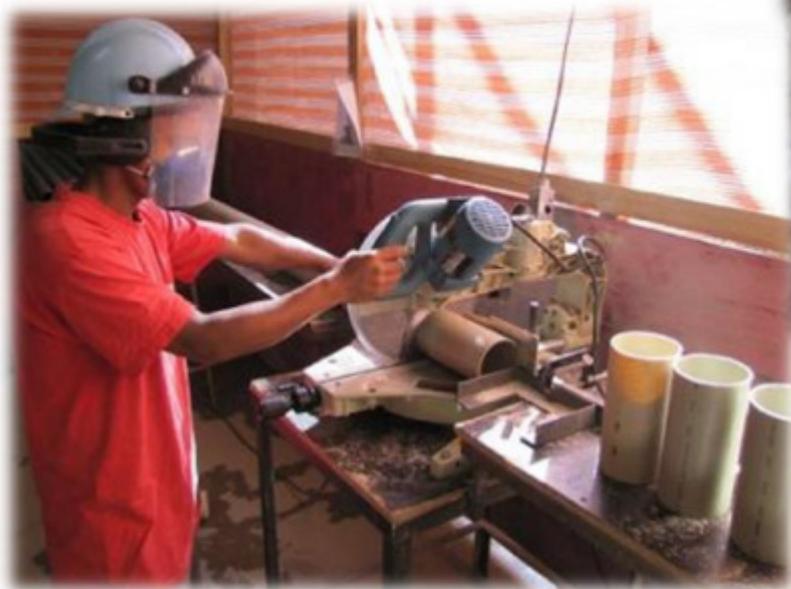
5 Execução – Kits Hidráulicos

+ 50% de Aumento de
Produtividade



5 Execução – Kits Hidráulicos

Fonte:



TG 208

2

Sistemas Prediais Hidráulicos

ESCOLHA DOS MATERIAIS

Requisitos a serem considerados para cada situação de aplicação:

- **Pressão de Operação** → Classe de Pressão em Operação
- **Temperatura de Operação** → $f(\text{material})$
- **Resistência a impactos** → $f(\text{material}, \text{método de instalação})$
- **Exposição à intempéries** → material

Requisitos a serem considerados devido ao método de execução e produtividade:

- **Benefício/Custo;**
- **Disponibilidade de mercado;**
- **Método de execução (procedimentos, ferramentas, forma de instalação)**
- **Treinamento da mão-de-obra;**
- **Assistência técnica.**

Tubulações para Sistemas Prediais

SISTEMAS HIDRÁULICOS

PPR NBR 15813: Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria: Tubos e conexões de polipropileno copolímero random (PP-R) tipo 3



Execução

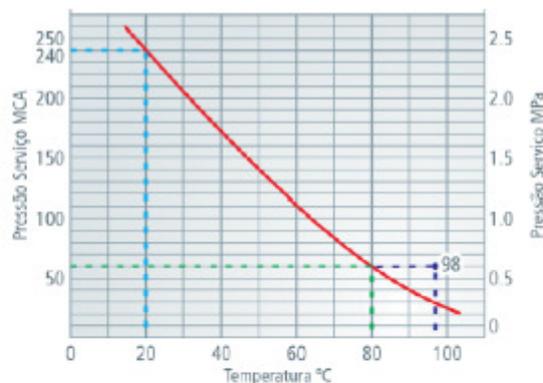
- A união entre tubo e conexão é por termofusão, o equipamento utilizado será uma **termofusora 220/1270V de 800W de potência**, onde se acoplam os bocais macho e fêmea do diâmetro da tubulação desejada. A **ferramenta aquece até a temperatura de 260°C**, portanto, cuidados quanto a segurança do operador devem ser tomados.
- Tempo de aquecimento, que **deverá ser simultâneo, para o tubo e a conexão (ver manual técnico do fabricante)**.
- Após a termofusão, tem-se um intervalo de **4 segundos para o alinhamento axial em até 15°**, não sendo permitido girar

Tubulações para Sistemas Prediais

SISTEMAS HIDRÁULICOS

CPVC NBR 15884-3: Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria – Policloreto de vinila clorado (CPVC)

- 6,0 kgf/cm² ou 60 m.c.a. conduzindo água a 80 °C;
- 24,0 kgf/cm² ou 240 m.c.a. conduzindo água a 20 °C.



Execução

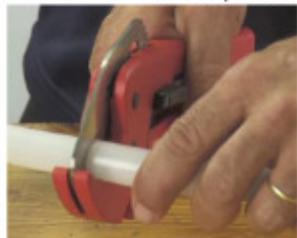
- Os tubos devem ter suas **extremidades cortadas em esquadro**, com rebarbas internas e externas resultantes da operação do corte completamente removidas.
- Aplicar, com auxílio do pincel aplicador, **o primer na ponta do tubo e na bolsa da conexão** a serem soldadas.
- De uma única vez, devem ser encaixadas as extremidades a serem soldadas, promovendo **enquanto se encaixa, um leve movimento de rotação entre as peças (1/4 de volta)**, até que seja atingida a posição definitiva.
- Após a soldagem, deve-se manter a junta sobre **pressão manual** até que o adesivo adquira resistência (cerca de 30 segundos).
- Feito o processo de soldagem, **limpe o excesso de adesivo** com auxílio de uma estopa.
- Não deve ser utilizado o adesivo que apresente um aspecto gelatinoso ou caso ele tenha endurecido. Para a execução das juntas com rosca, deve-se utilizar de fita veda-rosca como elemento de vedação.
- Os apoios utilizados para fixação dos tubos deverão ter o formato circular, com largura mínima igual a 3/4 do diâmetro do tubo a ser fixado.
- Quando aparentes, deve-se atentar para que apenas um dos suportes deverá ser fixo, e servirá como ancoragem, devendo os demais estarem livres, permitindo o deslocamento longitudinal da tubulação causado pelo efeito da expansão térmica.

Tubulações para Sistemas Prediais

Acoplamento por anel **SISTEMAS HIDRÁULICOS**



Acoplamento por Crimpagem

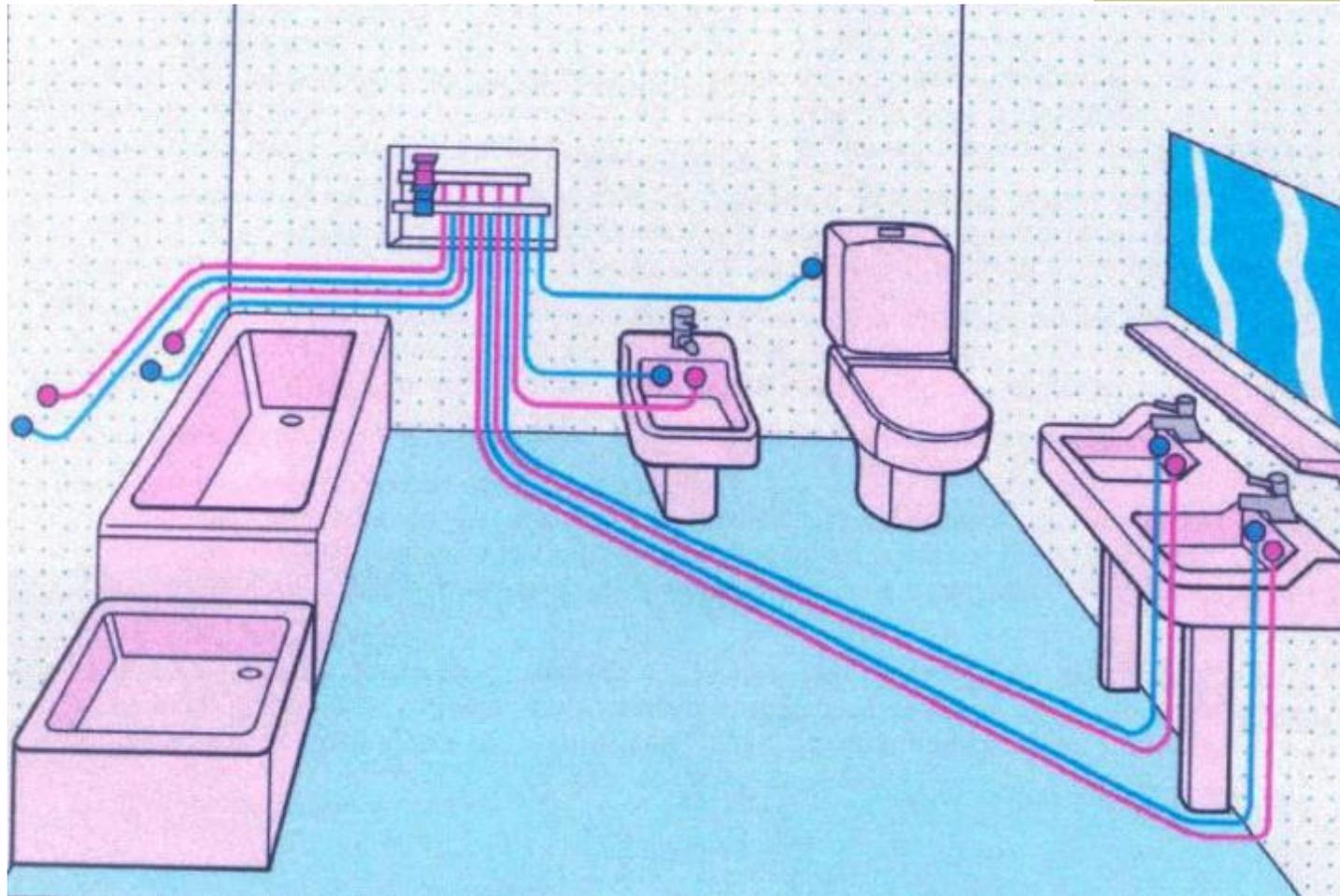


PEX Multicamada

Características dos tubos



Exemplo: Sistemas prediais



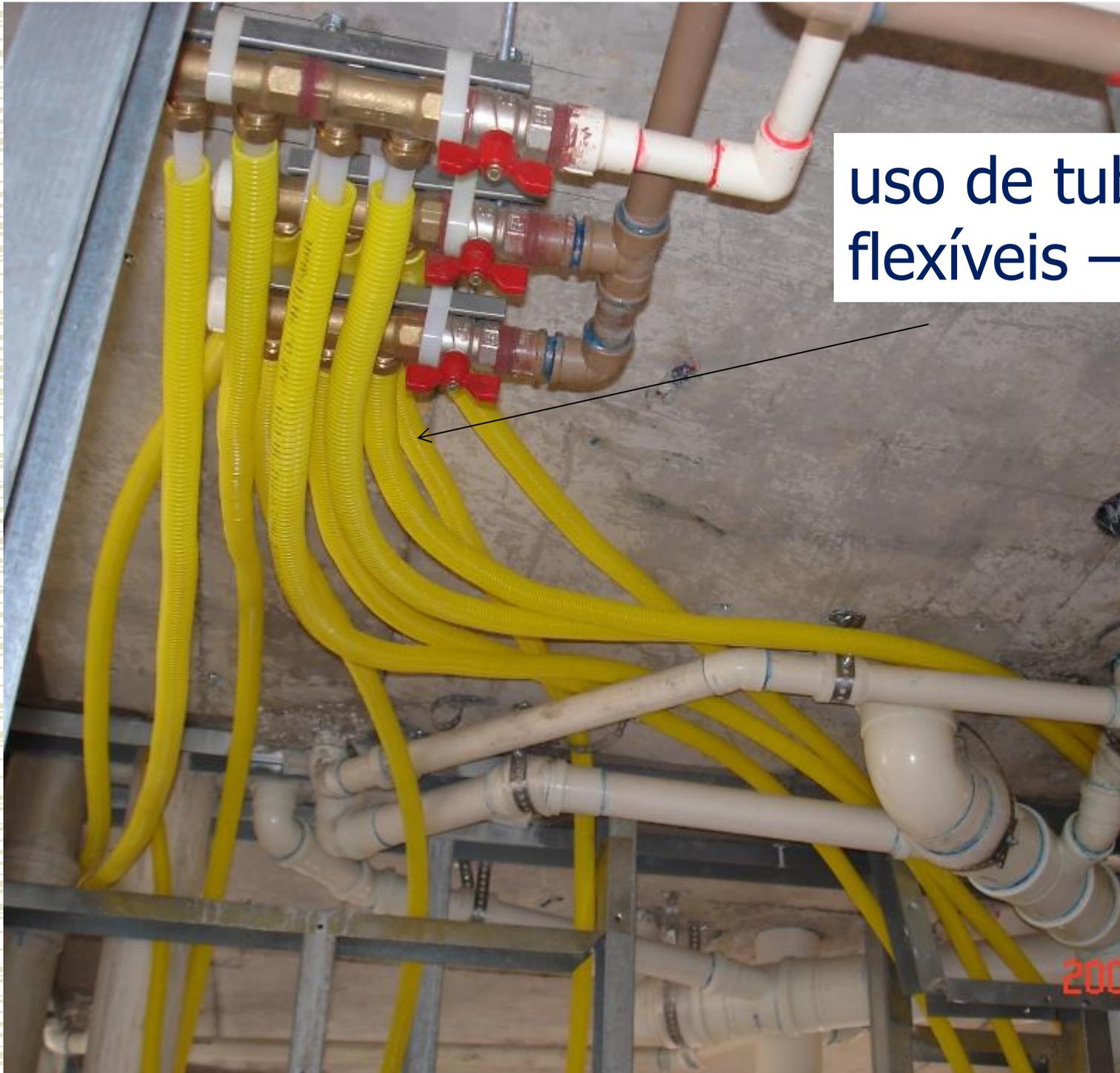
Sistema de suprimento de água quente e fria

Exemplo: Sistemas prediais



Distribuição aérea em perfil metálico, com abraçadeiras de identificação

Fonte: <https://www.universidadetrisul.com.br/fases-de-obra/instalacoes-hidraulicas/instalacoes-prediais-em-sistemas-plex>



uso de tubulações flexíveis – tipo Pex

Tubulações para Sistemas Prediais

SISTEMAS HIDRÁULICOS

Cobre - acoplamentos

Soldagem

- Soldagem Capilar (Chumbo x Estanho -PbSn 50x50, ou SnCu 97x3)
- Brasagem Capilar (Cobre Fósforo ou Cobre Prata) – T_{min}: 450 °C



Engate rápido

- Corte, remoção de rebarbas limpeza e encaixe.
- Diâmetros de 15mm e 22 mm; Ex: TECTITE



Por amassamento ou Crimpagem

- Corte, remoção de rebarbas limpeza e crimpagem.
- Diâmetros de 15mm e 54 mm;
- Vedação por pressão (O-ring);
- Conexões com normas internacionais. Ex: SUDOPRESS



Tubulações para Sistemas Prediais

SISTEMAS HIDRÁULICOS

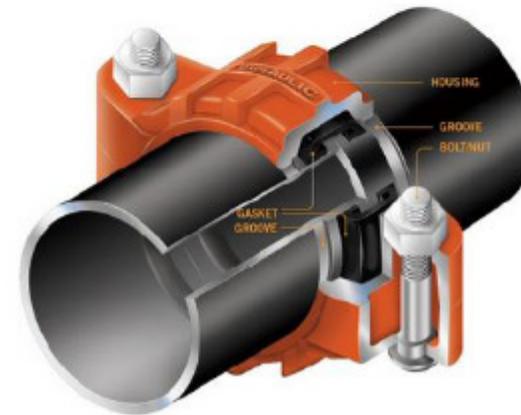
Aço - acoplamentos

Por encaixe – Conexões mecânicas

- Corte, remoção de rebarbas limpeza, execução de sulco, colocação de vedação, colocação de conexão mecânica e aperto.

Por amassamento ou Crimpagem

- Corte, remoção de rebarbas limpeza, encaixe da conexão, crimpagem. Ex: XPRESS SYSTEM - VSH



Tecnologia de execução do Sistema hidráulico - **RECEBIMENTO**

- **Verificar os componentes**
 - Tipos e quantidades
 - Deformações
 - Amassamentos
 - Trincas e fissuras
- Os componentes devem ser armazenados em locais de **acesso fácil e protegido**

Tecnologia de execução do Sistema hidráulico - **RECEBIMENTO**



Situação não desejada
(descoberto)



Situação desejada
(coberto)

Técnicas de execução

Sistemas Hidráulicos Prediais

Procedimentos para Recebimento e Armazenamento de materiais



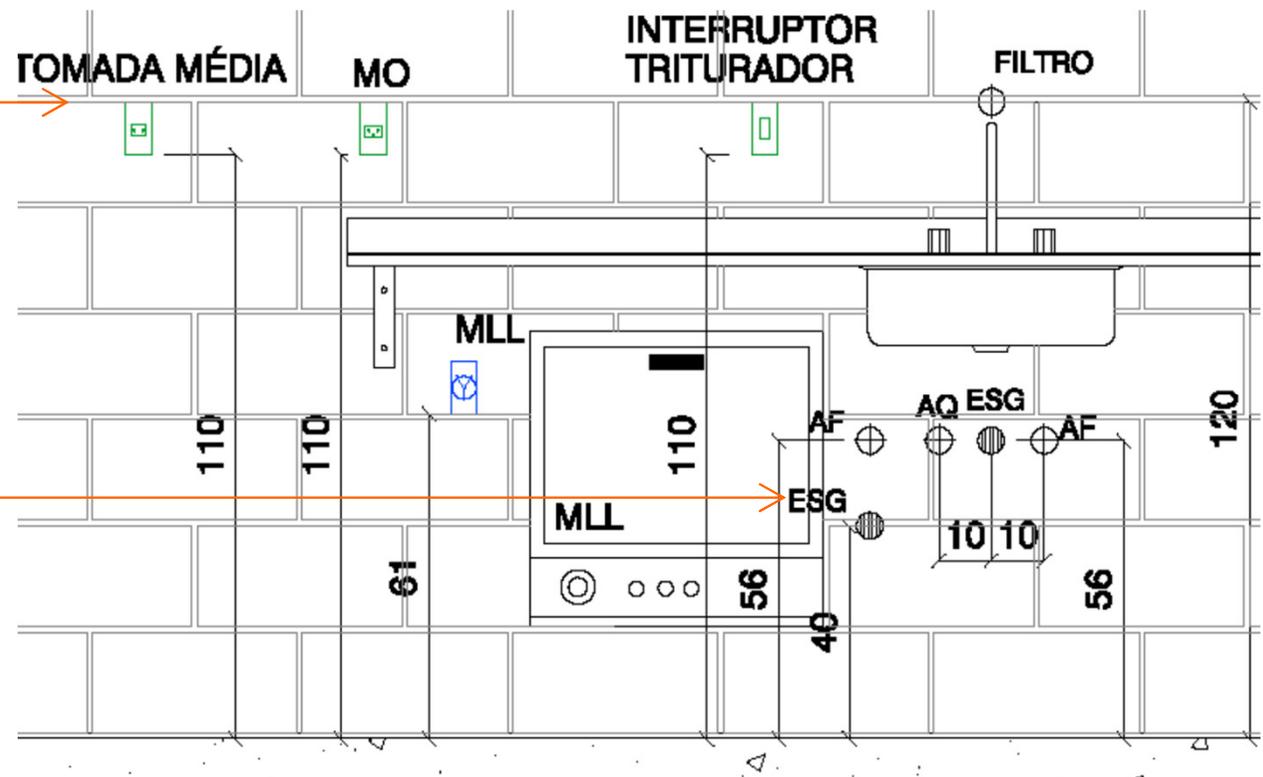
Armazenamento de tubos e conexões. (Fonte: Sanhidrel)

Fonte: Prof. Humberto Farina (2019) – Disciplina TG208 – Pós-TGP Poli.Integra

Tecnologia de execução do Sistema hidráulico – MARCAÇÃO E PASSAGENS

Indicação da altura das caixas de elétrica

Indicação da altura dos pontos de hidráulica



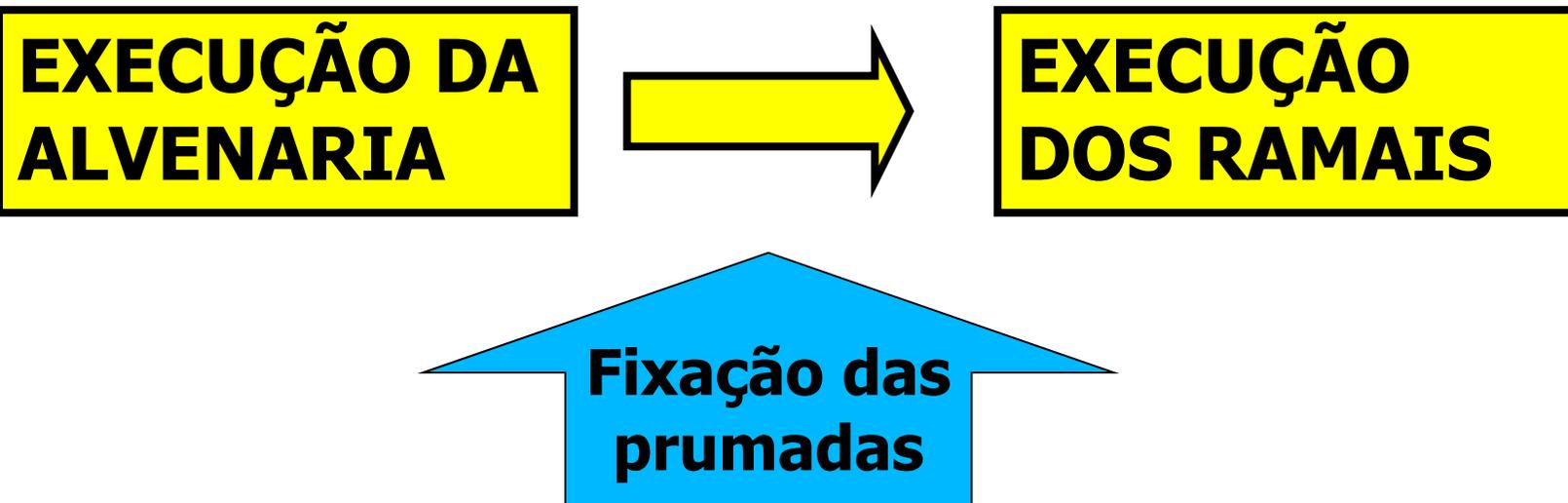
Projeto detalhando as **marcações**

Tecnologia de execução do Sistema hidráulico – MARCAÇÃO E PASSAGENS



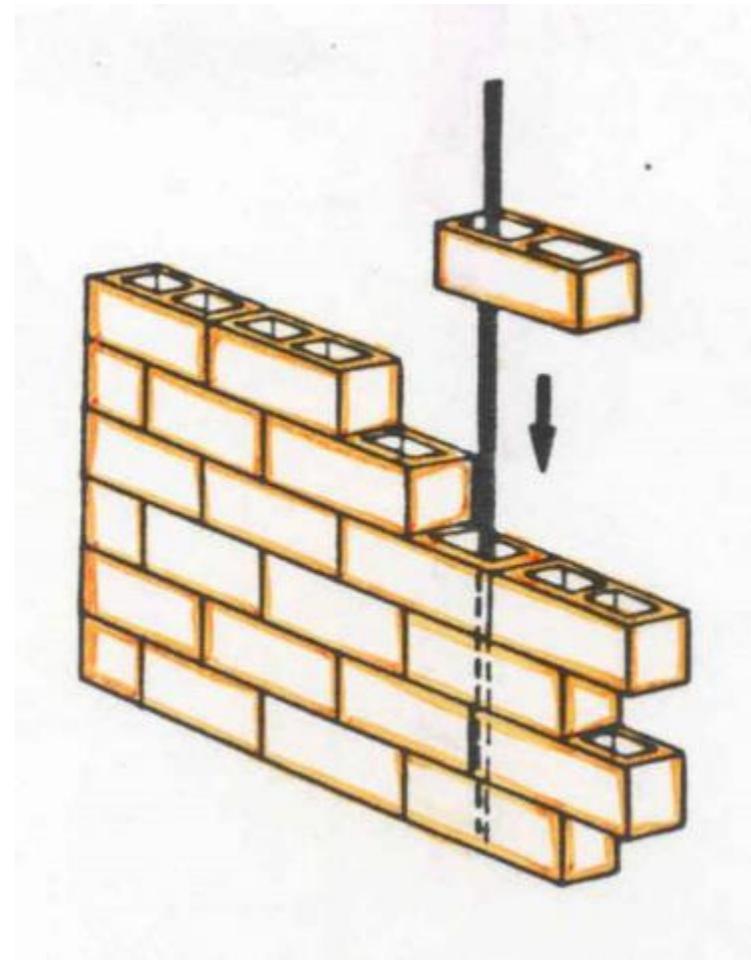
Colocação das **caixas de passagem** nas fôrmas de lajes

Tecnologia de execução do Sistema hidráulico – **EMBUTIMENTO**



Tecnologia de execução do Sistema hidráulico – **EMBUTIMENTO**

- **Execução dos ramais (ANTES)**
 - Usar blocos especiais para passagem
 - Passagem pelos vazios dos blocos
 - Embutimento no revestimento
 - Uso instalação aparente com “carenagem”



Tecnologia de execução do Sistema hidráulico – **EMBUTIMENTO**

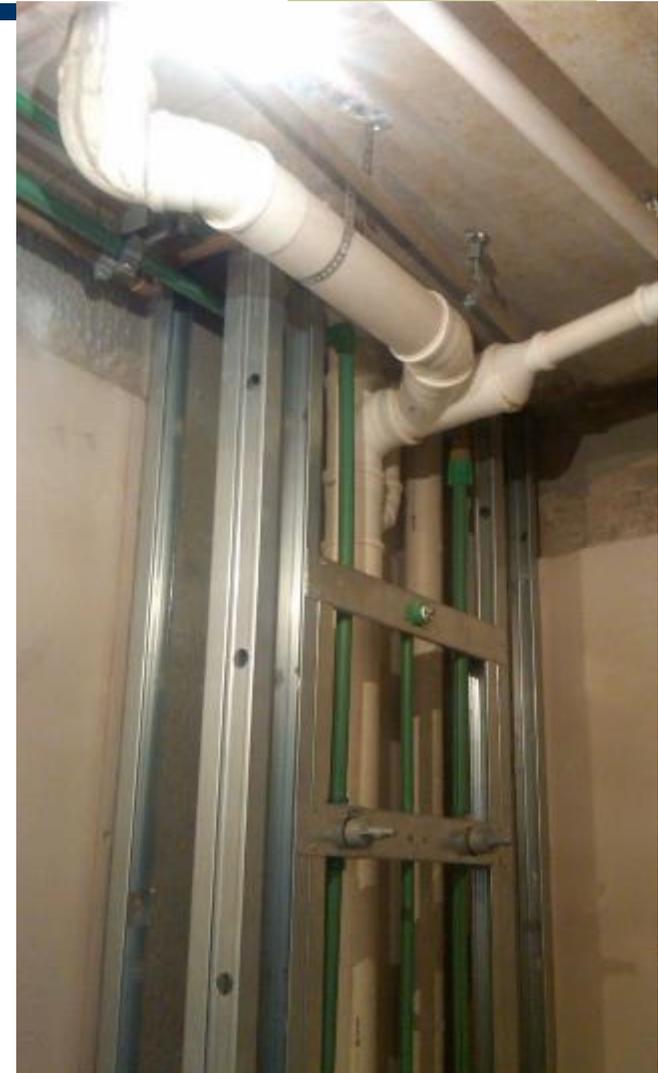


Uso instalação aparente com "carenagem"

Tecnologia de execução do Sistema hidráulico – **EMBUTIMENTO**

- **Execução HOJE**

- 1 – Padronização.
- 2 – Industrialização.
- 3 – Menor desperdício de material.
- 3 – Instalação mais rápida.
- 4 – Mão de obra otimizada, em função da velocidade e industrialização.
- 5 – Maior confiabilidade nos cronogramas e processos.
- 6 – Menor custo.



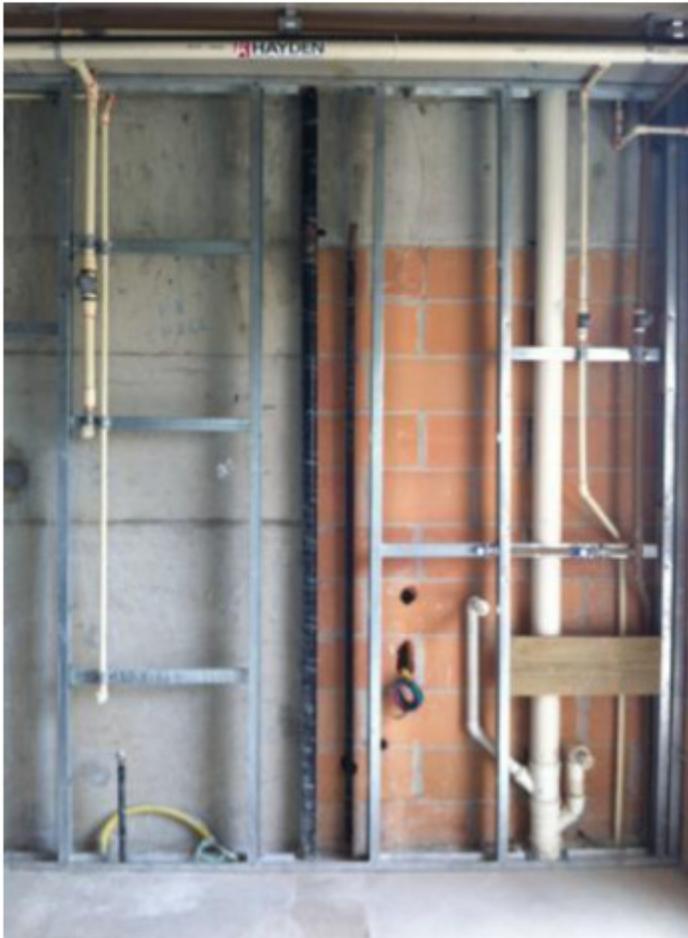
Tecnologia de execução do Sistema hidráulico – **EMBUTIMENTO**

- **Execução HOJE**
"KIT" Hidráulico



Fonte: CYRELA. Eng. Hertz Correa. Abr 2013.
TECHNE, Tubulação racionalizada. TAMAKI, Luciana. Dez 2011.

5 Execução – Parede Técnica



TG 208

2

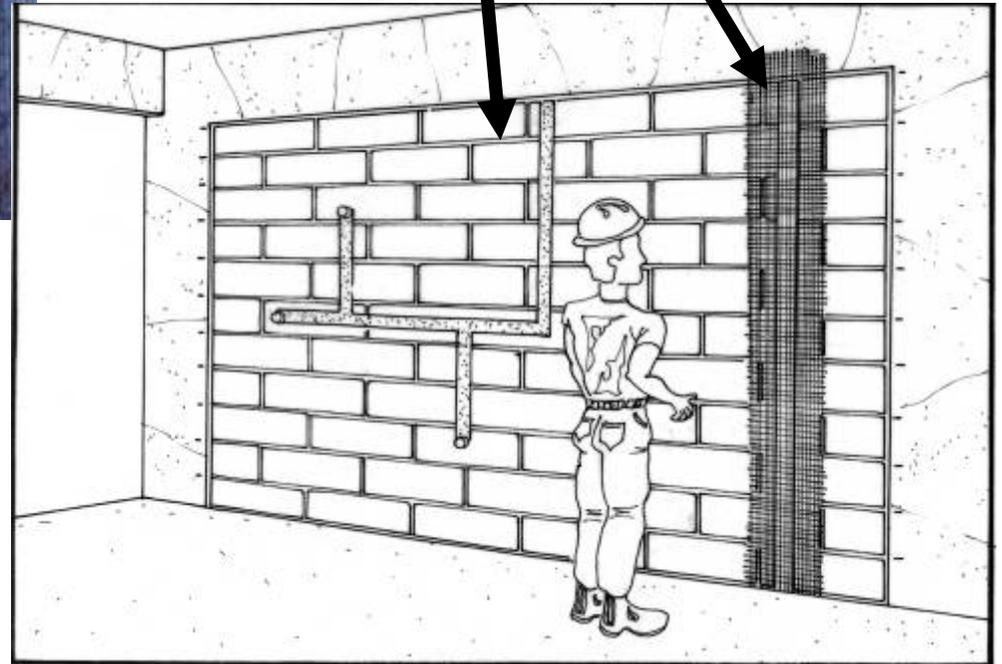
5 Execução – Pela Alvenaria

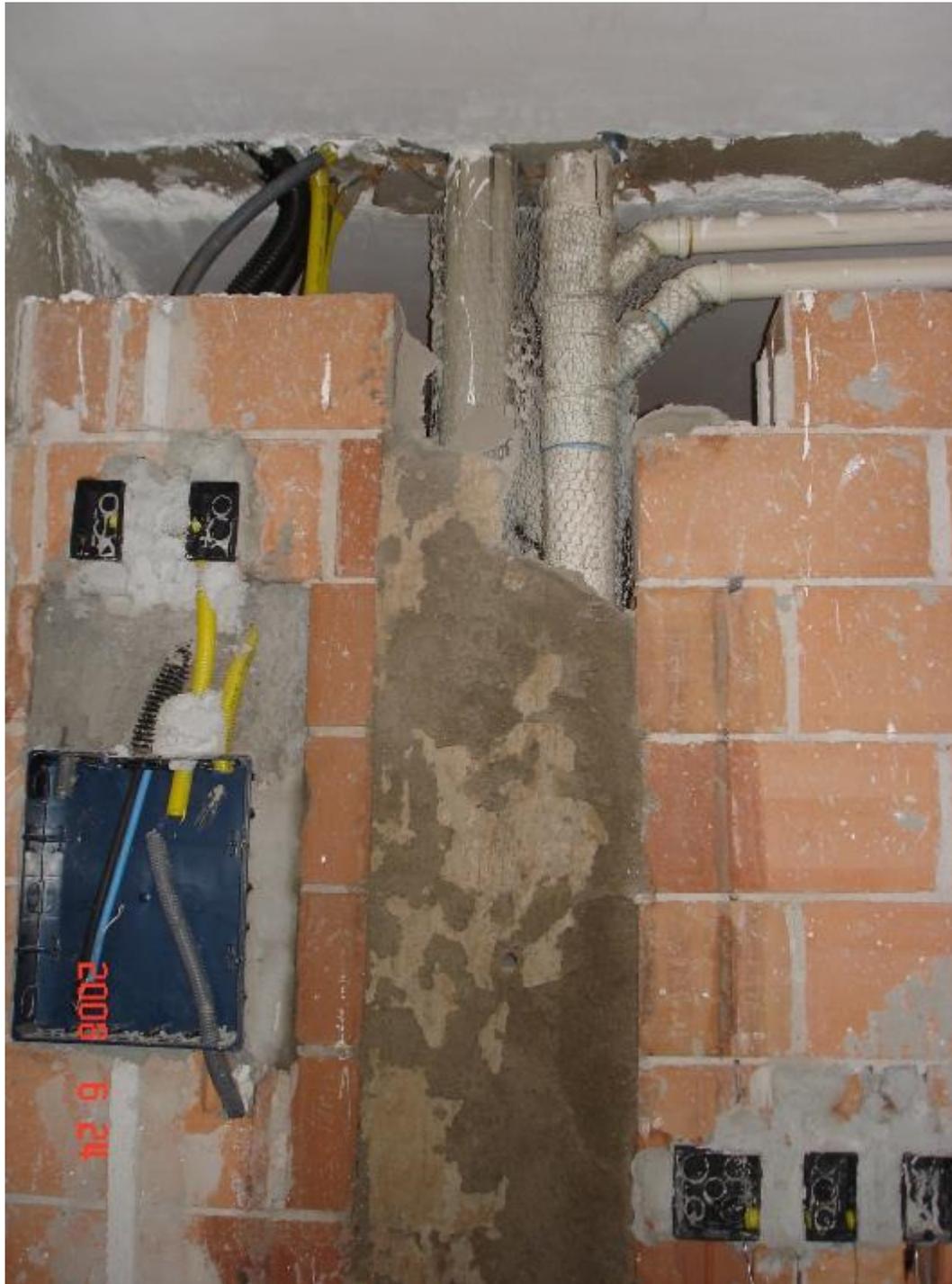


TG 208

2

Instalação embutida na vedação



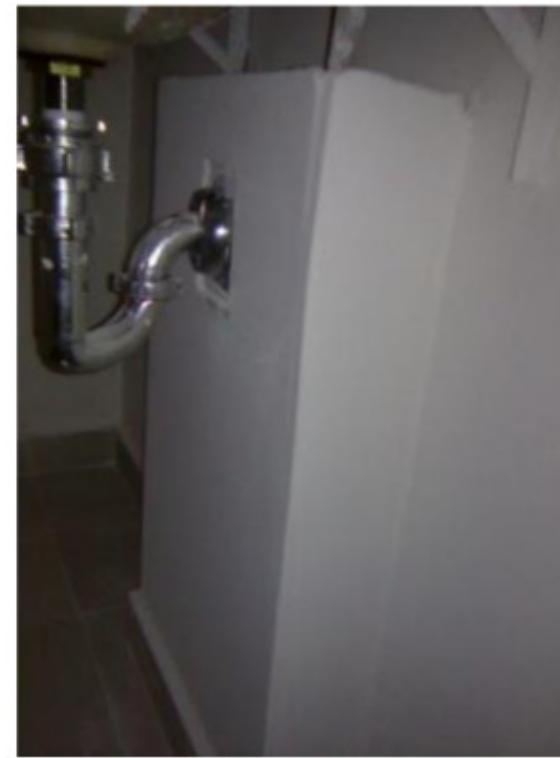


Embutimento de prumadas na própria alvenaria não muito racionalizado. **Problemas de ruídos;** dificuldades de produção do revestimento

5 Execução – Parede ou Piso?



5 Execução – Carenagem ou Enchimento?



5 Execução – Shafts



TG 208

Fonte: Prof. Marcelo Matsusato (2019) – Disciplina TG208 – Pós-TGP Poli.Integra

Técnicas de execução

Sistemas Hidráulicos Prediais

- Equipe com experiência com a execução dos materiais dos sistemas;
- Uso obrigatório de EPI;
- Ferramentas adequadas para cada material e próprias;
- Ferramentas e instrumentos de medição aferidos (calibração em dia);
- Procedimentos para recebimento e armazenamento;
- Procedimentos de verificação definidos (check-lists);
- Procedimentos de ensaios definidos;
- Procedimentos de identificação dos sistemas definidos;
- Obras anteriores.



Ferramentas e EPI. (Fonte: Sanhidrel);

Técnicas de execução

Sistemas Hidráulicos Prediais

Exemplo de Procedimento para Execução de Ramais de Hidráulica

- Separar os ramais para um andar completo
- Separar no andar em seus devidos ambientes:
 - ✓ Passar os chicotes pex pelos passantes na laje;
 - ✓ Parafusar os ramais na altura e nível certos, observar alinhamento e profundidade;
 - ✓ Fixar a coifa no passante e identificar com fita isolante vermelha para AQ e azul para AF;
 - ✓ Fixar as mangueiras de pex no teto com os suportes, abraçadeiras, identificando AQ/AF com as cores corretas e obedecendo as distâncias indicada na tabela;
- Fazer o fechamento do ramal com o kit de chuveiro, observando AQ/AF
- Teste de estanqueidade
- Check-List



Separação de kits hidráulicos. (Fonte: Sanhidrel);



Separação de kits esgoto. (Fonte: Sanhidrel);

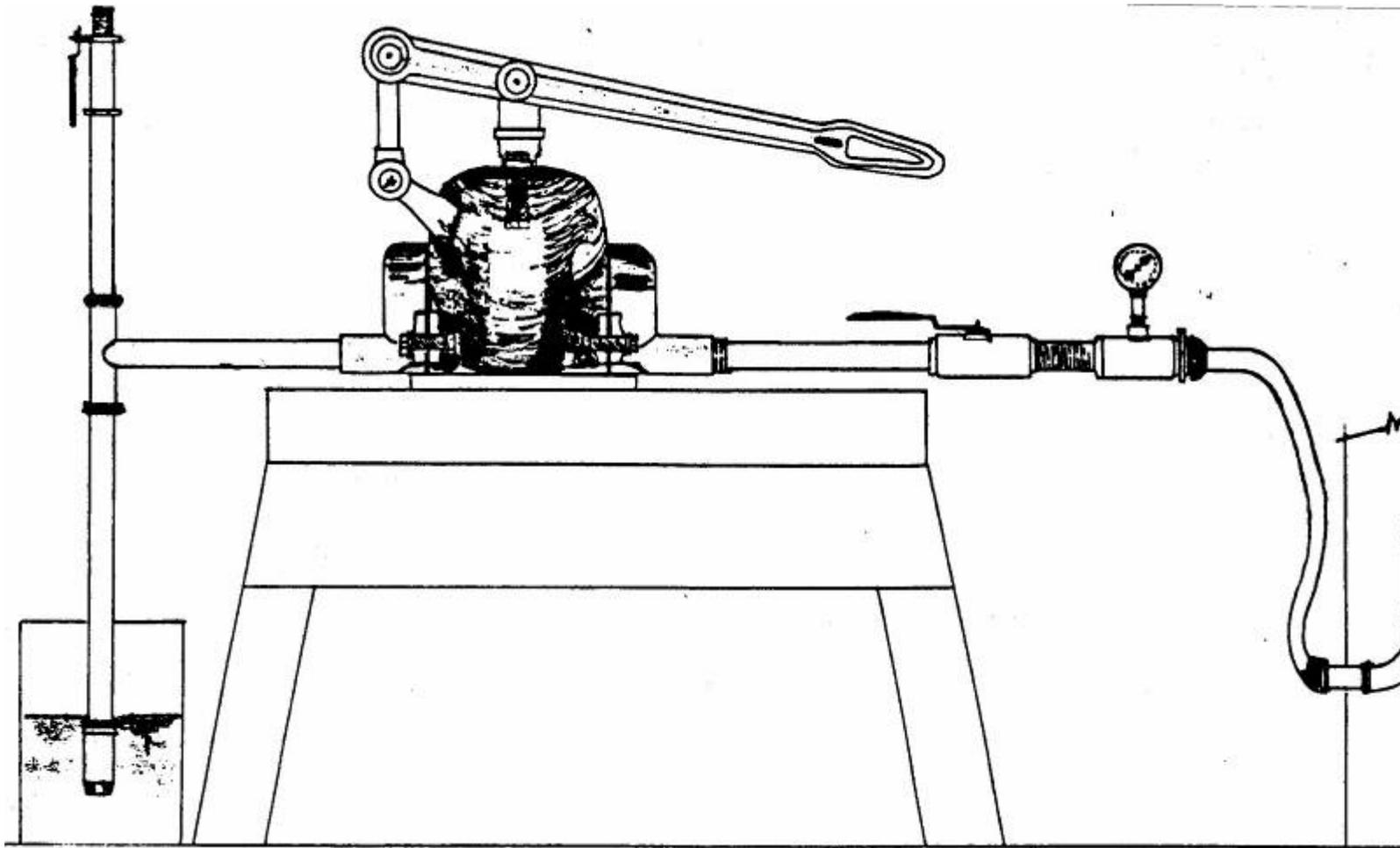
Tecnologia de execução do Sistema hidráulico – **Controle de execução**

Controle de aceitação

TESTE COM PRESSÃO DE ÁGUA

- ramais e prumadas
- aplicação de pressão de 60 mca
- verificação após 24 h
- usar água a 60°C nas instalações de água quente

Tecnologia de execução do Sistema hidráulico – Controle de execução



Teste com pressão de água

Tecnologia de execução do Sistema hidráulico – **Controle de execução**

GÁS

- aplicar pressão de 3 kgf/cm²
- manter por um período de 24 h

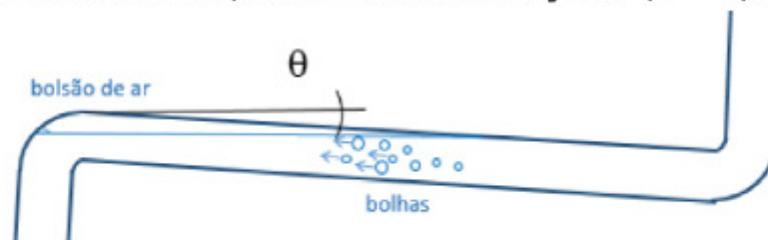
ESGOTO

- Com uma bexiga cheia, interromper prumada
- encher sifões e toda a tubulação e verificar "vazamentos"
- injetar fumaça verificar funcionamento do sistema de ventilação

Pontos Críticos

Aspectos gerais a serem considerados

- Uso de nível e prumo para execução de redes hidráulicas. As redes devem favorecer a expulsão das tubulações ($\theta \geq 0$);



- Equipamentos devem ter condições de serem substituídos sem corte ou desmonte da tubulação;
- Os suportes devem respeitar as distâncias informadas pelos fornecedores. Usar tipos de suportes que permitam regulagem e substituição;
- Fechamento de extremidades abertas;
- Realização de testes de estanqueidade;
- Limpeza, pintura e identificação.



Verificação de nível. (Fonte: SANHIDREL, 2015).

Verificação e Testes

Gás Combustível

Verificação de obstrução

Antes do teste de estanqueidade retirar os plugs das extremidades da tubulação, abrir as válvulas intermediárias se existirem.

Injetar ar ou gás inerte por uma das extremidades à pressão de 1 bar.

Considera-se a tubulação desobstruída se for observado um fluxo livre e contínuo de ar ou gás inerte na outra extremidade.

Teste de estanqueidade

Devem ser realizados dois ensaios (etapas 1 e 2):

- O primeiro, ao final da montagem com a tubulação aparente e em toda a sua extensão;
- O segundo, quando da liberação para abastecimento com gás natural.

Para as tubulações embutidas e subterrâneas, os testes de estanqueidade devem ser feitos antes do revestimento das paredes ou do aterramento da vala.

Após a constatação da estanqueidade, as extremidades da instalação de gás devem

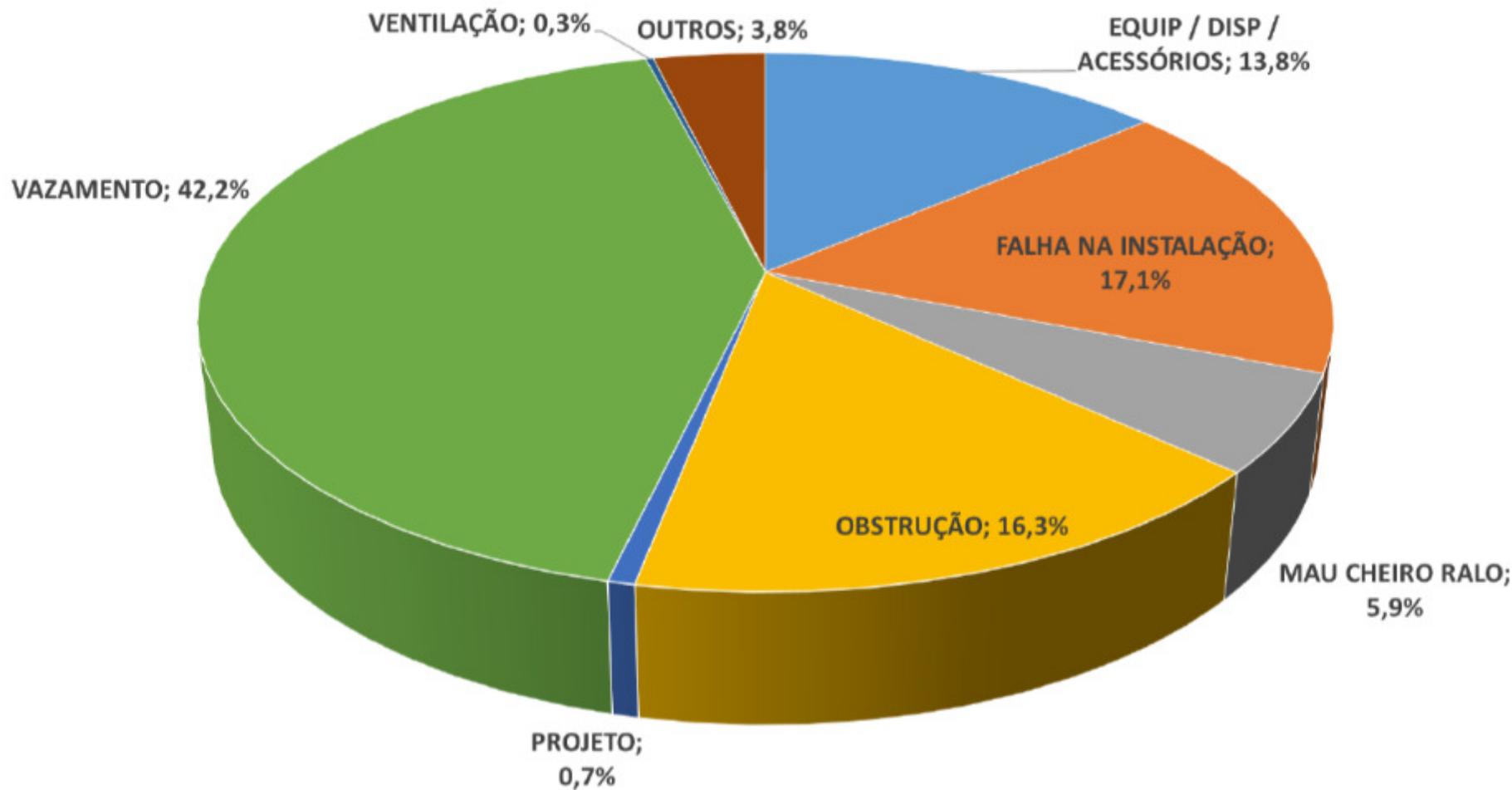
permanecer com os bujões metálicos ou flanges cegas, os quais só podem ser retirados quando de sua interligação aos aparelhos a gás ou aos conjuntos de regulagem e medição..

Testes

Sistema de Esgoto Sanitário

- Depois de concluída a instalação, as tubulações deverão ser cuidadosamente inspecionadas, verificando que as mesmas se achem suficientemente fixadas e que **nenhum material estranho tenha sido deixado em seu interior**.
- Depois de feita a inspeção, antes da instalação dos aparelhos sanitários, a tubulação deverá ser **testada quanto à estanqueidade e continuidade, com água ou ar comprimido sob pressão mínima de 3 mca**, mantendo-se assim por um período mínimo de 15 minutos, com todas as aberturas previamente tamponadas.
- Após a instalação dos aparelhos sanitários, todos os seus fechos hídricos deverão ser completamente **preenchidos com água**, devendo as demais aberturas ser convenientemente tamponadas, exceto as aberturas dos tubos ventiladores e a abertura de introdução, para a prova de fumaça.
- Quando for notada a saída de fumaça pelos tubos ventiladores, estes deverão ser tamponados e a fumaça introduzida até atingir a pressão de 0,025 mca, que deverá se manter por um período mínimo de 15 minutos.

Percentual Problemas Hidráulicos - Empresas



TG 208

EXECUÇÃO - INTERFACES



E a capacidade suporte da estrutura?

Água Fria

Distribuição

A organização e identificação dos sistemas é obrigatória.



Shaft – Sistema hidráulico – Ed. Comercial (Fonte: Temon, 2015)

Fonte: Prof. Humberto Farina (2019) – Disciplina TG208 – Pós-TGP Poli.Integra

Produção de Eletrodutos em Lajes

Separar os materiais de acordo com o levantamento realizado pelo planejamento



Projetos e Planejamento

Projeto Instalações

Elevação de Alvenaria

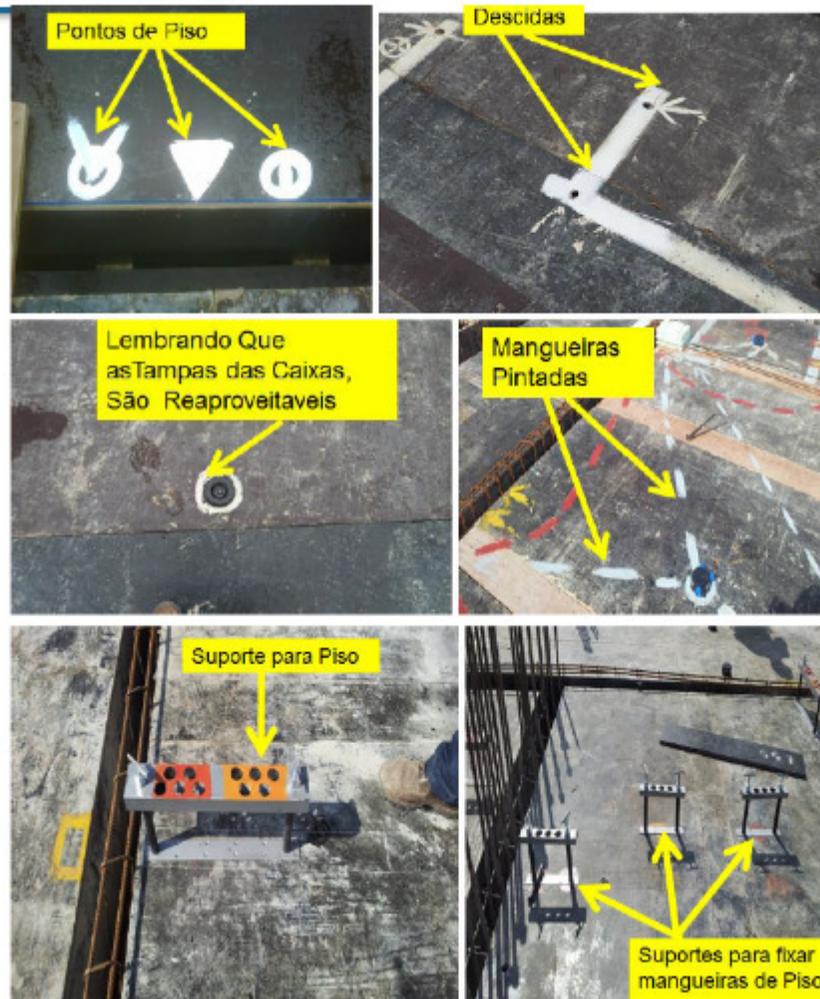
Projeto Carimbado

Projeto Eixos

Supervisor de Instalações;
Encarregado Eletricista;
Oficial Eletricista;
Ajudante Eletricista;
Encarregado Hidráulica;
Oficial Encanador.

Técnicas de Execução

Produção de Eletrodutos em Lajes

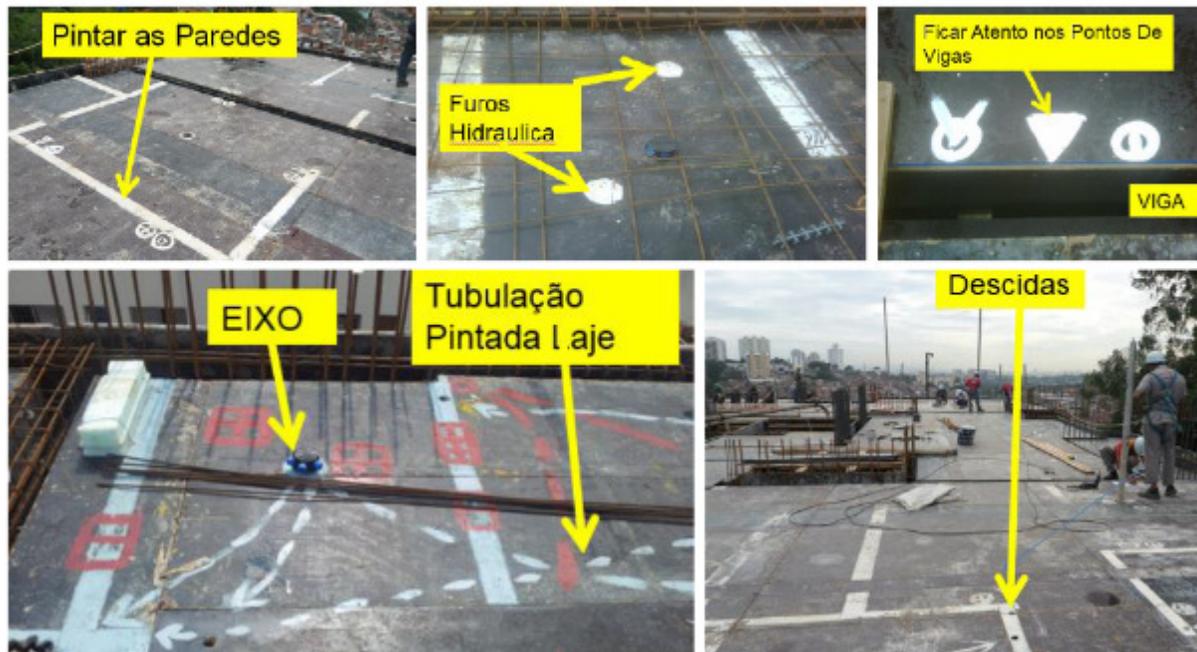


- As paredes são marcadas com tinta;
- Simulando sua elevação, subidas e descidas para as tomadas, ponto para telefone, antena de TV e outros;
- Marcar pontos de Luz no Teto, observando medidas de Eixo e Projeto.
- Após a marcação inicia-se a fixação das caixas fundo móvel em chapa metálica ou em PVC, com o local demarcado, pregar a caixa ou tampa plástica na forma.
- Colocar os suportes para posteriormente fixar os eletrodutos de piso

Fonte: SANHIDREL (2015)

Técnicas de Execução

Produção de Eletrodutos em Lajes

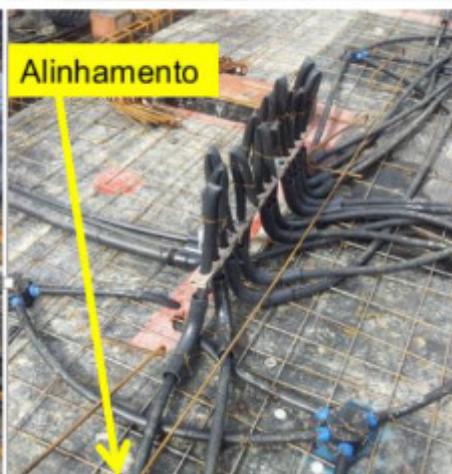


Fonte: SANHIDREL (2015)

- Pintar todas as paredes e pontos no teto e piso;
- Pintar os Pontos de Hidráulica para desviar os eletrodutos evitando encontros e retrabalhos após a furação da laje;
- Marcar os pontos de Tel, TV, TUG e furos nas vigas e laje.
- Marcar os pontos observando as medidas, principalmente se existir planta de arquitetura (ou proj. de alvenaria), locando os mesmos pontos nas paredes;
- Tomar cuidado para que os pontos fiquem centralizados;
- Fazer os furos de laje e descidas de vigas.

Técnicas de Execução

Produção de Eletrodutos em Lajes



- Deixar os eletrodutos com distância aproximada de 20 cm de Eixo a Eixo
- Cuidado na descida dos interruptores para que não fiquem no vão da porta.
- Fixar os eletrodutos de piso nos suportes tomando o cuidado para que fiquem dentro da parede

Fonte: SANHIDREL (2015)

5

Execução - Embutidos

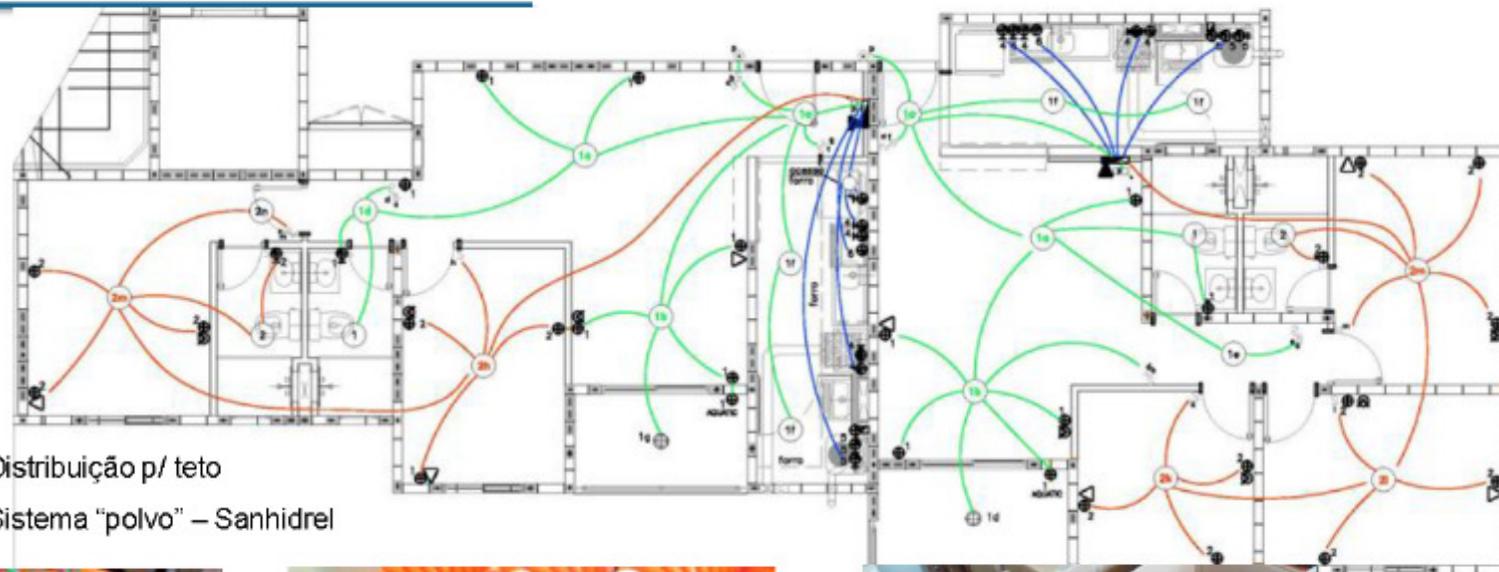


TG 208

2

Técnicas de Execução

Industrialização



Distribuição p/ teto
Sistema "polvo" – Sanhidrel

Kits



Fonte: SANHIDREL (2015)

5 Execução – Polvo Elétrico



Técnicas de Execução

Industrialização



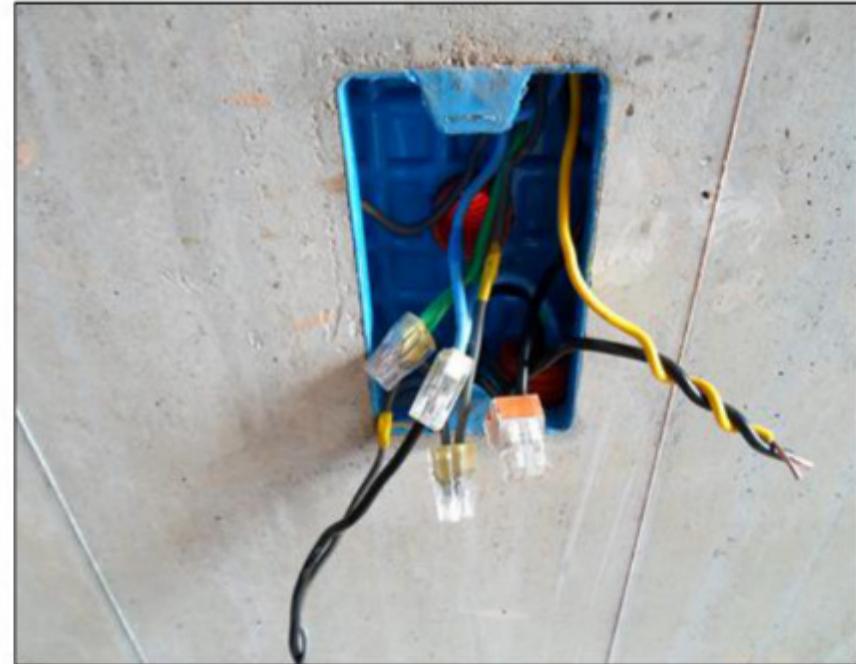
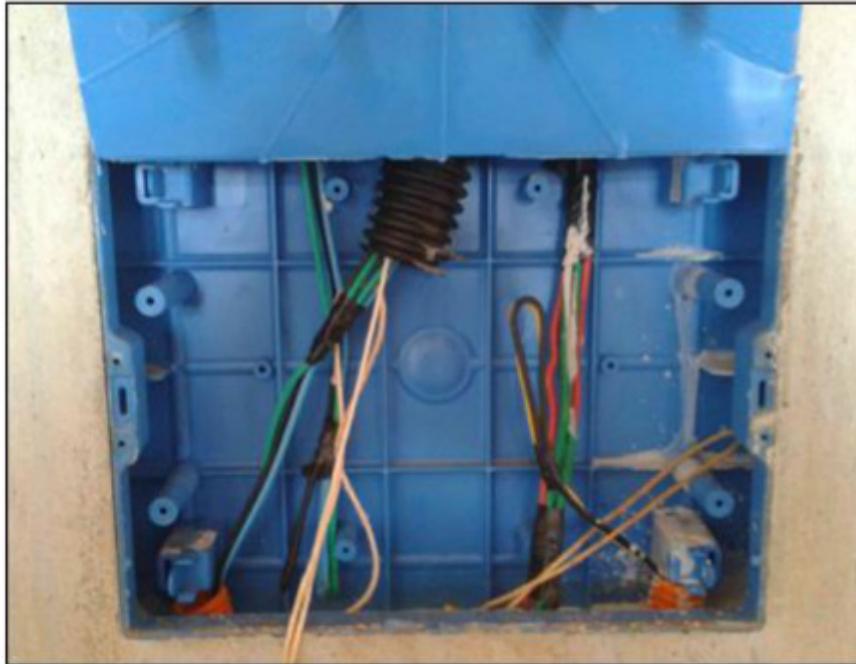
Produção Sistema “polvo” (Fonte: Sanhidrel Engekit, 2015).



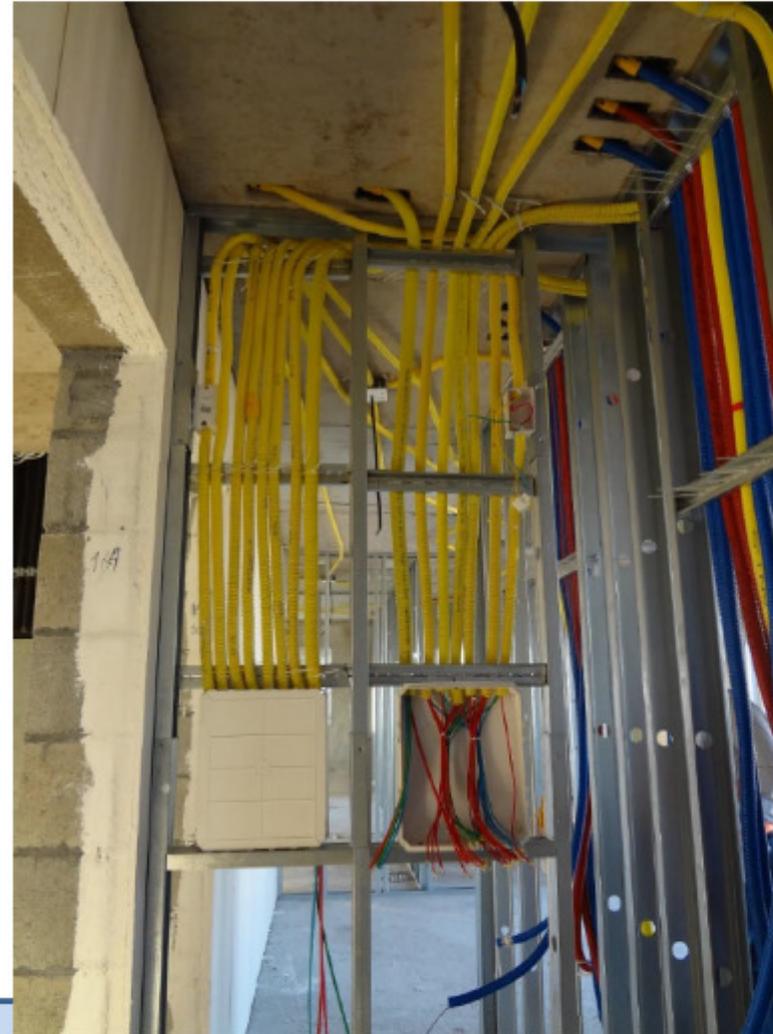
5 Execução – Polvo Elétrico



5 Execução – Polvo Elétrico



5 Execução – Instalações Drywall



TG 208

2

5 Execução – Caixas Elétricas



Sistemas Elétricos: Recebimento de Obras

- 1. Objetivo**
- 2. Em que momento?**
- 3. Itens a serem observados**
- 4. Registro das observações**

1 Objetivo

- ✓ Entregar um produto **melhor**
- ✓ Garantir que os sistemas elétricos estão **realmente** em perfeito funcionamento
- ✓ Termos certeza de que os preceitos da **NBR5410 e NR-10** foram seguidos e corretamente instalados
- ✓ Não é porque “acende” ou “liga” que está **corretamente instalado**.
- ✓ Fazer uma vistoria minuciosa das instalações
- ✓ Registrar em um relatório as observações

2 Em que momento?

- ✓ Quando a Instaladora nos certifica de que todas as instalações estão corretamente ligadas
- ✓ Quando NÓS temos o “feeling” de que tudo está ligado e em momento de se fazer uma vistoria final
- ✓ Antes de uma Assembleia de Instalação de Condomínio
- ✓ Antes da medição final dos serviços das Instaladoras
- ✓ Após a ligação definitiva de todas as concessionárias: telefonia e energia.

3 Itens a serem Observados

9. CENTRO DE MEDIÇÃO

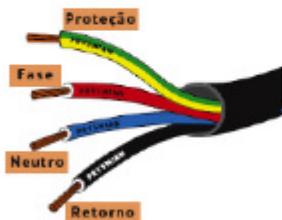
I. GERAL

- viii. Identificação de todos os disjuntores e chaves
- ix. Presença de iluminação de emergência
- x. Presença de detectores de fumaça
- xi. Tampas nas caixas de passagem e eletrocalhas



II. QUADRO GERAL DA ADMINISTRAÇÃO

- i. Identificação Frontal do painel
- ii. Todos os circuitos/alimentadores ligados
- iii. Verificação da coordenação entre proteção e cabos com o projeto executivo
- iv. Aterramento da porta e caixa metálica
- v. Identificação dos disjuntores e chaves
- vi. Aperto nas ligações com disjuntores e chaves
- vii. Presença de terminais nas ligações
- viii. Utilização de cores normativas para os condutores

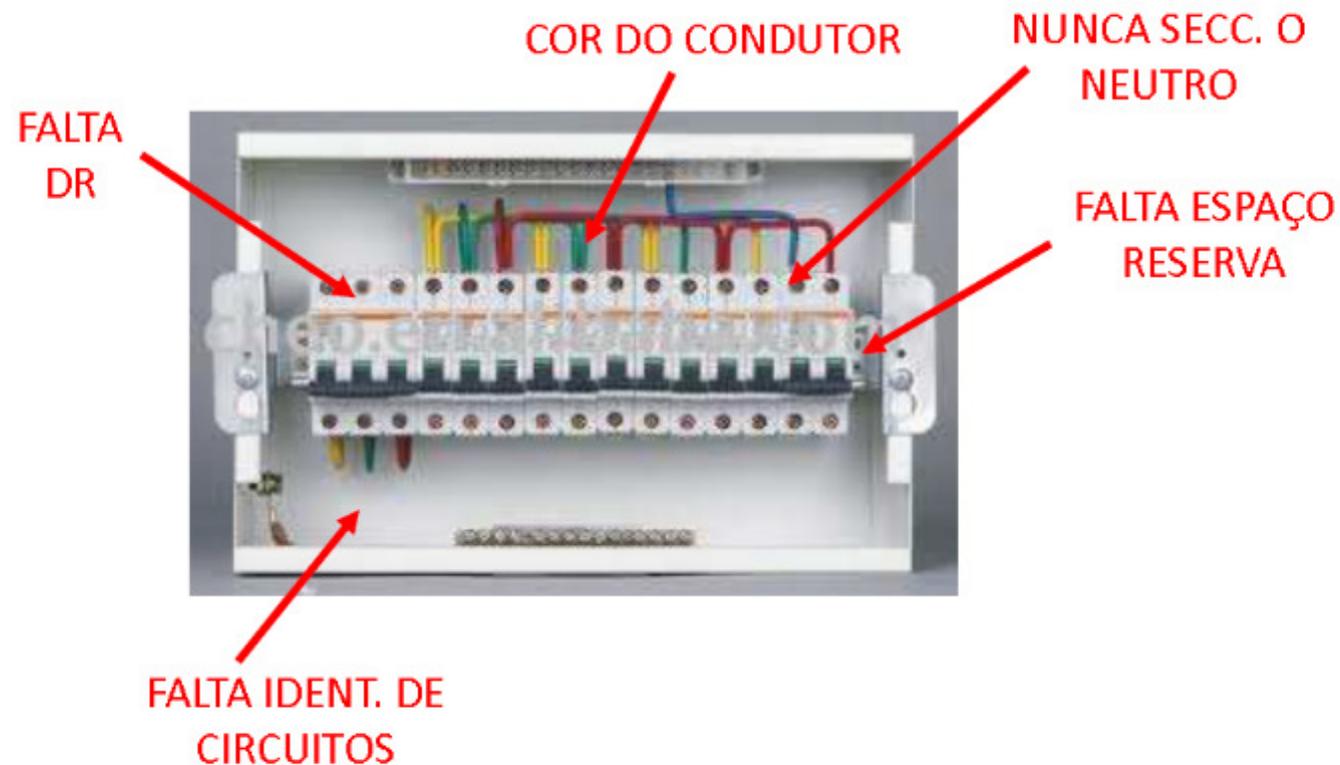


3 Itens a serem Observados

ESSE QUADRO DE LUZ ESTÁ BONITO?

ESSE QUADRO DE LUZ ESTÁ BEM MONTADO?

ESSE QUADRO DE LUZ ESTÁ ELETRICAMENTE CORRETO?

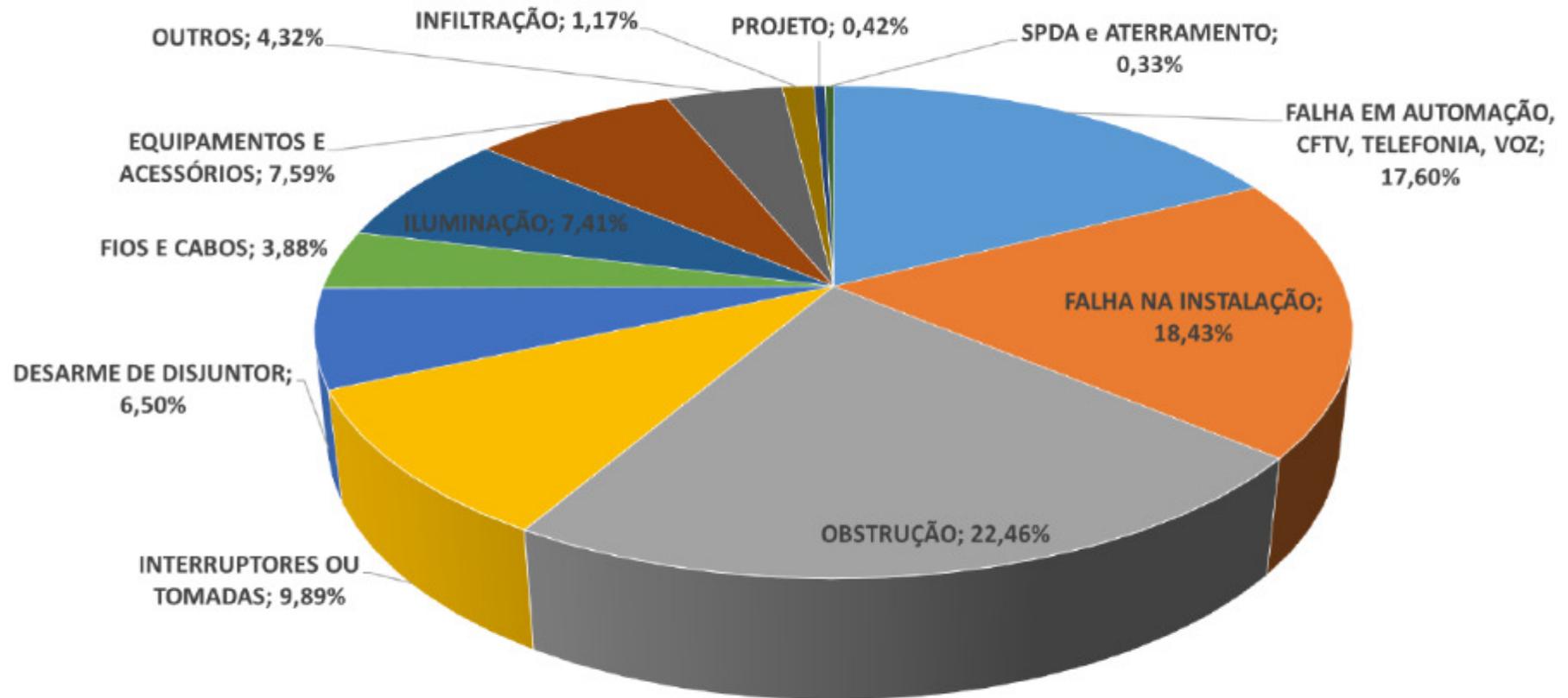


3 Itens a serem Observados

ESSE É O QUADRO IDEAL!



PERCENTUAL DE PROBLEMAS ELETRICOS - EMPRESAS



TG 208

Fonte: Prof. Marcelo Matsusato (2019) – Disciplina TG208 – Pós-TGP Poli.Integra

Comissionamento de sistemas

Comissionamento

SISTEMAS HIDRÁULICOS E ELÉTRICOS



O que é Comissionamento?

Comissionamento se inicia desde a fase de concepção, projetos e termina junto ao treinamento de operação do condomínio.



- É o processo de assegurar que os sistemas e componentes de uma edificação ou unidade industrial estejam projetados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com as necessidades e requisitos operacionais do proprietário.
- O comissionamento pode ser aplicado tanto a novos empreendimentos quanto a unidades e sistemas existentes em processo de expansão, modernização ou ajuste.



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PCC 3331 - Tecnologia e Gestão da Produção de
Obras Civas: Edifícios

Vedações verticais:

Esquadrias

Aula 18 – Parte 2

Grupo de Tecnologia e Gestao da Produção de Obras Civas



<http://www.unionrhac.com.br/obra/sao-paulo-corporate-towers-sao-paulo-157/>



São Paulo Corporate Towers



LEITURA RECOMENDADA

Esquadrias



- Apostila esquadrias
- Artigo – Esquadrias
- Artigo – Instalação de esquadrias de alumínio, PVC, madeira
- Nivelamento e alinhamento



Objetivo



1. Conhecer o sistema de esquadrias, seus diversos componentes e a respectiva terminologia técnica.
2. Discutir os **desempenhos** exigidos por um sistema de esquadrias, relacionado ao **modo de execução**.

Definição: Esquadrias

O que é Esquadrias?

É um elemento da vedação vertical utilizado para o **fechamento de aberturas** (vãos), com função de **controle de passagem de agentes**.

- Ar (poeira, insetos)
- Intempéries (chuva, ventos, calor)
- Ruídos
- Intrusos

Exemplo: Esquadrias



Esquadrias de material sintético

Qual é a importância das esquadrias?

	Escola infantil	Casa alto padrão	Edifício popular alvenaria estrutural	Edifício comercial 15 pavimentos
Esquadrias de portas e janelas (inclui ferragens e vidros) (%)	8,83%	9,89%	12,91%	18,29%

Tipo de esquadrias

- **JANELAS**
- **PORTAS**
- **OUTROS**
 - Telas
 - Grades
 - Cobogós
 - Portões
 - Brises
 - Alçapões
 - Gradis
 - Etc.

Tipo de esquadrias



Janelas



Portas

Tipo de esquadrias



Portões



Gradis

Materiais utilizados

- **MADEIRA** → pintada ou natural
- **ALUMÍNIO** → anodizado ou pintura eletrostática
- **AÇO** → chapa dobrada ou de perfilados
- **SINTÉTICAS** → PVC
- **DE VIDRO** → auto-portantes
- **DE CONCRETO** → partes da esquadria
- **COMPOSTAS** → alumínio-PVC, madeira-PVC, madeira-alumínio etc.

Materiais utilizados



Madeira



Aço



Vidro



PVC



Concreto



Alumínio

Desempenho: Esquadrias

O conjunto de todas as esquadrias de um edifício compõe um subsistema do edifício. E para tanto existe um:

REQUISITOS DE DESEMPENHO

NBR 15575/2013

Desempenho: Esquadrias

REQUISITOS DE DESEMPENHO NBR 15575/2013

- Facilidade no uso (conforto antropodinamico)
- Segurança no uso e operação
- Durabilidade
- Manutenibilidade
- Segurança contra incêndio
- Desempenho lumínico
- Desempenho estrutural
- Estanqueidade ao ar e água
- Estética: forma e acabamento
- Segurança contra intrusão
- Controle de ventilação
- Desempenho acústico

Desempenho: Estanqueidade a água

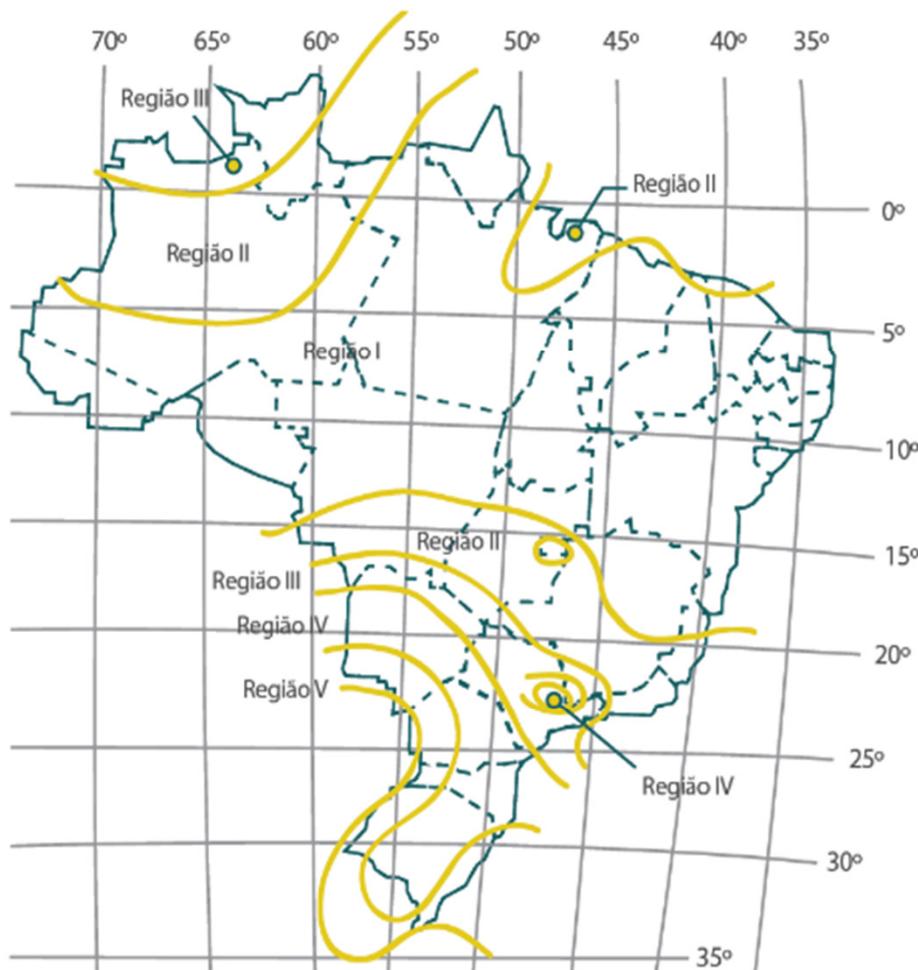


Figura 24 – Regiões brasileiras para efeito de estanqueidade à água (Fonte NBR 15575-4).

Tabela 46 - Condições de ensaio de estanqueidade à água de paredes de fachada (Fonte: Tabela 11, pág 24 da NBR 15575-4)

Região do Brasil	Condições de ensaio de paredes	
	Pressão estática Pa	Vazão de água L/min/m ²
I	10	3*
II	20	
III	30	
IV	40	
V	50	

(*) Conforme item 12.3.2, coberturas são ensaiadas com as mesmas pressões acima, todavia com a vazão de 4 litros / minuto / m²
 Nota: Para edificações térreas, com beirais de no mínimo 0,50 m de projeção, a pressão estática do ensaio pode ser reduzida de 10 Pa nas regiões II a V

12.2.1 - ESTANQUEIDADE À ÁGUA DE CHUVA DE PAREDES DE FACHADA

Para as condições indicadas na Tabela 46, as paredes de fachada e suas junções com caixilhos eventualmente presentes devem permanecer estanques e não apresentar infiltrações que proporcionem borrifamentos, escorrimentos ou formação de gotas de água aderentes na face interna, podendo ocorrer pequenas manchas de umidade, com áreas limitadas aos valores indicados na Tabela 47.

Tabela 47 - Níveis de desempenho para estanqueidade à água de paredes de fachada (Fonte: Anexo F, Tabela F.7, pág 55 da NBR 15575-4)

Edificação	Tempo de ensaio h	Percentual máximo da soma das áreas das manchas de umidade na face oposta à incidência da água, em relação à área total do corpo de prova submetido à aspersão de água, ao final do ensaio	Nível de desempenho
Térrea (somente a parede de vedação)	7	10	M
		Sem manchas	I; S
Com mais de um pavimento (somente a parede de vedação)	7	5	M
		Sem manchas	I; S
Esquadrías		Devem atender à ABNT NBR 10821-3	M

Desempenho: Ensaio de estanqueidade a água



Desempenho: Ensaio de estanqueidade a água



Desempenho: acústico

Tabela 37 - Valores indicativos do Índice de redução sonora ponderado para algumas portas e janelas

(Fontes: IPT, AFEAL, Universidade de Coimbra)

Material / Sistema	R _w (dBA)
Porta lisa com núcleo oco, massa superficial de 9 kg/m ² , sem nenhum tratamento nos encontros com o batente.	18*
Porta maciça com massa superficial de 60 kg/m ² , com tratamento acústico nos encontros com o batente.	28*
Janela de alumínio de correr, duas folhas, vidro de 4 mm (L = 1200, h = 1200mm)	20
Janela de alumínio de correr, uma folha com vidro de 4 mm e duas folhas venezianas (L = 1200, h = 1200mm)	19
Janela de alumínio de correr integrada ⁹ , duas folhas com vidro de 4 mm (L = 1200, h = 1200mm)	26
Janela de alumínio de correr, duas folhas, vidro de 3 mm (L = 1200, h = 1200mm), linha comercial	23
Janela de alumínio de correr, uma folha com vidro de 3 mm e duas folhas venezianas (L = 1200, h = 1200mm), linha comercial	16
Janela de alumínio Maxim-ar, linha comercial, 800 x 800mm, vidro com espessura de 4mm	27
Janela de aço Maxim-ar, linha comercial, 800 x 800mm, vidro com espessura de 4mm	24
Janela de aço de correr, uma folha vidro de 4 mm e duas folhas venezianas (L = 1200, h = 1200mm), linha comercial	15
Janela de aço de correr, quatro folhas de vidro de 4mm, linha comercial	16
Janela de alumínio de abrir, vidro duplo com espessuras de 6mm e 4mm, câmara de ar de 10mm entre as placas de vidro	30*
Janela de alumínio de abrir, vidro duplo com espessuras de 8mm e 6mm, câmara de ar de 12mm entre as placas de vidro	36*

(*) valores indicados pela Universidade de Coimbra

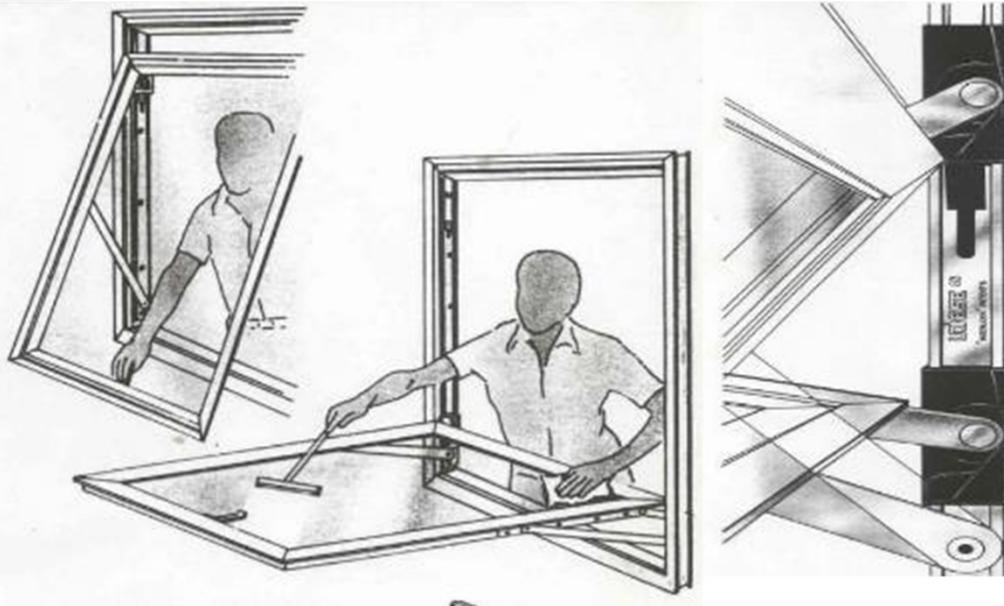
Normas técnicas sobre esquadrias

- **NBR10821-1 - Esquadrias externas para edificações - Parte 1: Terminologia**
- **NBR10821-2 - Esquadrias externas para edificações - Parte 2: Requisitos e classificação**
- **NBR10821-3 - Esquadrias externas para edificações - Parte 3: Métodos de ensaio**
- **NBR7199 - Projeto, execução e aplicações de vidros na construção civil**
- **NBR15930-1 - Portas de madeira para edificações - parte 1: terminologia e simbologia**
- **NBR15930-2 - Portas de madeira para edificações - parte 2: requisitos**
- **NBR15281 - Porta corta-fogo para entrada de unidades autônomas e de compartimentos específicos de edificações**

Características de esquadrias

- **Eficiência da ventilação**
como ocorre a entrada e a saída de ar
- **Eficiência da abertura**
quanto a iluminação
- **Segurança na manobra de abertura**
projetando-se para o exterior – maximizar manobra que oferece risco - guilhotina

Características de esquadrias



Maxim-ar
(reversível)

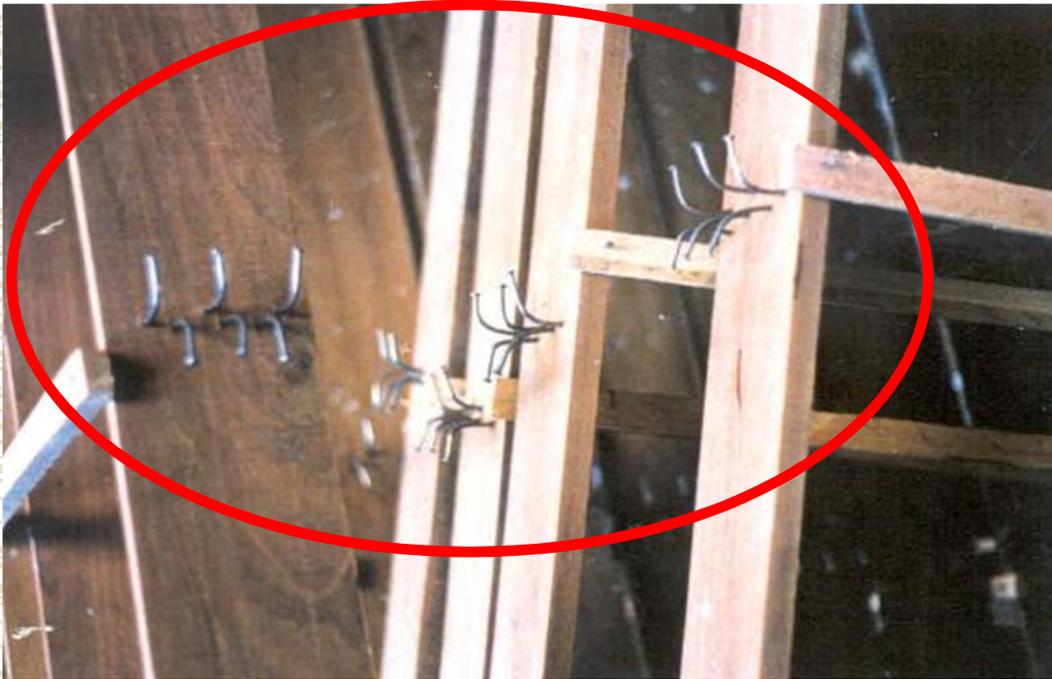


Guilhotina

Parte das esquadrias

- Componentes de fixação
- Contramarco
- Marco
- Caixilhos ou folhas
- Acessórios
 - Arremates
 - Guarnições
 - Ferragens

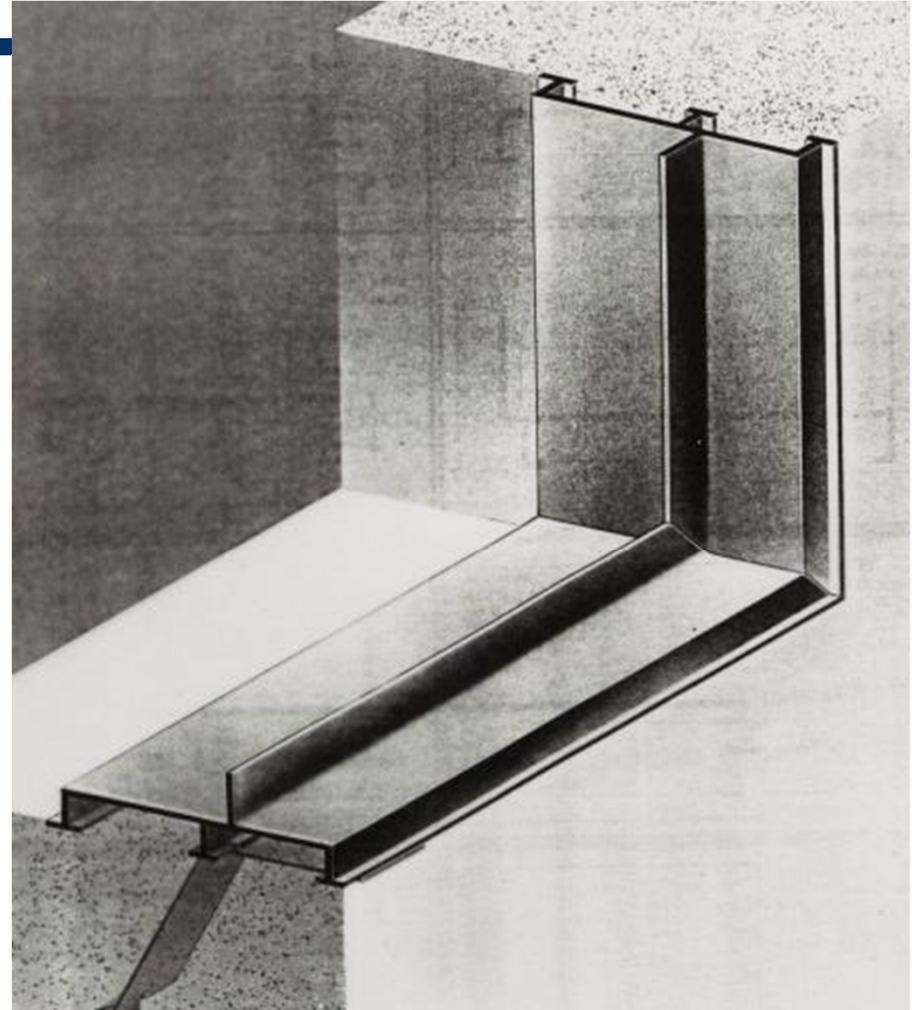
Parte das esquadrias



Grapa

Componente de fixação

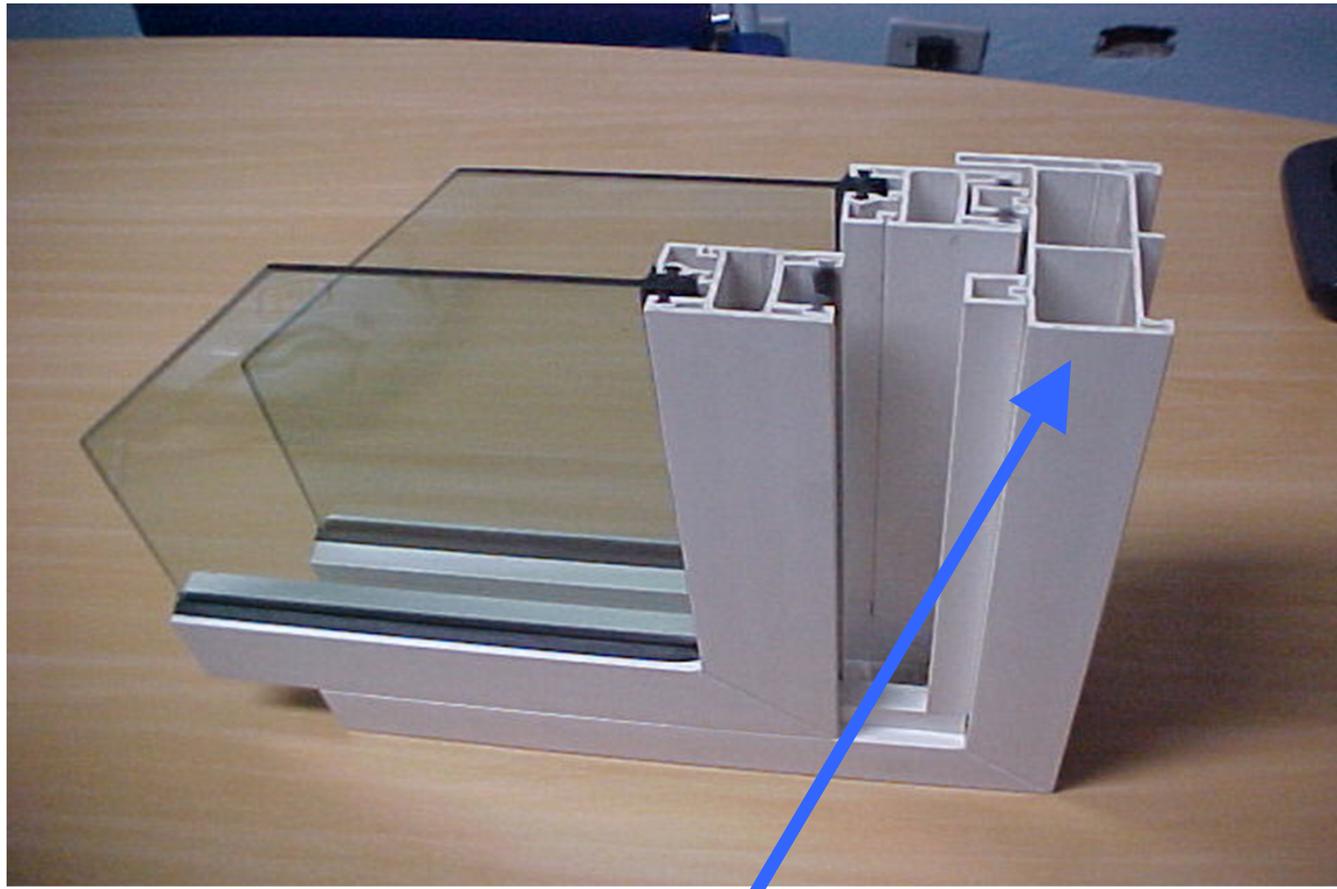
Parte das esquadrias



Contramarco

responsável pela definição geométrica do vão e da proteção

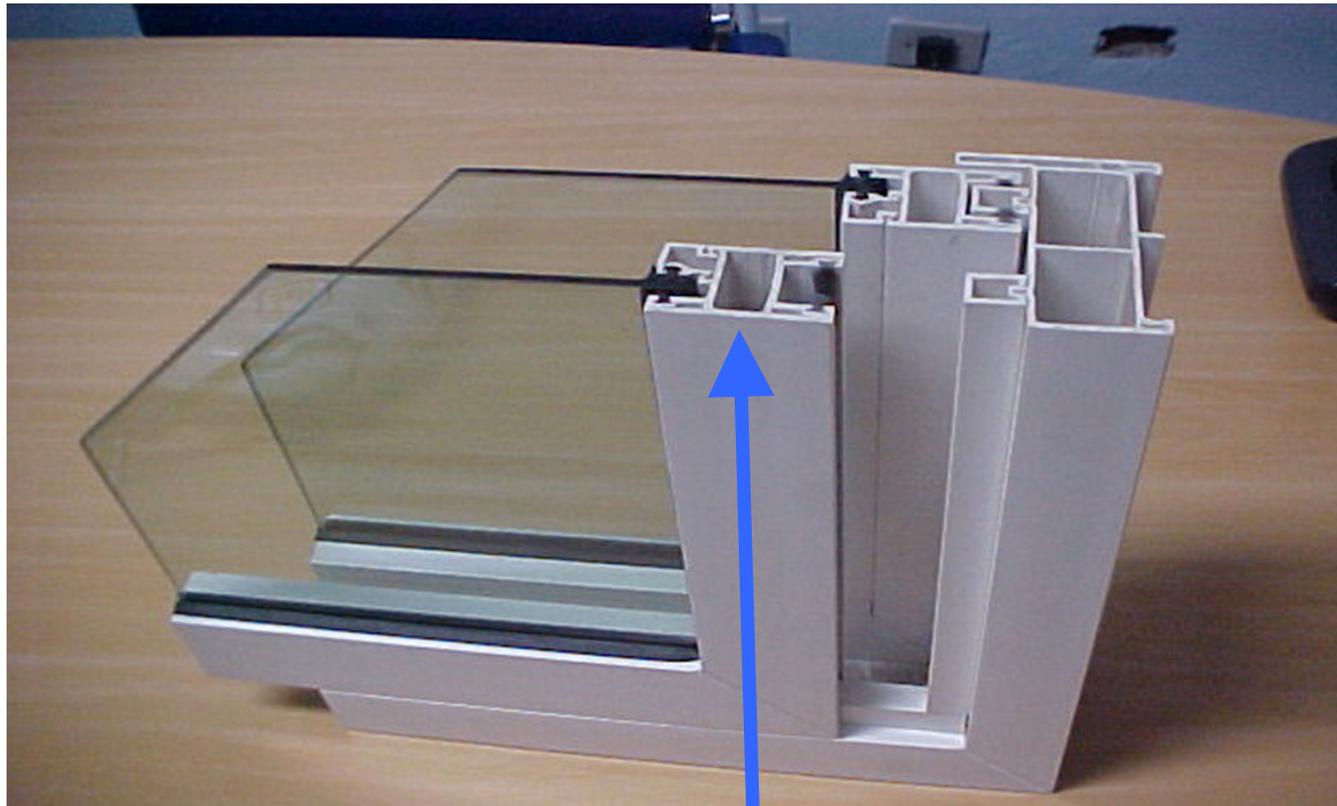
Parte das esquadrias



Marco

Componente que forma o quadro externo da esquadria

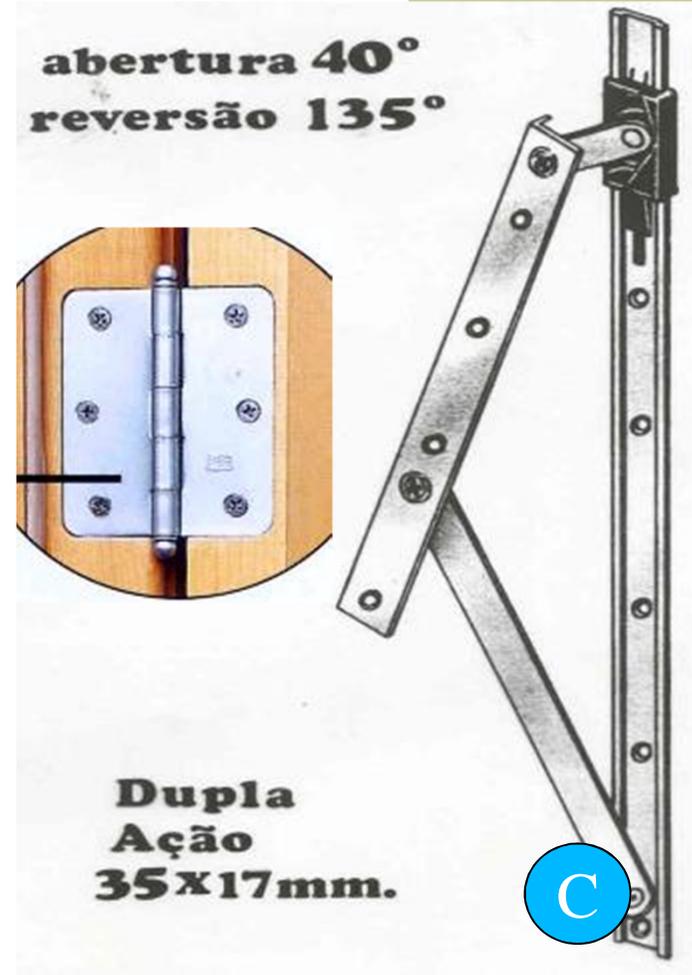
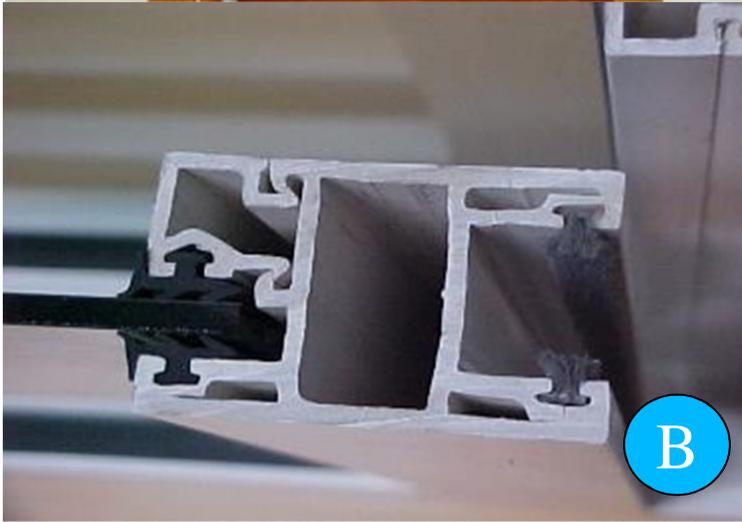
Parte das esquadrias



Caixilho ou folha

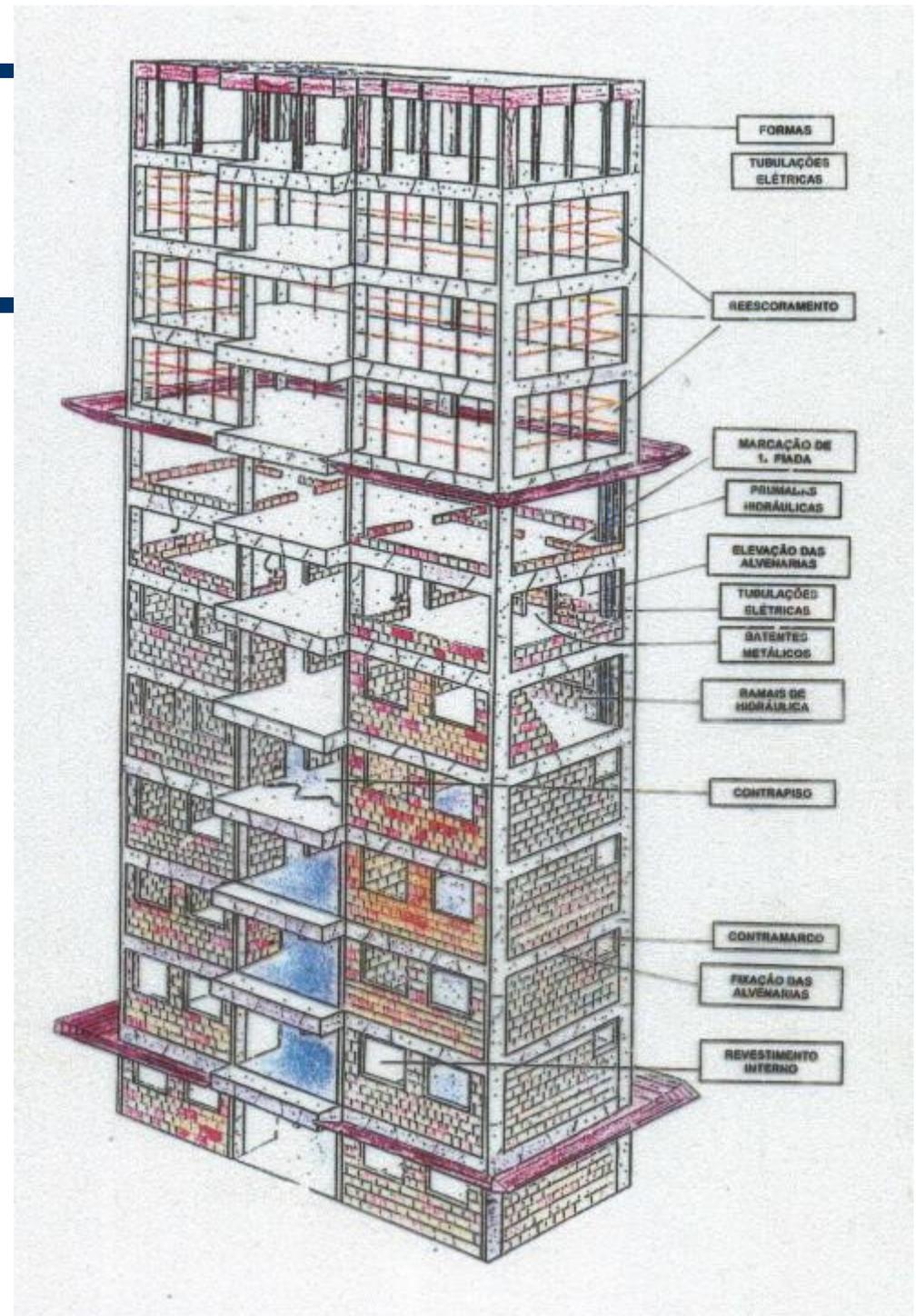
Componente de vedação utilizado para controlar a passagem de agentes pelo vão

Parte das esquadrias Acessórios



Legenda (A) Arremates; (B) Guarnições; (C) Ferragens;

Atividades de produção do edifício



Planejamento da execução

a) Posicionamento e fixação do contramarco ou da esquadria

antes dos revestimentos **com chumbamento**
(fixação tradicional por argamassa);

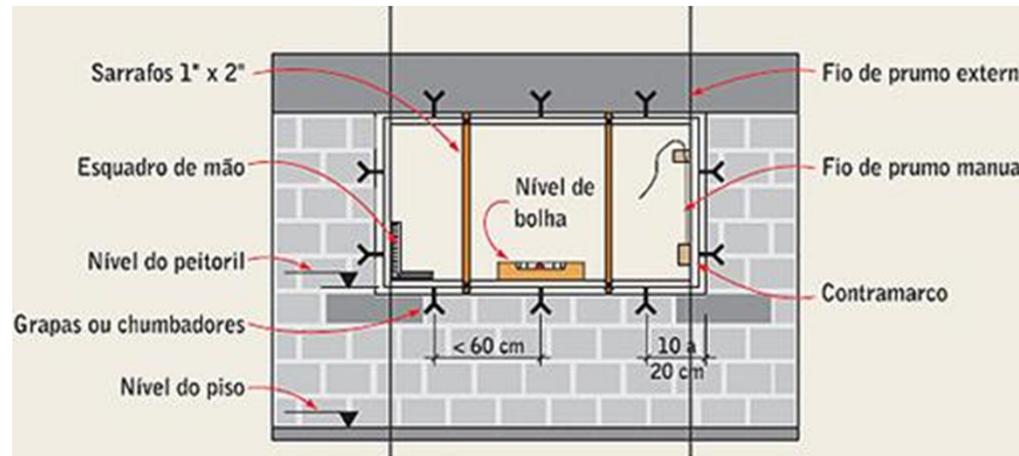
b) Posicionamento e fixação dos contramarcos ou marcos

durante a elevação da parede **com pré-moldados**
(fixação tradicional por argamassa);

c) Fixação do marco ou da esquadria após os revestimentos

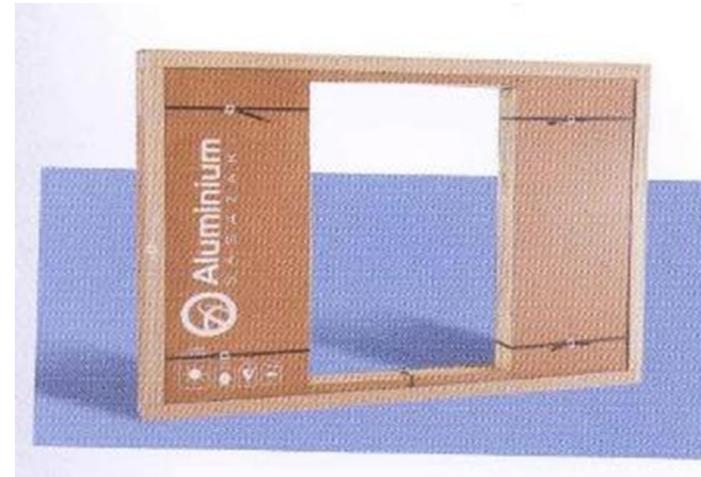
com parafusos e/ou fixação química
(espuma de poliuretano ou silicone).

Planejamento da execução



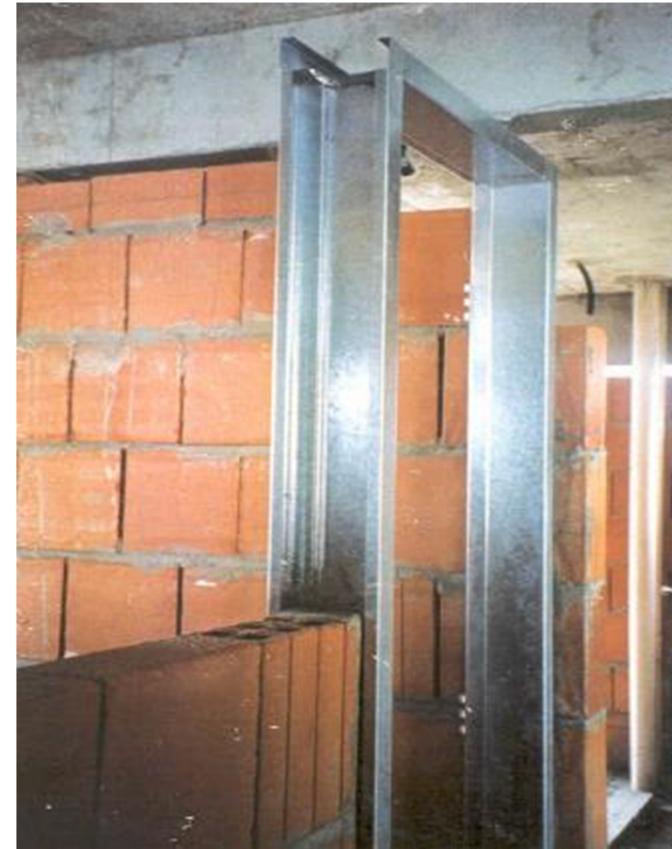
Travamento do Contramarco (Fonte: Revista Equipe de Obra)

(Fonte: Universidade Trisul)



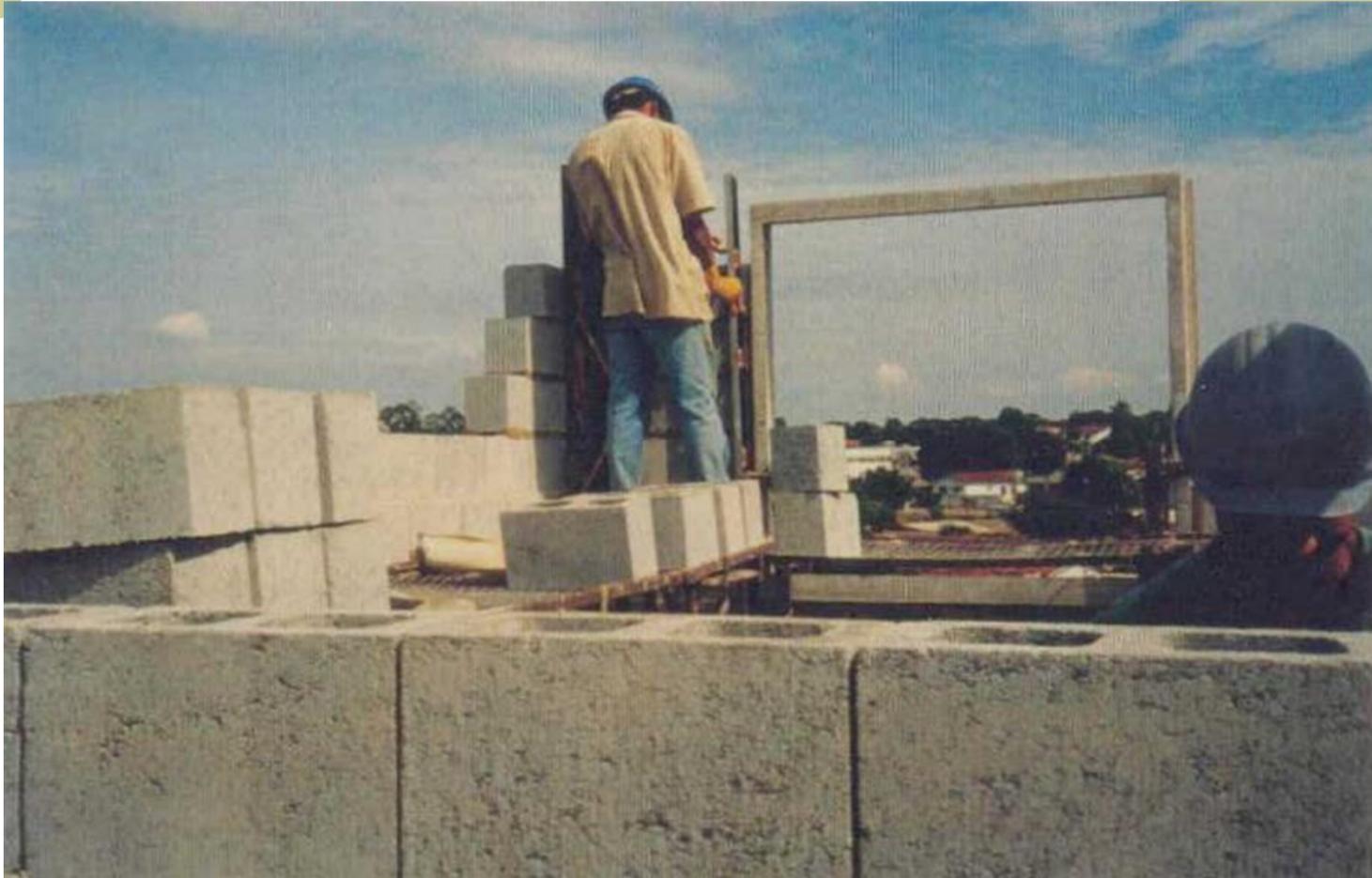
Posicionamento e fixação do contramarco ou da esquadria **antes dos revestimentos (tradicional)**

Planejamento da execução



Posicionamento e fixação dos contramarcos e marcos durante a **elevação da parede** (racionalização parcial)

Planejamento da execução



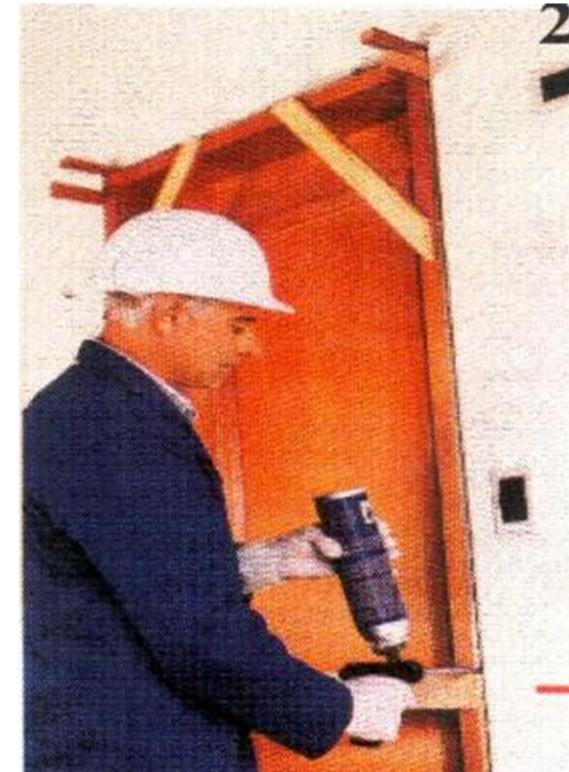
Posicionamento e fixação dos contramarcos e marcos durante a **elevação da parede** (racionalização parcial)

Planejamento da execução

Fixação da esquadria **após os revestimentos**



Vão pronto para receber a
esquadria de janela



Fixação da porta
completa

Execução de esquadrias

Fixação por chumbamento

- Somente o contramarco
- Toda a esquadria
- Somente o marco (batente de portas)

Referenciais empregados:

- Prumo de fachada
- Nível do pavimento
- Revestimentos internos

Execução de esquadrias

Fixação por chumbamento – janelas de alumínio



Contramarco de alumínio



Gabaritos para posicionamento

Execução de esquadrias

Fixação por chumbamento – janelas de alumínio



Execução de esquadrias

Após o posicionamento, o vão é preenchido com argamassa; quanto maior o vão, maior e mais problemático o preenchimento: retração, afastamento em relação à viga (problemas com o revestimento)



Execução de esquadrias



Fixação crítica em relação a sequência de execução do revestimento

Execução de esquadrias



Utilização de espuma para fixação inicial

Execução de esquadrias



Fixação das esquadrias por grapas chumbadas

Execução de esquadrias



**Definição do vão pela
fixação da esquadria
completa**



**Referencial do
revestimento**



**Esquadria após a
retirada da
proteção**

Execução de esquadrias



Esquadrias com fixação química

Execução de esquadrias



Esquadrias com fixação química