

A pré-fabricação em concreto, o projeto e as possibilidades da construção modular com uso de painéis

AUGUSTO GUIMARÃES PEDREIRA DE FREITAS



INTRODUÇÃO

BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL, UTOPIA OU UMA POSSIBILIDADE?

INTRODUÇÃO: BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A evolução e aumento de produtividade na construção civil passa necessariamente pelo aumento do grau de industrialização do setor, algo que pode ser considerado indiscutível no meio técnico.

O que seria esta industrialização?

Seria ter uma (ou mais tipologias) que seriam repetidas “n” vezes, possibilitando que a maior parte dos componentes sejam produzidas offsite?



INTRODUÇÃO: BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Qual o grau de industrialização offsite e qual a flexibilidade da indústria de pré-fabricação?

O que era uma verdade há 20 anos, é verdade hoje?

Temos que ter peças repetidas, feitas numa forma única e que não pode ser ajustada?

Ou temos uma forma que, segundo alguns padrões, pode produzir “n” peças diferentes num mesmo dia?



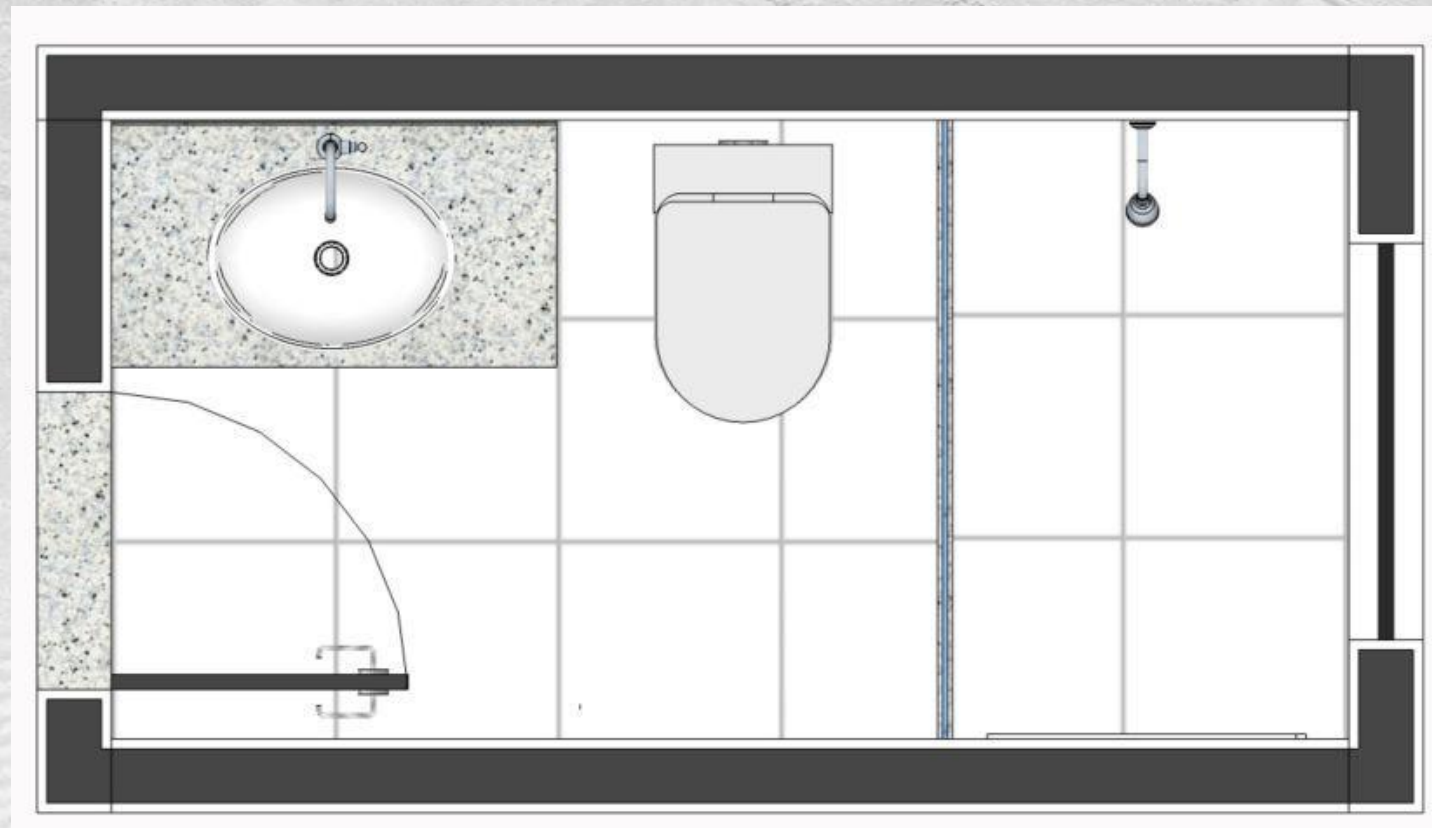
INTRODUÇÃO: BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Mas...

Como falar em industrialização se, tirando as edificações de segmento econômico, temos muito pouco padrão na construção civil?

INTRODUÇÃO: BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

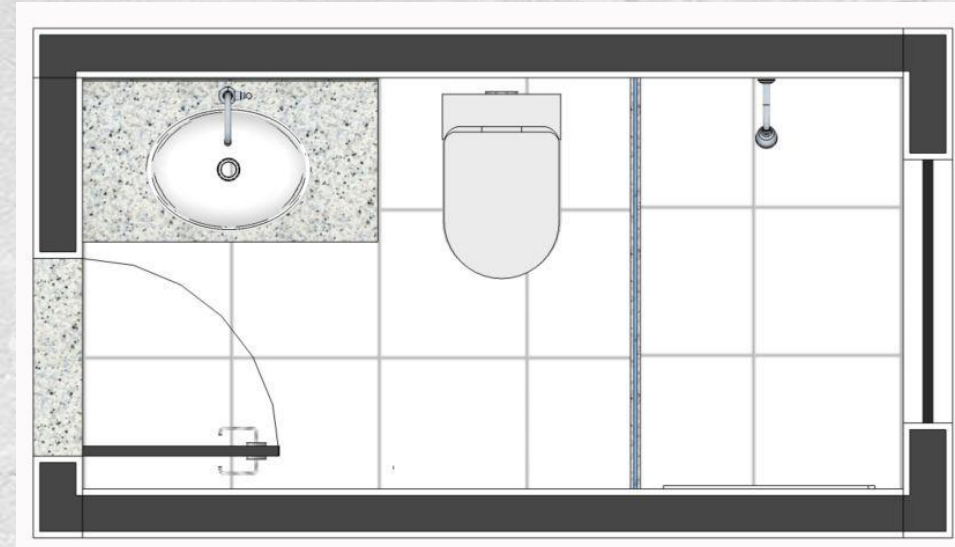
Pegando o exemplo de um simples banheiro!
Esse banheiro parece familiar?



INTRODUÇÃO: BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ele está presente em 9 em 10 empreendimentos, mas posso garantir que se fizemos um estudo em 100 empreendimentos, encontraremos pelo menos 90 variantes desse banheiro, mudando algum detalhe por :
“n” motivos, todos justificáveis:

- Motivos de Produto
- Motivos de Arquitetura
- Motivos de Engenharia de Instalações
- Motivos de Engenharia de Execução

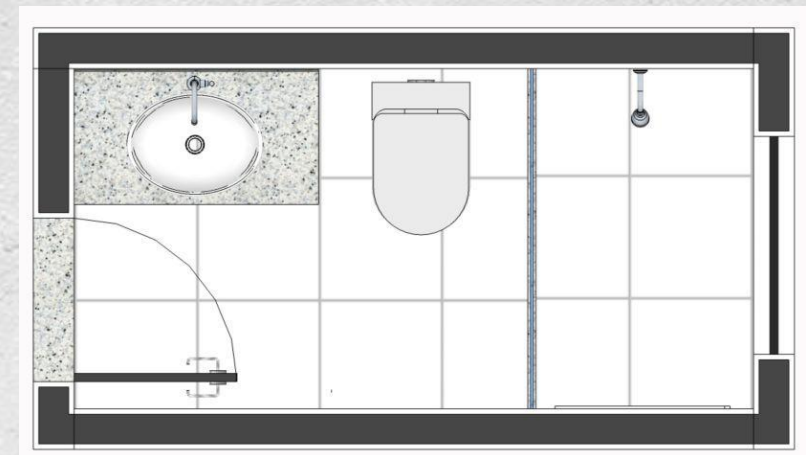


INTRODUÇÃO: BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Com isso, apesar de parecer “igual” temos sempre banheiros e soluções diferentes.

Será que precisa?

Será que não podemos unificar a legislação referente à banheiro, acordar o tamanho do shaft e soluções de hidráulicas entre os projetistas e construtoras e definirmos, para esta tipologia, 2 ou 3 banheiros padrões?



INTRODUÇÃO: BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Se tivéssemos 2 ou 3 banheiros padrões, poderíamos evoluir em termos de industrialização:

- Kits Hidráulicos vendidos com ganho de escala e com soluções muito discutidas face à ser uma solução padrão entre todos.
- Banheiros vendido como kits de montagem, não só o hidráulico, mas elétrica, fechamentos (vedações) e até acabamentos.
- **Banheiros Prontos Pré-fabricados**, que seria o maior nível de industrialização.



INTRODUÇÃO: BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

E se ampliássemos esse conceito para uma busca de coordenação modular?

Muita utopia?

Desde 2010 temos a ABNT NBR 15873:2010 – Coordenação modular para Edificações

NORMA
BRASILEIRA

**ABNT NBR
15873**

Primeira edição
01.09.2010

Válida a partir de
01.10.2010

Coordenação modular para edificações

Modular coordination for building construction



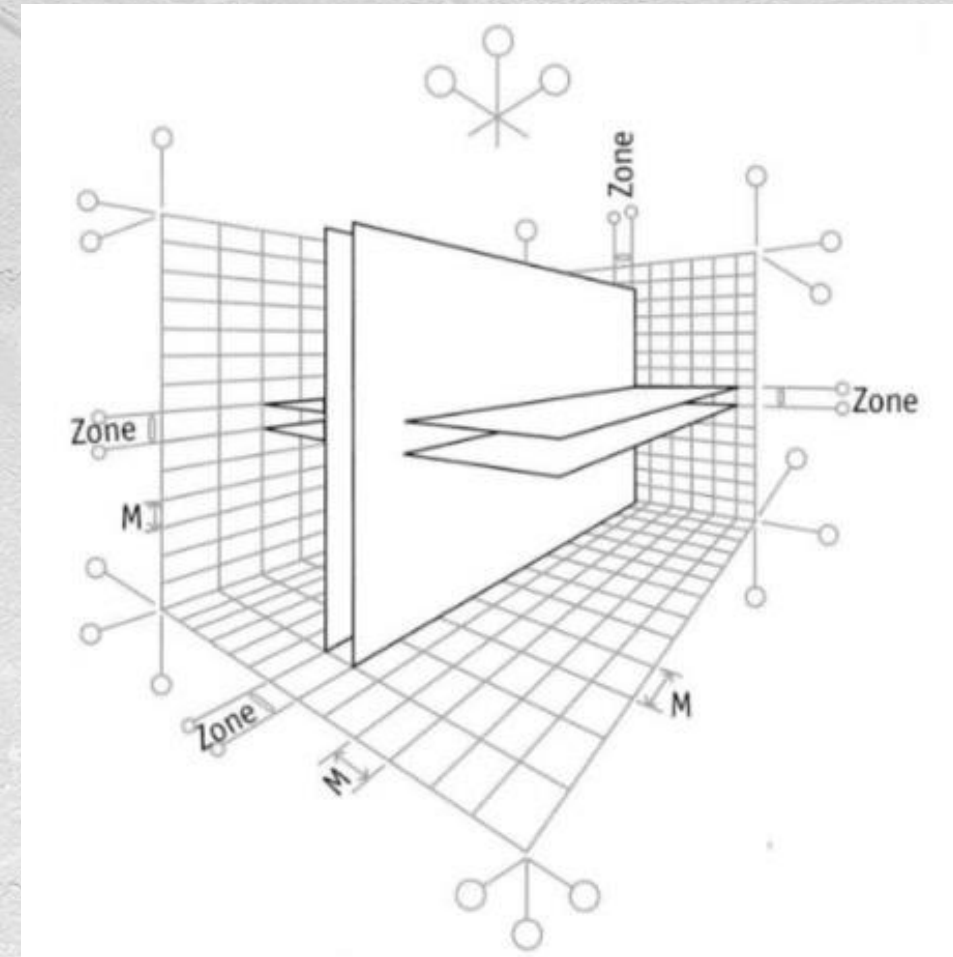
INTRODUÇÃO: BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Coordenação Modular

HOJE: Módulo 10cm

Submódulo: 5cm

Com zonas de ajustes... (as espessuras dos painéis, por exemplo)

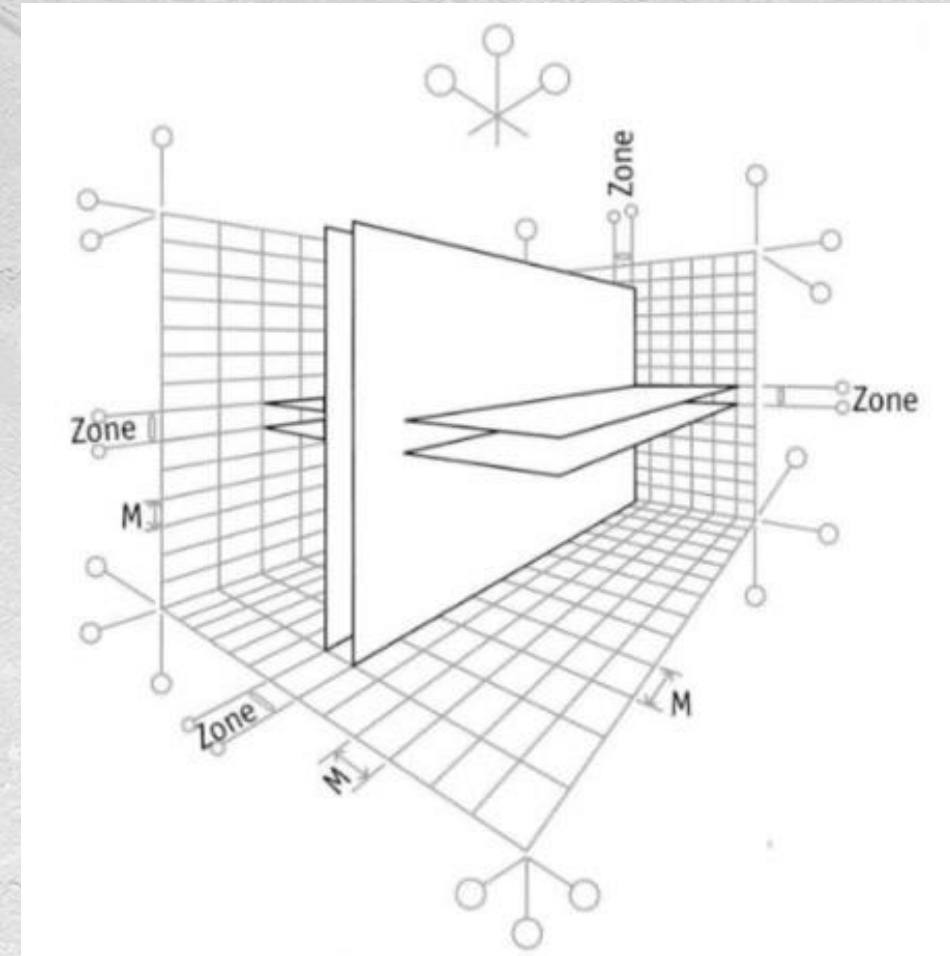


INTRODUÇÃO: BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Aumentar a espessura do painel de 5 em 5cm é impossível.

Normalmente aumentamos de 1 em 1cm...

Talvez de 2 em 2cm??



INTRODUÇÃO: BUSCA POR PADRÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

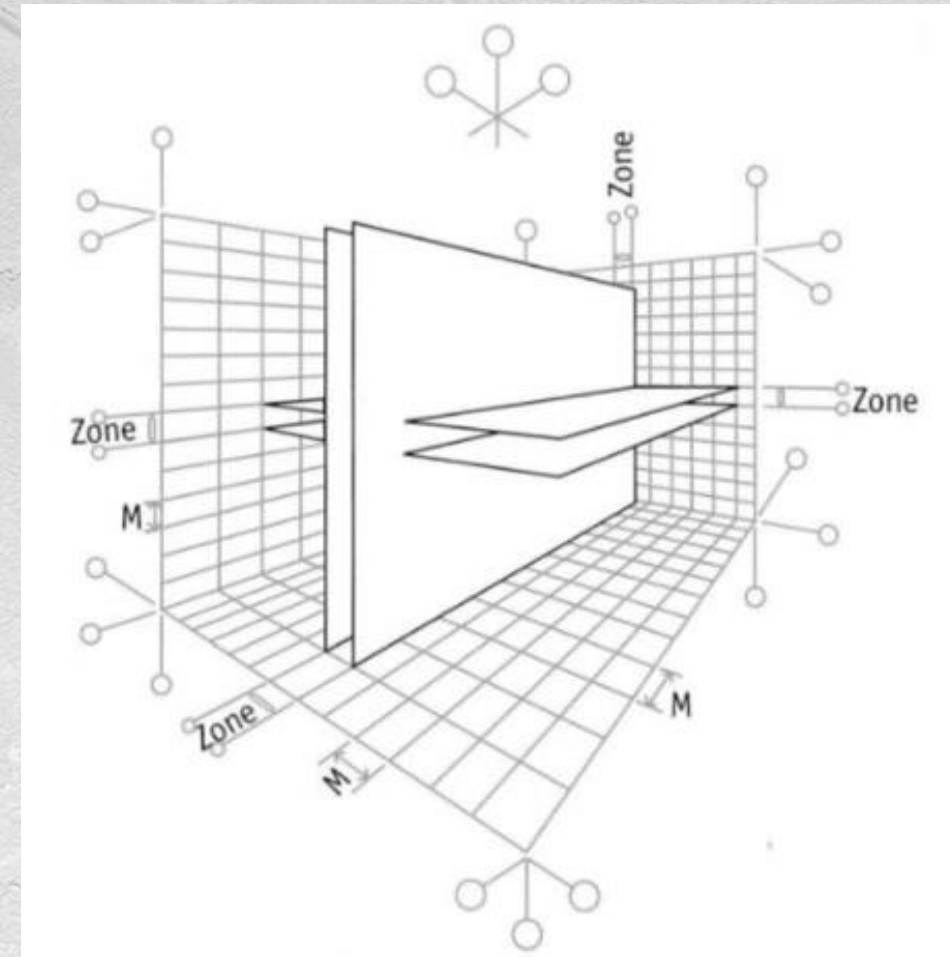
E se?

Módulo: 5cm

Submódulo: 2,5cm

Sem zonas de ajuste e...

Aumentos das paredes de 2,5cm em 2,5cm



O que estes carros tem em comum?



O CAMINHO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

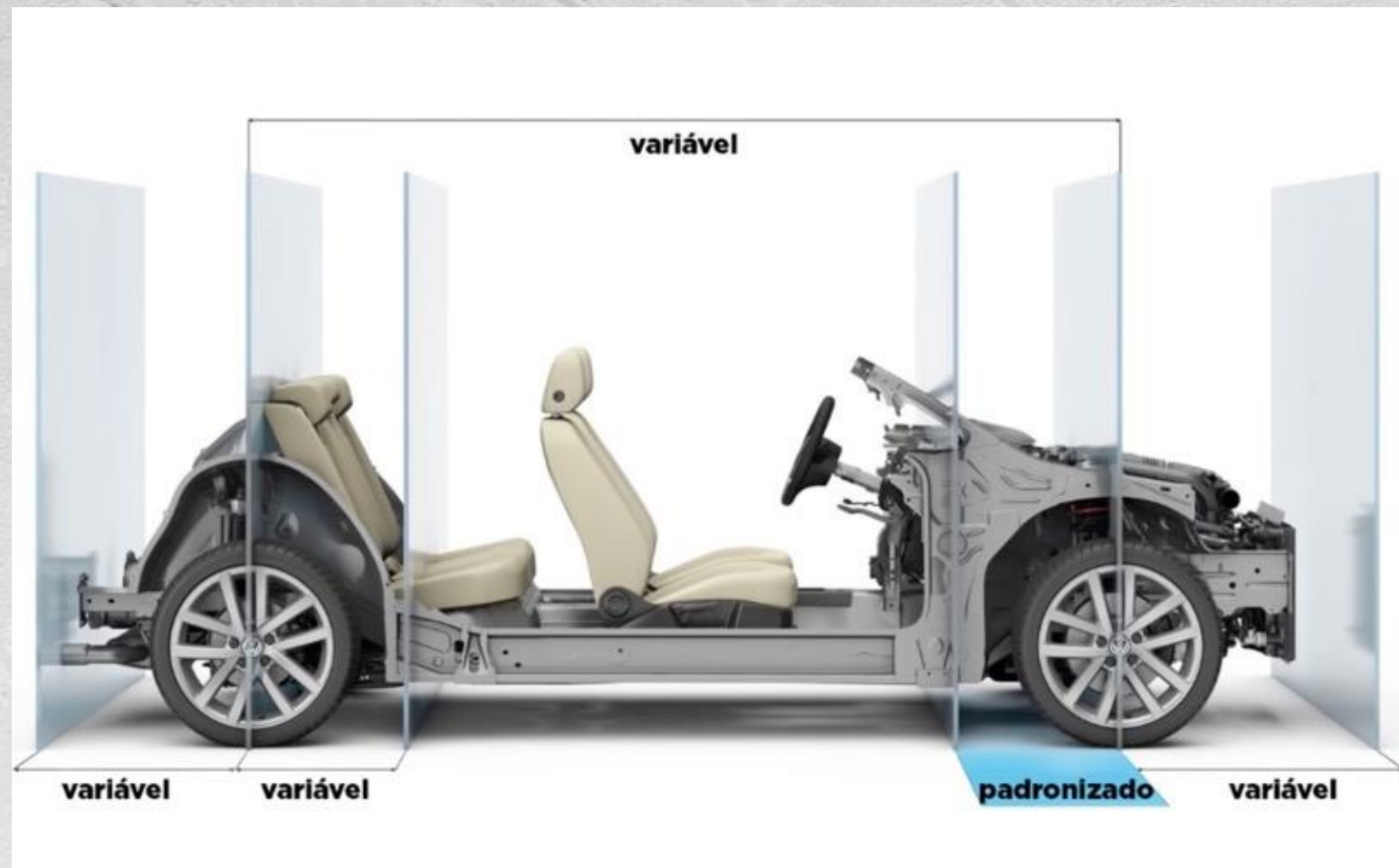
A indústria automobilística enfrentou, ao longo dos anos, uma necessidade de aumento de produtividade e diminuição de custos que obrigaram a adotar soluções inovadoras e que possam servir para o maior número de tipos de veículos.

- Sim, buscaram padrões mesmo para o desenvolvimento de carros de diferentes padrões de tamanho e luxo.
- Sim, o que dá para ser padrão e pode ser usado em mais de um carro com ganho de escala deve ser usado.

O CAMINHO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

A Plataforma MQB
(Matriz Modular Transversal)
representa bem isso.

Cada plataforma possui uma característica: melhorar produção e reduzir custos ao compartilhar a mesma construção básica de uma estrutura em uma determinada linha de modelos.



Estes carros foram
executados sobre uma
mesma plataforma



O PARALELO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Imaginando que a estrutura do edifício pode ser considerada uma “plataforma para a execução do edifício” por que não podemos fazer várias arquiteturas de diferentes tamanhos e padrões sobre uma mesma estrutura?

- ✓ Um único Core de Escada e Elevadores seria pedir demais?
- ✓ Os demais itens arquitetônicos (apartamentos, varandas e fachada) seriam flexíveis, mas que sigam uma regra bem definida para as variações.
- ✓ ... Quem sabe uns 5 tipos de banheiros...
- ✓ ... Quem sabe uma coordenação modular!



UM POUCO DE HISTÓRIA: A CONSTRUÇÃO MODULAR (2D) NO BRASIL



1945 – RECONSTRUÇÃO PÓS 2ª GUERRA

Anos 70:
Chega ao Brasil,
vindo da Colômbia e
Venezuela



**NOS ANOS 80/90/00
VIVEU DE
EXPERIÊNCIAS
ISOLADAS E DE
TENTATIVAS DE
EMPLACAR EM
GRANDES
EMPREENHIMENTOS.**



2009 - 2016:

Com o programa MCMV e o critério de aprovação de “novos” sistemas construtivos da CEF através do Sinat/Datec, temos um grande avanço do uso do sistema de pré-fabricado Painel Portante 2D



**Minha Casa
Minha Vida**

O ULTIMO GRANDE PASSO NESSA CAMINHADA FOI A PUBLICAÇÃO DA NORMA EM 2017...

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
16475

Primeira edição
15.03.2017

**Painéis de parede de concreto pré-moldado —
Requisitos e procedimentos**

Precast concrete wall panels — Requirements and procedures

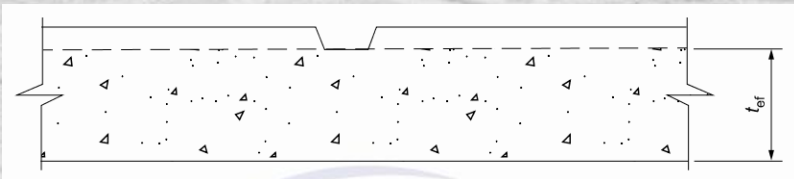
ABNT NBR 16475:2017

PAINEIS DE PAREDE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

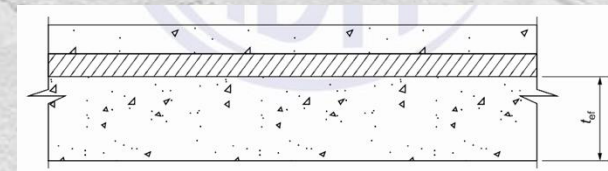
TIPOLOGIAS PRESENTES

A norma contempla quase todos os tipos de painéis.

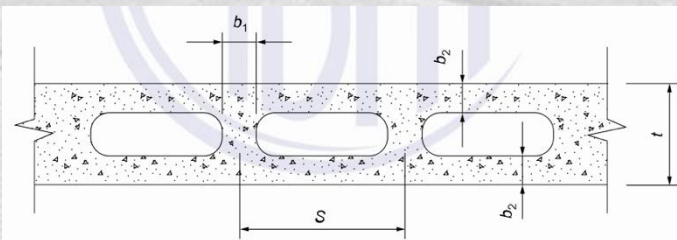
Painel de parede maciço (Estrutural e não estrutural)



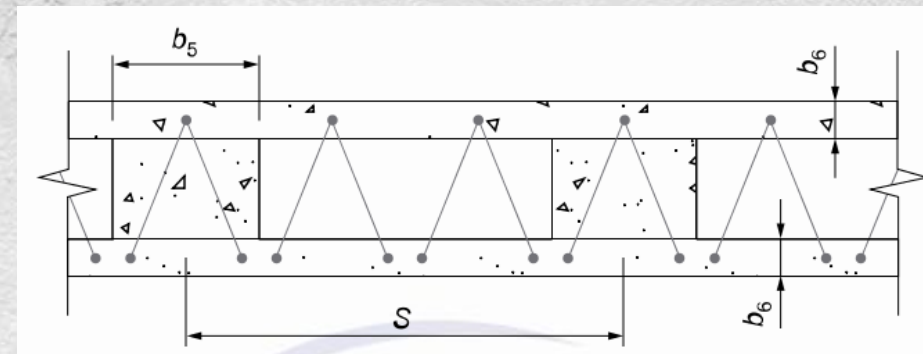
Painel de parede sanduiche sem ligação rígida
(Estrutural e não estrutural)



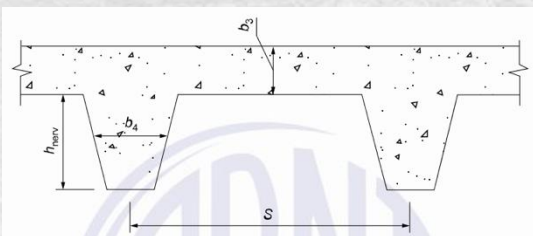
Painel de parede Alveolar (não estrutural)



Painel de parede dupla (Estrutural e não estrutural)



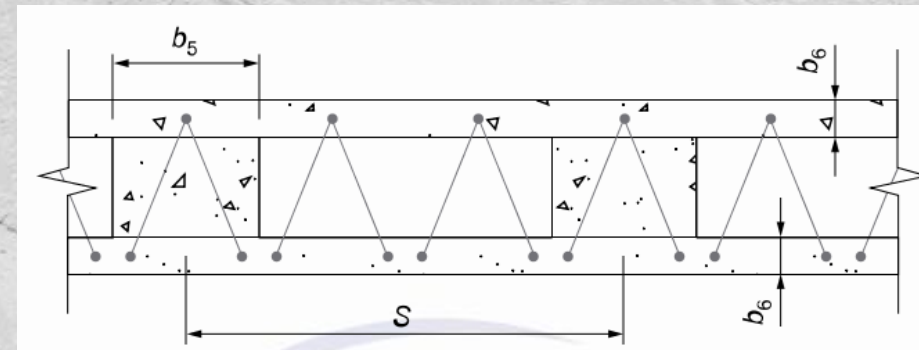
Painel de parede nervurado (Estrutural e não estrutural)



ABNT NBR 16475:2017 - PAINÉIS DE PAREDE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

TIPOLOGIAS PRESENTES

Especial atenção para os painéis de parede dupla:



5.1.5 Painéis de parede dupla

Os painéis de parede dupla são elementos formados pela composição de painéis maciços pré-moldados conectados por nervuras e/ou por treliças (Figura 6).

Nos casos em que a parede dupla tiver o núcleo preenchido completamente com concreto estrutural, o painel apresenta um comportamento similar ao de painel maciço, devendo atender às especificações de 5.1.1.

Se o preenchimento entre as paredes for apenas parcial, restando vazios entre elas, devem ser atendidas as especificações de 5.1.2, relativas a painéis de parede alveolares não estruturais. Alternativamente, é permitido tratar os trechos maciços como painéis de parede independentes separados pelos vazios.

ABNT NBR 16475:2017 - PAINÉIS DE PAREDE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

VERIFICAÇÃO DE DESEMPENHO

- **Cobrimentos:**

Permitido o uso de 5mm a menos em painéis não estruturais

- **Armação centrada:**

Permitido uma classe mais branda desde que se verifique os limites da tensão de fissuração na face tracionada

- **Ligações:**

Devem ser garantidas as condições de estanqueidade

6.2.8 As considerações referentes à estanqueidade dos painéis de parede e das juntas entre painéis apresentadas na ABNT NBR 15575-4 devem ser respeitadas.

ABNT NBR 16475:2017 - PAINÉIS DE PAREDE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

VERIFICAÇÃO DE DESEMPENHO DAS LIGAÇÕES

Novas ligações precisam ser testadas e poderão ser incorporadas à norma em futuras revisões

14 Ligações em estruturas de painéis de parede pré-moldados

14.1 Considerações gerais para projeto e detalhamento de ligações

14.1.1 Generalidades

14.1.1.1 As ligações em estruturas pré-moldadas devem atender aos diferentes requisitos de desempenho de projeto, tendo como função principal a transferência das forças atuantes entre as interfaces dos elementos pré-moldados, decorrentes tanto das ações diretas (ações gravitacionais e vento) quanto das ações indiretas (provenientes da retração, fluência, movimentos térmicos, fogo etc.), possibilitando a interação dos componentes pré-moldados entre si como um único sistema estrutural.

14.1.1.2 O projetista estrutural deve explicitar o modelo de cálculo adotado no projeto, **com indicação dos mecanismos resistentes e equilíbrio das forças internas na ligação**, bem como indicar os esforços transmitidos pela ligação e sua interação com a estrutura. O modelo de cálculo adotado pode se basear nas referências técnicas ou normativas consagradas na literatura internacional. Na ausência de modelos teóricos, **o projeto pode ser validado com base em ensaios experimentais parametrizados**, com a identificação dos devidos mecanismos resistentes e avaliação da segurança efetiva entre o projeto e resultados últimos experimentais.



ABNT NBR 16475:2017 - PAINÉIS DE PAREDE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

COLAPSO PROGRESSIVO – CAP.16 – INTEGRIDADE ESTRUTURAL

... é necessário incorporar ao projeto o detalhamento de **amarrações**, de forma a aumentar a **redundância da estrutura** por meio de ligações dúcteis...

16 Integridade estrutural

Em estruturas compostas por painéis de parede pré-moldados estruturais, é necessário incorporar ao projeto o detalhamento de amarrações entre os elementos, de forma a aumentar a redundância da estrutura por meio de ligações dúcteis e propiciar caminhos alternativos para as ações, com o objetivo de garantir a integridade estrutural, na ocorrência de alguma falha localizada.

Exemplos de detalhes das ligações entre os painéis de parede e de suas respectivas amarrações são indicados na Figura 24.

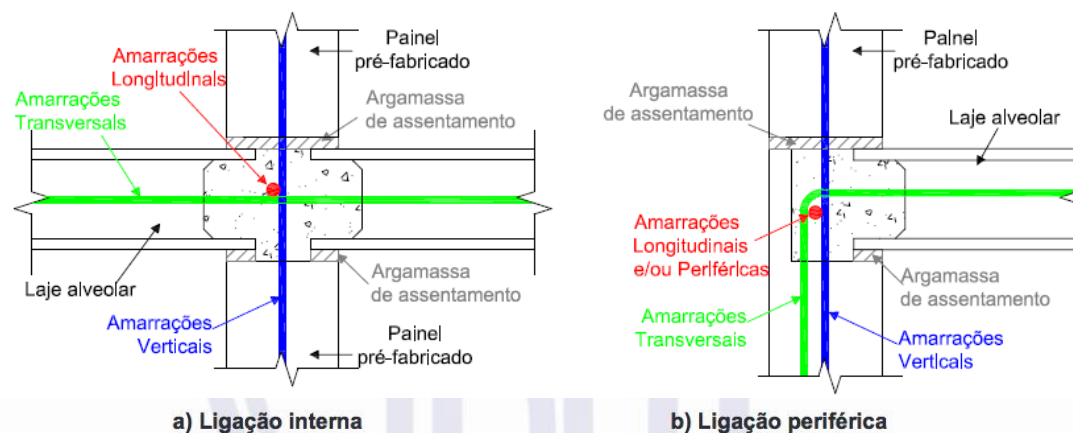


Figura 24 – Detalhes das ligações entre os painéis de parede e das amarrações (seção transversal)

A CONSTRUÇÃO MODULAR (2D): SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE

SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

O Sistema Construtivo de Painel Portante é a “pré-moldagem da Parede de Concreto”

Ao invés de executar a parede e laje moldada “in loco”, estes elementos estruturais são produzidos em usina de pré-fabricação, normalmente com o tamanho de “cômodos”, transportados e montados.

As uniões entre as peças pré-fabricadas se estabelecem através de conexões dimensionadas para transferir os esforços.



SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO



Os elementos pré-moldados (painel, laje e viga) devem ser produzidos numa usina de pré-moldados no canteiro (espaço no canteiro) ou serem comprados de um fornecedor de pré-fabricados (distância do fornecedor).



SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

Escadas, obviamente, pré-fabricadas, podendo ser executada, em forma vertical, acabada dos dois lados ou em bandeja, acabada nos degraus.

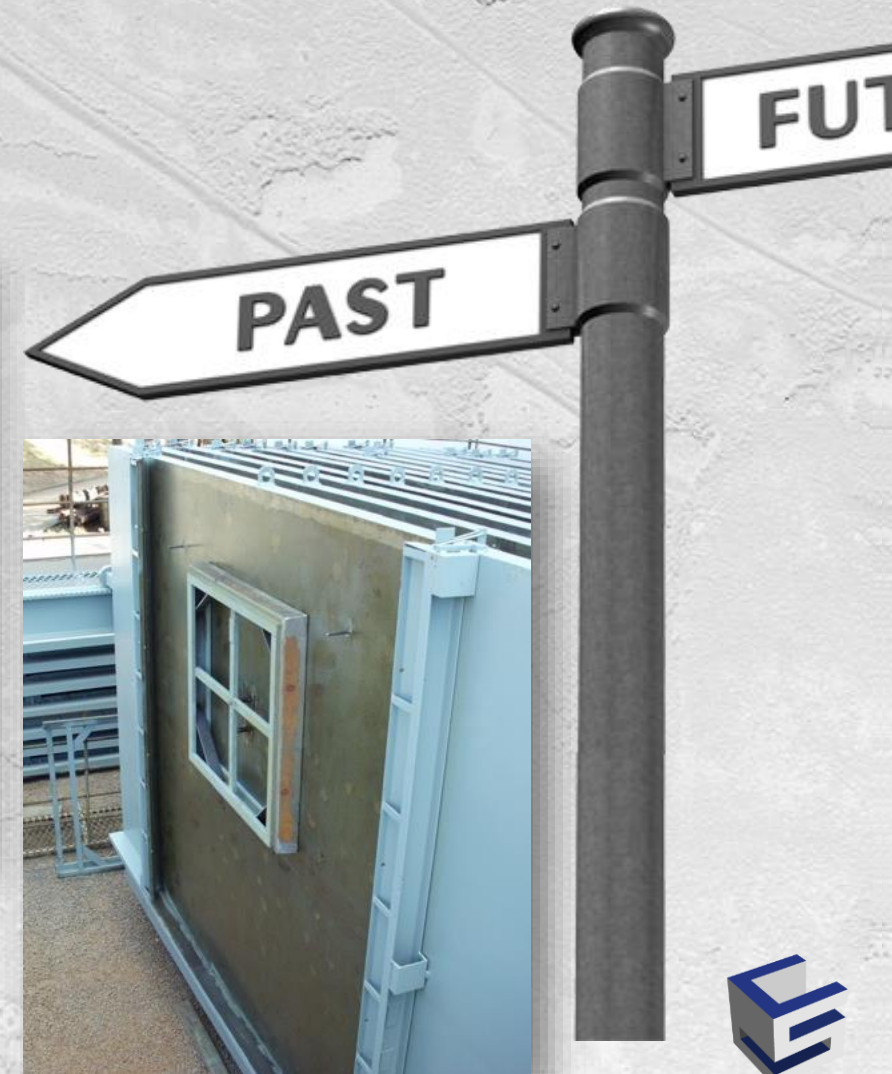
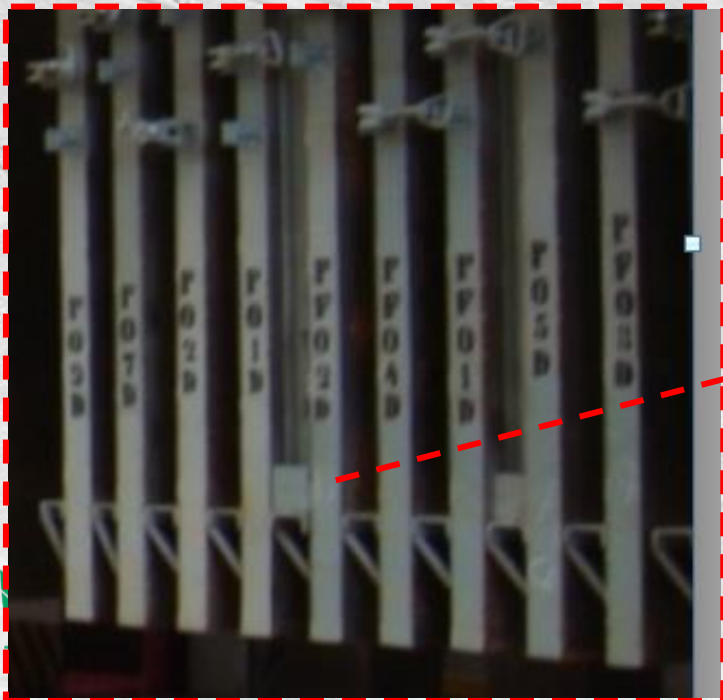


SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

Os painéis não são elementos de simples execução.

Precisam estar em acabados.

Antigamente (não tão antigamente) eram executadas em formas especiais do **tipo bateria**.



SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

Já a armação pode ser executada de forma racionalizada, com incorporação de instalações conjunta na parede.

Na laje, usa-se uma armação em tela e treliça, complementada com armadura frouxa.



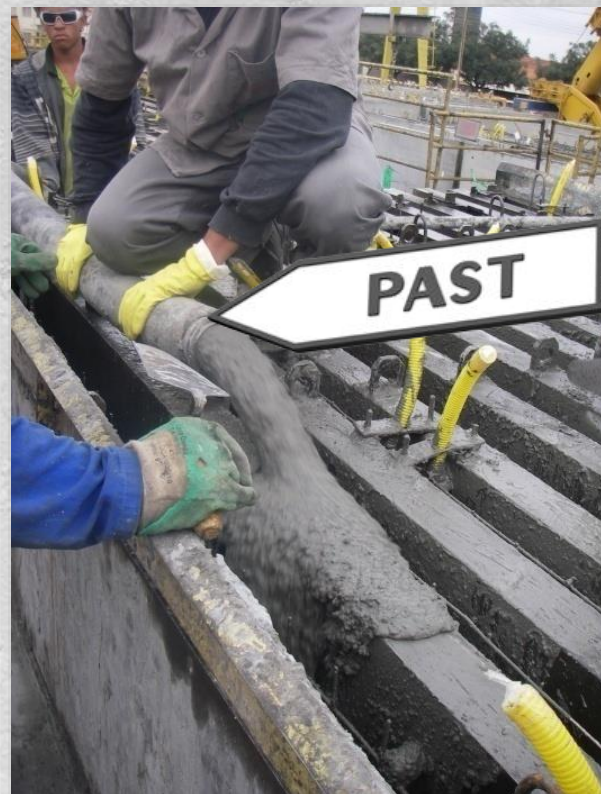
CONS

 TRUINDO
CONHECIMENTO
 by CONCRETESHOW



SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

A concretagem é feita em formas verticais do tipo bateria, onde são produzidas diversas paredes, acabadas dos dois lados e com as instalações elétricas necessárias, usando concreto auto adensável.



SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

Neste sistema também temos **necessidade de espaço para estoque de peças** que, mesmo que otimizado, ocupam uma área considerável.



SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

A montagem pode ser feita por guindaste, pórtico que envolve a edificação (para prédios baixos) ou com guias de grande capacidade (em função do peso das peças).

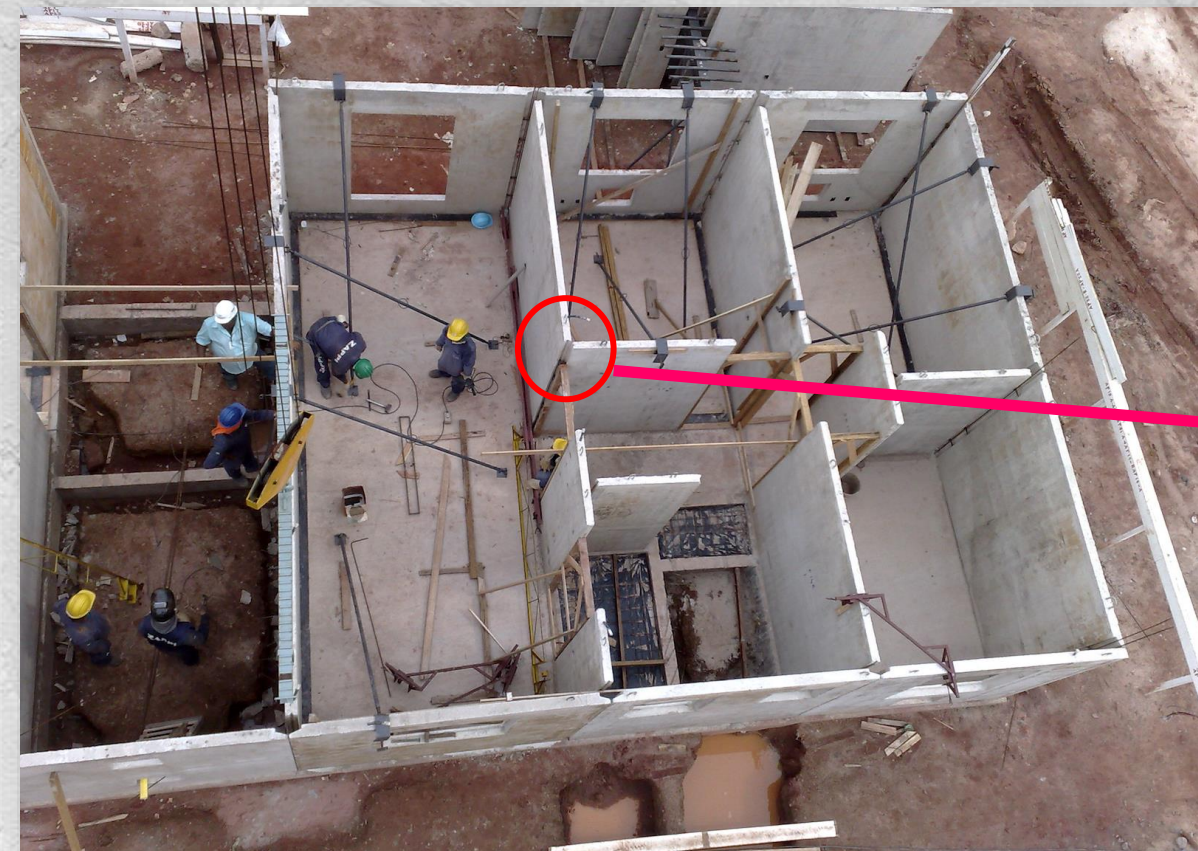


Industrializada de Concreto



SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

A montagem é simples com gabaritos de montagem que garantem o posicionamento dos painéis, unidos por **juntas grauteadas** ou através de inserts de transferência de esforços.



JUNTA ENTRE PAINÉIS EXTERNOS
CENTRAIS

FITA CREPE: NÃO DEIXA ESCAPAR
O GRAUTE E LIMITA O MASTIQUE

GEOMETRIA ESPECIAL PARA
PERMITIR MAIOR SUPERFÍCIE
DE CONTATO E MAIOR CAMINHO
DE PERCOLAÇÃO

GRAUTE COM ALTO CONSUMO
DE CIMENTO -> MAIOR ADERÊNCIA

MASTIQUE : OBSTÁCULO 1

SOLDA NOS
ARRANQUES ENGASTADOS
NOS PAINÉIS

GRAUTEAMENTO A 1cm DA FACE PARA
PERMITIR ACABAMENTO DA JUNTA
E PINTURA DIRETA NO PAINEL

SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

Após a montagem, basta uma pintura da fachada, caso não se use painéis de fachada na periferia.

Isso representa uma **redução muito grande no prazo do empreendimento.**



SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

Em conjuntos com grande repetitividade, se bem planejados, lembram uma linha de montagem industrial.



CASE: PRODUÇÃO E MONTAGEM EM 16 MESES

SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

Mas é viável também em conjuntos menores, e com características diferentes, necessitando, nestes casos, de um fabricante que forneçam os pré-fabricados.



Março



Maio



Junho



Julho

SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINEL PORTANTE: DESCRIÇÃO

Mas é viável também em conjuntos menores, e com características diferentes, necessitando, nestes casos, de um fabricante que forneçam os pré-fabricados.



Novembro



Abril



Junho



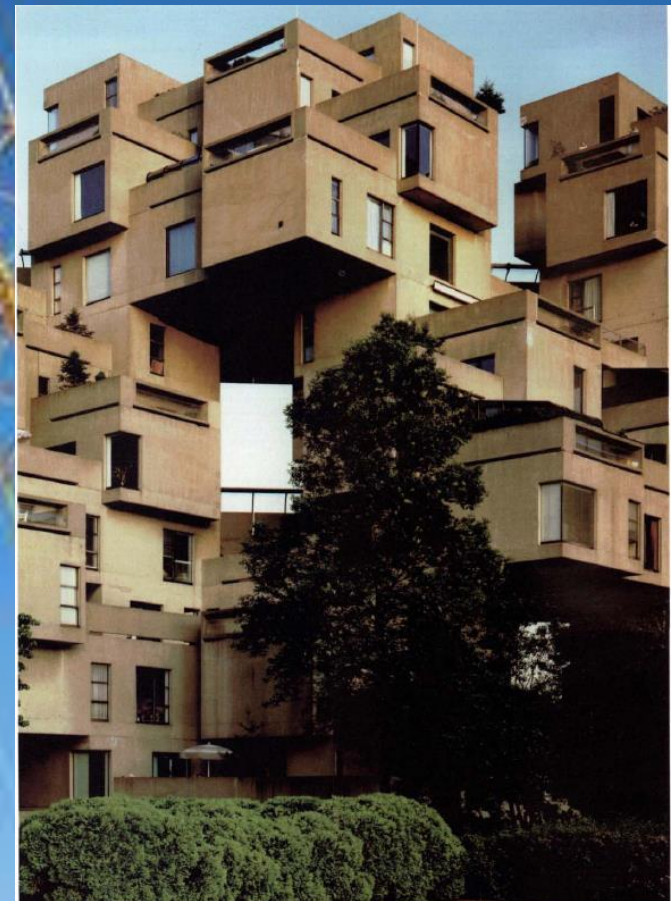
Entendemos que essa pré-fabricação que apresentamos aqui faz parte de um passado, importante, que nos condiciona a entender o presente pensando no Futuro

O que devemos buscar e esperar do futuro da pré-fabricação residencial no Brasil

Será que só
devemos
pensarmos em
industrialização
2D apenas para
Segmento
Econômico?



Será que só devemos
pensar em
construção 3D?



**SEGMENTO ECONÔMICO OU CLASSE A
PRÉ-FABRICADO 2D OU 3D OU AINDA
ARTICULADO...**

**E POR QUE NÃO O MOLDADO “IN LOCO” DESDE
QUE COM ALTO GRAU DE INDUSTRIALIZAÇÃO.**

HÁ ESPAÇO PARA TODOS.

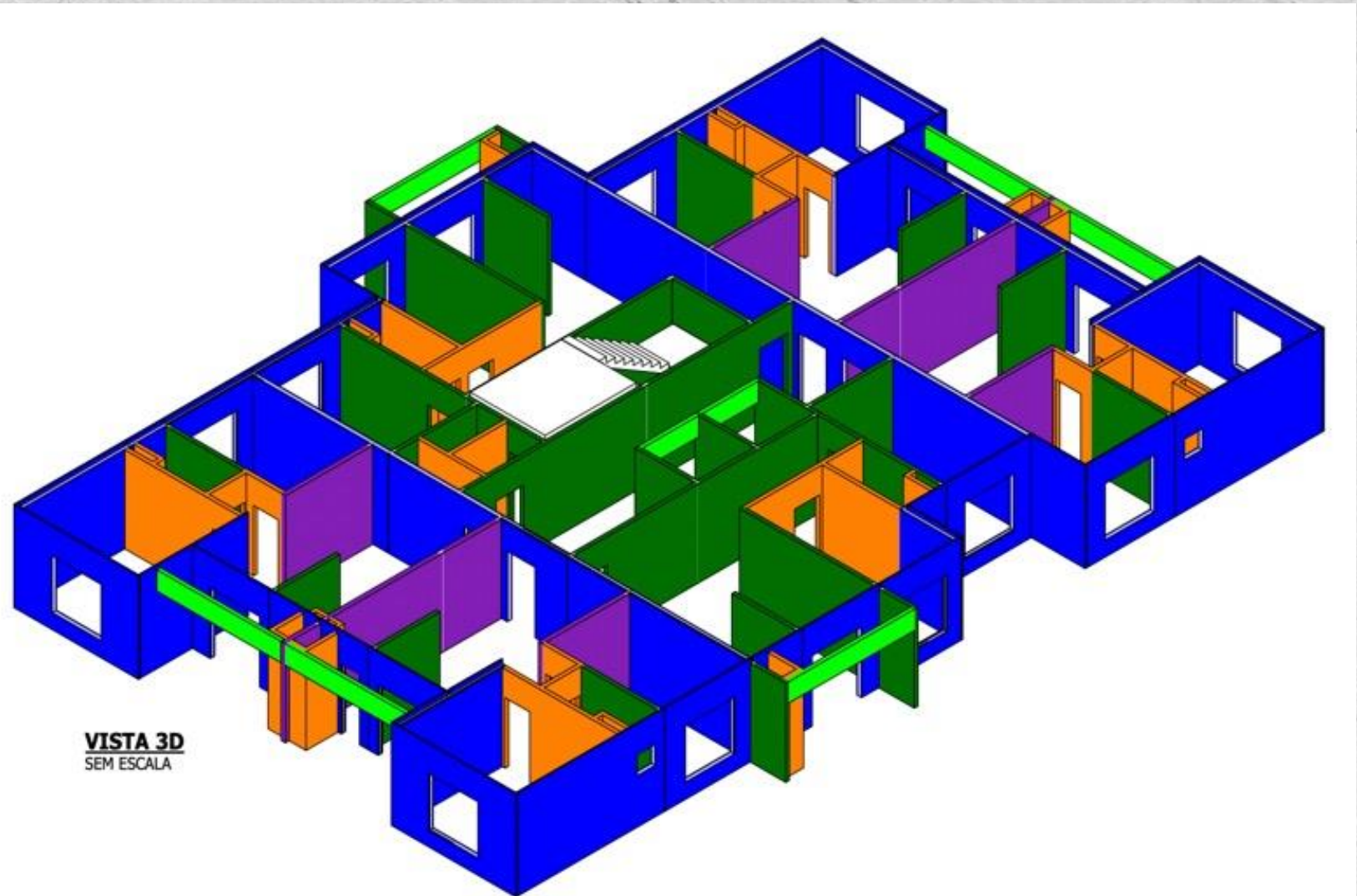
**SÓ NÃO EXISTE ESPAÇO PARA CONTINUARMOS
CONSTRUINDO ARTESANALMENTE.**

CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE - CASCAVEL

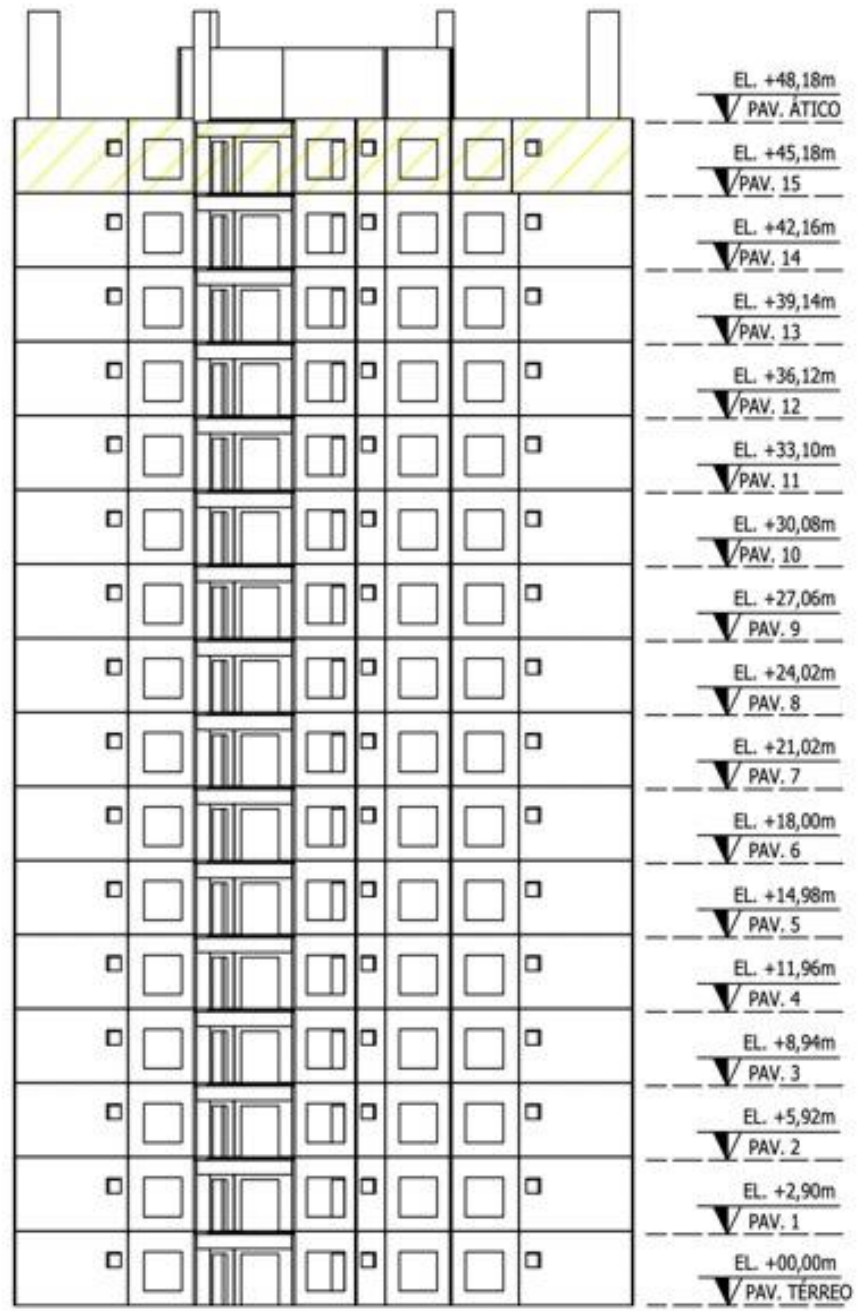
ESTÁ SENDO DESENVOLVIDO UM EMPREENDIMENTO EM PAINEL PORTANTE COM SOLUÇÕES ATUAIS APROVEITANDO O QUE TEM SIDO FEITO NO MUNDO. UM PRÉDIO MAIS ALTO COM USO DE PAINES MACIÇOS E DUPLOS (QUE CONFEREM MAIS RIGIDEZ), ALÉM DE LIGAÇÕES QUE TRANSFEREM CISALHAMENTO.



CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE – CASCAVEL – PROJETO



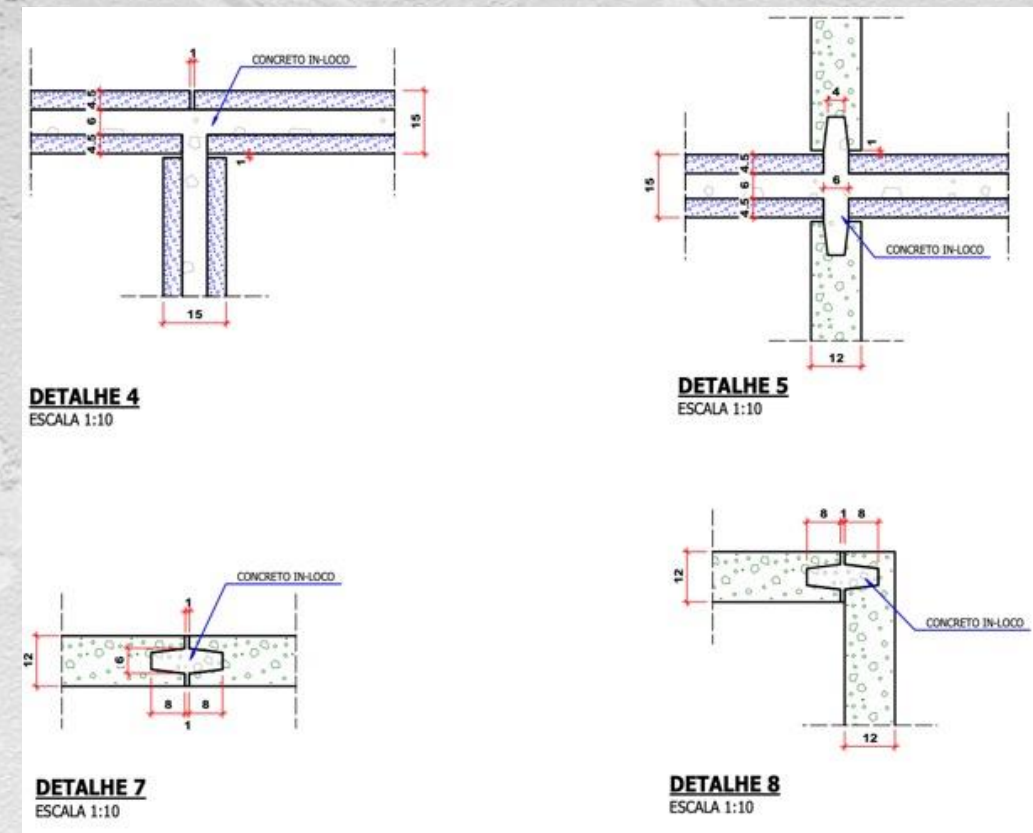
VISTA 3D
SEM ESCALA



EL. +48,18m	PAV. ATICO
EL. +45,18m	PAV. 15
EL. +42,16m	PAV. 14
EL. +39,14m	PAV. 13
EL. +36,12m	PAV. 12
EL. +33,10m	PAV. 11
EL. +30,08m	PAV. 10
EL. +27,06m	PAV. 9
EL. +24,02m	PAV. 8
EL. +21,02m	PAV. 7
EL. +18,00m	PAV. 6
EL. +14,98m	PAV. 5
EL. +11,96m	PAV. 4
EL. +8,94m	PAV. 3
EL. +5,92m	PAV. 2
EL. +2,90m	PAV. 1
EL. +00,00m	PAV. TERREO

ESQUEMA DO EDIFÍCIO
SEM ESCALA

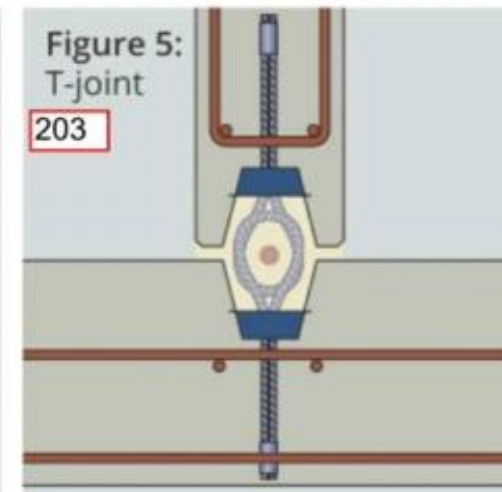
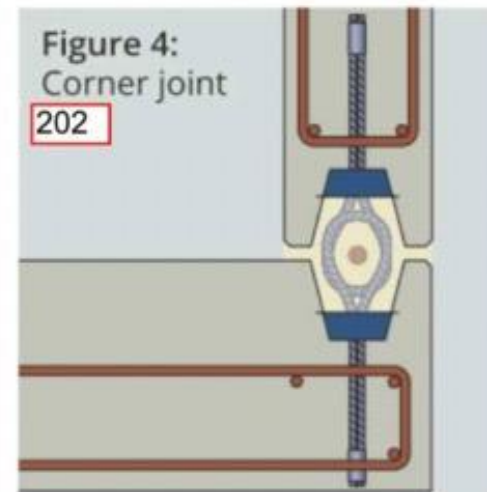
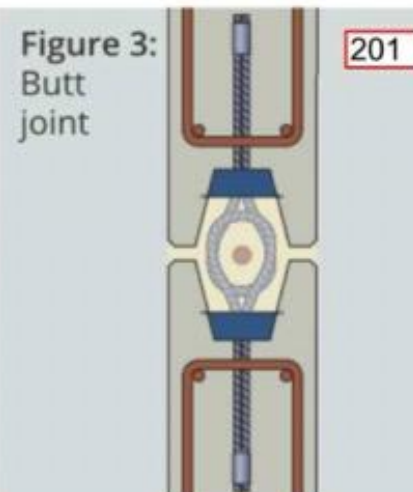
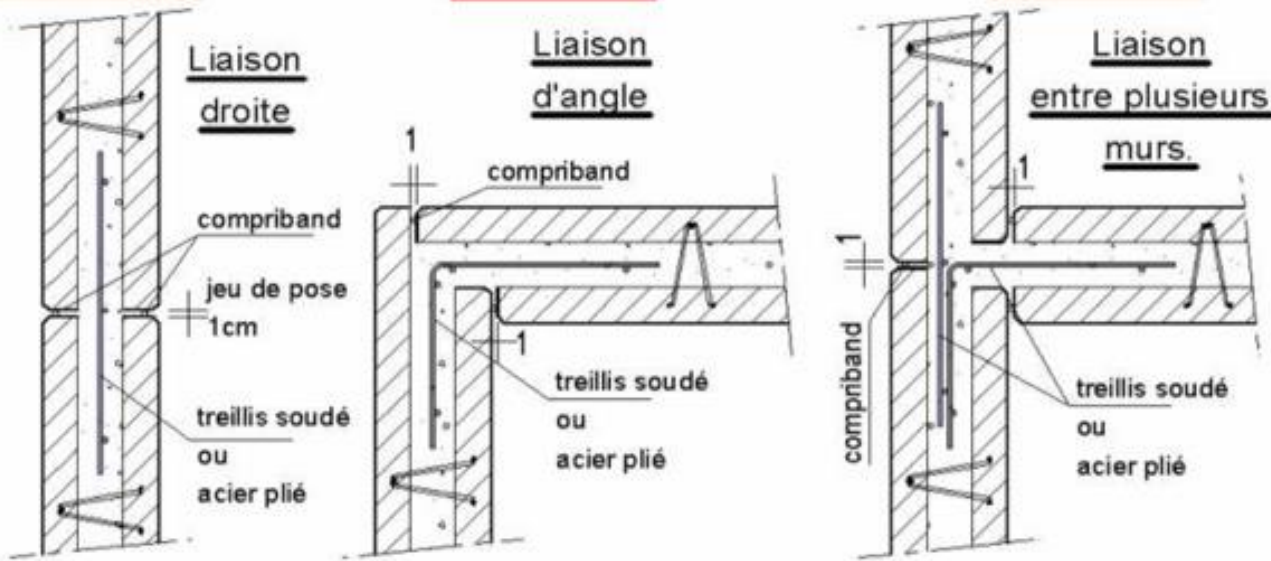
CONS
TRUINDO
CONHECIMENTO
by CONCRETESHOW



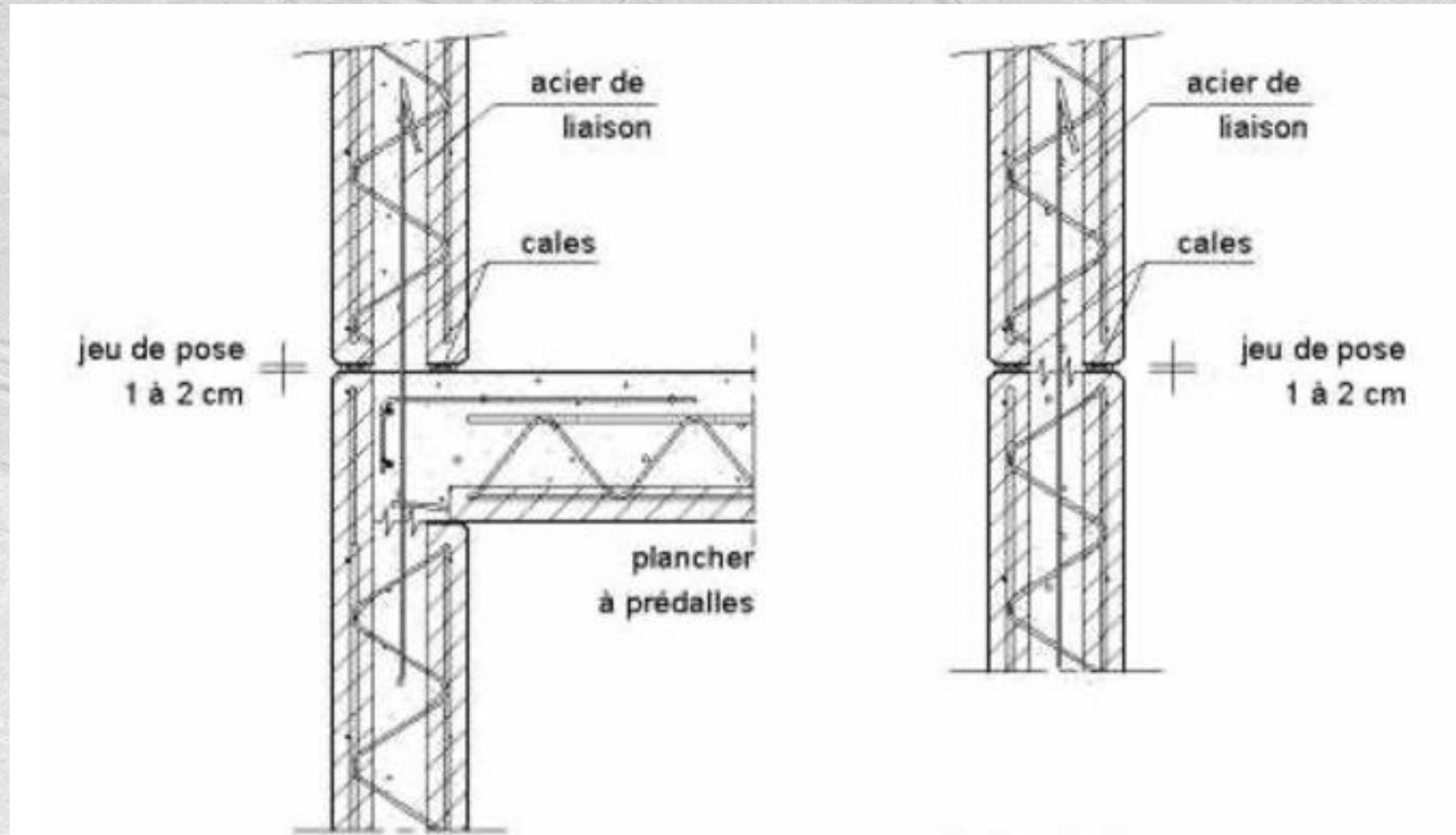
CONS
TRUINDO
CONHECIMENTO
by CONCRETESHOW



CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE – CASCAVEL – LIGAÇÕES PAINÉIS



CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE – CASCABEL – LIGAÇÕES PAINÉIS/LAJES



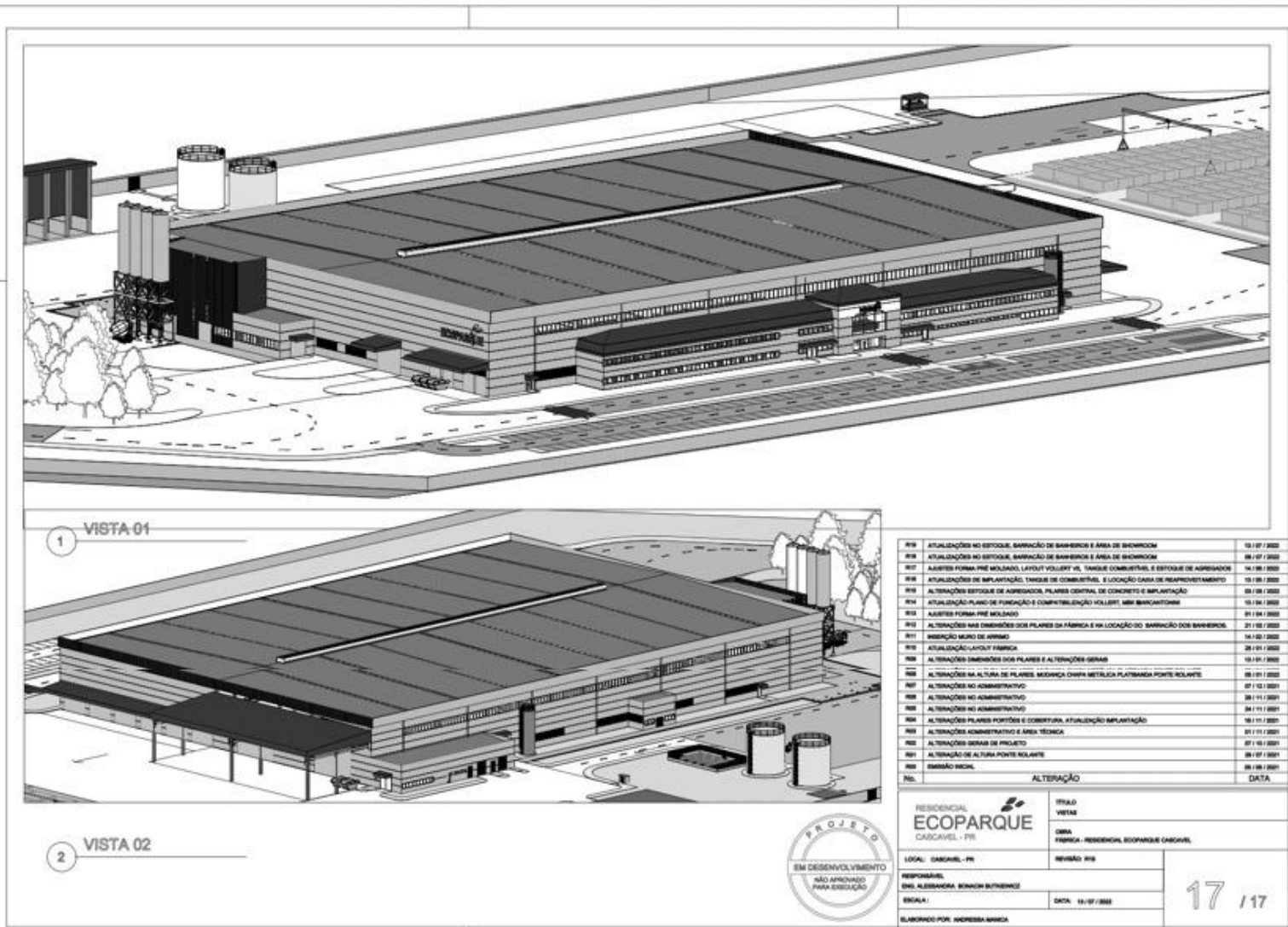
CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE - CASCAVEL

A FABRICA ESTÁ SENDO EXECUTADA E DEVERÁ SER UMA REFERÊNCIA PARA A PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS EM PAINEL PORTANTE.

TERÁ CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE aprox. 20 APTOS POR DIA, COM ALTO GRAU DE AUTOMATIZAÇÃO E POUCA GENTE NA FÁBRICA.

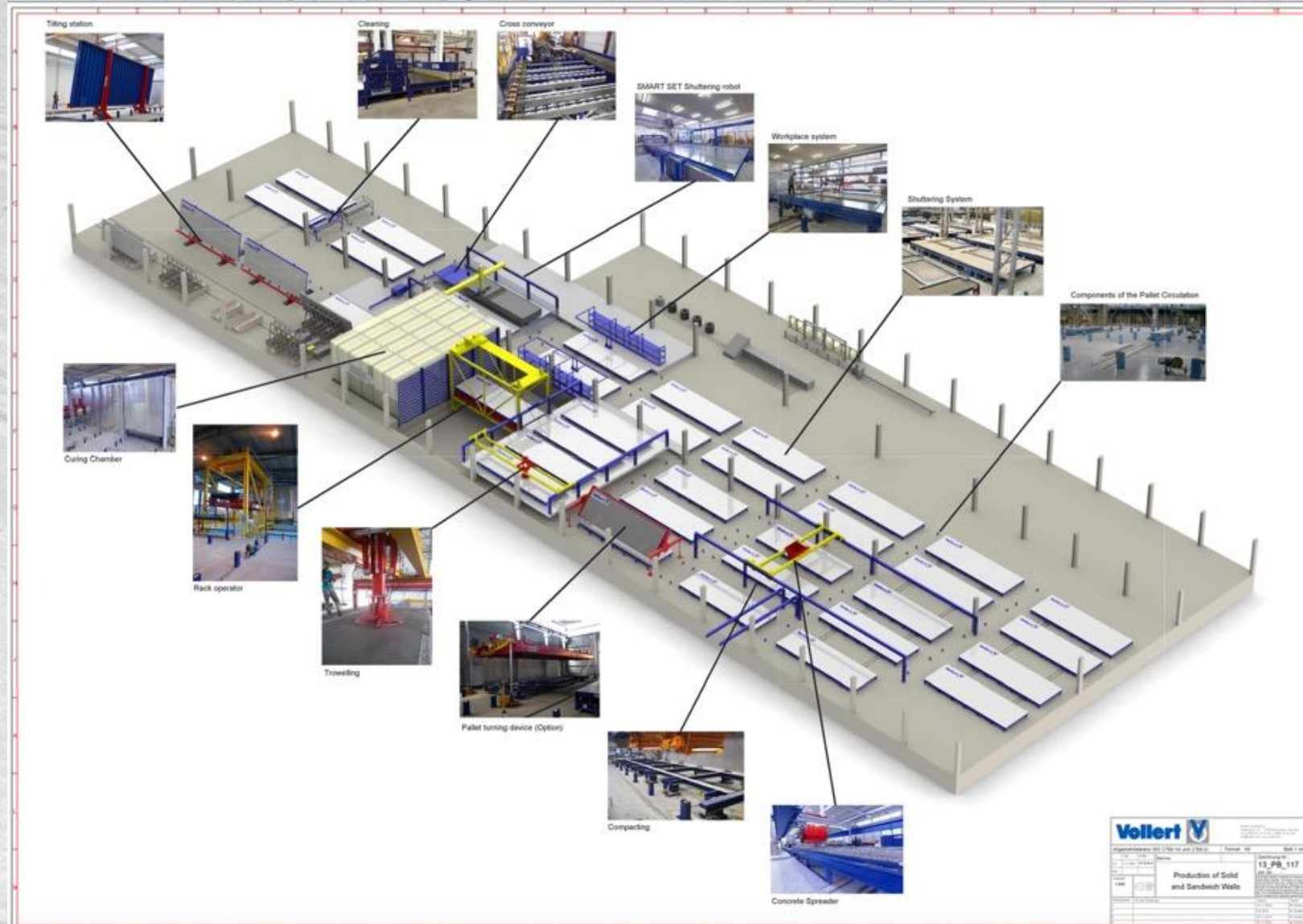


CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE - CASCAVEL



CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE – CASCAVEL – A FÁBRICA

SISTEMA CARROCEL



CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE – CASCAVEL – A FÁBRICA



CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE – CASCAVEL – A FÁBRICA



CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE – CASCAVEL – A FÁBRICA



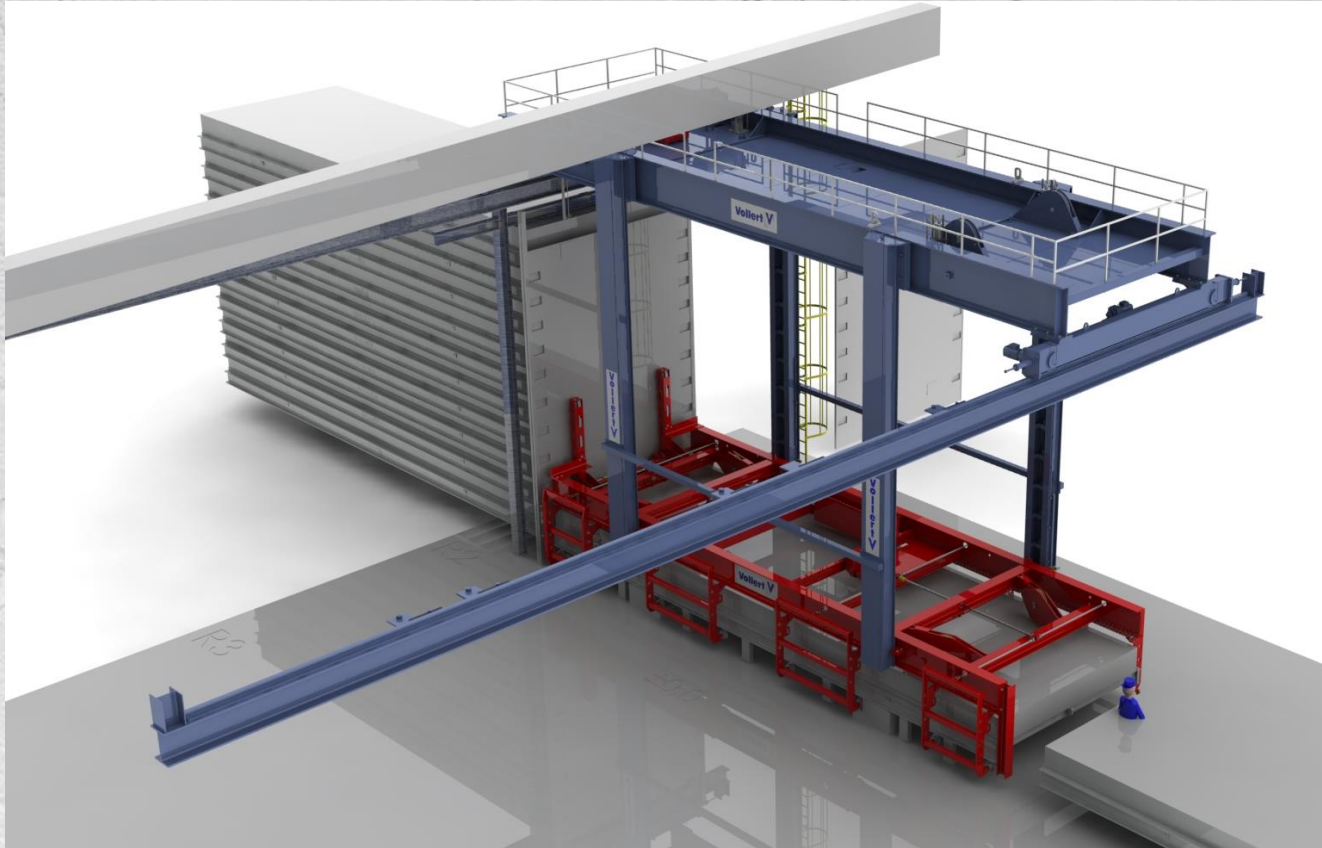
CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE – CASCAVEL – A FÁBRICA



CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE – CASCAVEL – A FÁBRICA



CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE – CASCAVEL – A FÁBRICA



CASE EM CONSTRUÇÃO: ECOPARQUE – CASCAVEL – A FÁBRICA



SISTEMA PAI NEL PORTANTE



Rapidez de execução e prazo de entrega da obra

**Diminuição de custos com formas
(se com grande repetitividade)**

Aumento de qualidade e produtividade;

Otimização de mão de obra

Alto índice de valor agregado

Redução de incertezas na montagem do orçamento

Baixo índice de perdas de materiais



Alto consumo de concreto

Necessidade de um concreto com alto desempenho

Qualidade superficial
Auto adensável
Trabalhabilidade

Investimento inicial em formas com custo elevado

Mão de obra de produção com treinamento específico

Necessidade de maior integração das interfaces

**Necessidade de um desenvolvimento do projeto muito
completo**

(a prova de robôs)



“

A mente é como um

PARAQUEDAS

Funciona melhor quando

ESTÁ ABERTA

- T. Dewar

”

Obrigado!

AUGUSTO GUIMARÃES PEDREIRA DE FREITAS

(11) 985968701



PEDREIRA
ONIX

