

PCC3502 - Gestão de Recursos e Canteiros de Obras

Exercício TP2 - Construções temporárias em madeira pré-fabricada

Grupo 09 - Rafael Letizio Sedeño Pinto, n. 9317333; Willy Nakada, n. 8994709

Madeira pré-fabricada

na montagem de canteiros de obras

Rafael Letizio
Willy Nakada

n. 9317333
n. 8994709

1. Materiais: tipos de madeira
2. Padronização e tipos de painéis
3. Método construtivo
4. Contratação
5. Madeira: especificidades
 - a. Configurações possíveis;
 - b. Durabilidade e manutenção;
 - c. Conforto térmico;
 - d. Conforto acústico.
6. Benefícios da tecnologia

Estrutura da apresentação



Solução engenharia



Cerne construções



Canteiro Construções Racionalizadas



BNC - Bolsa Nacional de Compensados

As fornecedoras principais de canteiro em madeira pré-fabricada em São Paulo são a “Solução Madeiras” e a “Canteiro De Obras”, fundadas em 1985 e 2000 respectivamente. Ambas empresas trabalham com tratamento em autoclave de madeira, método que consiste em submersão da madeira em solução química, precedida por uma retirada do ar nos capilares da madeira por um vácuo inicial. Segundo informações da empresa Canteiro de Obras, este tratamento aumenta a vida útil da madeira em 10 vezes, em comparação com o seu estado natural, sendo o material mais eficaz contra agentes degradadores da madeira como o cupim após o tratamento químico.

Estas empresas possuem a própria extração de madeira, normalmente do tipo pinho ou eucalipto, e realizam a armazenagem no próprio terreno. No caso da Canteiro, ela atua tanto no mercado brasileiro quanto no mercado internacional.



Pinus (imagem) e eucalipto



OSB



Compensado naval

1. Materiais: tipos de madeira

Em construções temporárias pré-fabricadas, a madeira se apresenta primariamente em 3 formas: tábuas de pinus, chapas de OSB (Oriented Strand Board) e compensado naval.



Estrutura interna do painel da empresa "Canteiro", realizado em pinus.
Fonte: website Canteiro



Painel finalizado, com aduelas de pinus.
Fonte: website Canteiro

2. Padronização e tipos de painéis

Diferentes empresas utilizam diferentes sistemas estruturantes e de montagem dos componentes, mas todos baseiam-se em painéis ou chapas modulares para composição da edificação.

A "Canteiro", retratada na imagem, fabrica painéis com estrutura em pinus e vedação em pinus e placas de OSB, que montados juntos formam as paredes estruturantes da edificação;

A "Cerne" utiliza um sistema misto, no qual os módulos são de encaixe e feitos com chapas de compensado intercaladas por colunas feitas com chapa de aço galvanizado;

A "BNC" utiliza estrutura com ripas de madeira onde são fixadas placas de compensado, num sistema semelhante à estrutura do balloon frame.



Tesouras prontas para a montagem.
Fonte: website BNC



Processo de fabricação das tesouras.
Fonte: website Canteiro

2. Padronização e tipos de painéis

As tesouras também são pré-fabricadas e levadas prontas ao local para composição das construções temporárias. Os painéis que receberão esquadrias já vem com as aberturas feitas e, em alguns casos, podem vir já com a esquadria instalada.

A cobertura pode ser feita em telha de fibrocimento, cerâmicas ou metálicas.

Independentemente do sistema de cada empresa, o que diferencia essas construções das tradicionais em madeira é, obviamente, o fator da pré-fabricação: esses edifícios são compostos por módulos pré-fabricados, os quais, a partir de um projeto já definido das construções temporárias, são levados ao local por uma empresa especializada, da qual a mão-de-obra se ocupará da tarefa de montagem.



Etapas de montagem do sistema da Canteiro
 Fonte: website Canteiro

3. Método construtivo

O processo de montagem pode variar ligeiramente de acordo com os componentes utilizados pela empresa, mas de forma geral seguem os passos exemplificados aqui pelo processo da empresa "Canteiro".

Este se inicia com o terreno plano e seco e o canteiro locado. No perímetro externo, uma vala é escavada para realizar fundação direta com baldrame de blocos de concreto, no qual é apoiada uma cinta de madeira. Nesta, são fixados com pregos os painéis de fechamento externos.



Etapas de montagem do sistema da Canteiro
 Fonte: website Canteiro

3. Método construtivo

Após fixar todos os painéis, o sistema é travado em todo o perímetro superior do edifício com uma cinta de madeira e as paredes são apumadas e alinhadas. A estrutura recebe então as tesouras de madeira que sustentam a cobertura, que serão fixadas também com pregos na cinta de madeira superior.

As tesouras recebem as terças e as telhas e então é possível iniciar os acabamentos internos, iniciando pela concretagem do contrapiso.

Em alguns casos, como no sistema executado pela BNC, o contrapiso é realizado antes do início da montagem. Além disso, escoras podem ser usadas em alguns sistemas.



Execução de contrapiso
Fonte: website BNC



Escoras nas paredes na montagem do sistema BNC
Fonte: website BNC

3. Método construtivo



Execução de contrapiso
Fonte: website BNC



Escoras nas paredes na montagem do sistema BNC
Fonte: website BNC

3. Método construtivo

Os painéis de forro podem ser de OSB, PVC ou pinus e são fixados no banzo inferior das tesouras. Em seguida são colocadas as divisórias internas, finalizadas as instalações de elétricas, pintura e instalação de aparelhos sanitários e luminárias.

A mão-de-obra de montagem é composta por pedreiros, carpinteiros, encanadores e eletricitas.

Um funcionário leva quatro horas para montar 1m² de canteiro.

4 h.h. / m²

100m² - 4 homens - 2,5 semanas

1.000m² - 15 homens - 30 dias

3. Método construtivo

A mão-de-obra de montagem é composta por pedreiros, carpinteiros, encanadores e eletricista. Em condições normais, pode-se multiplicar a área do canteiro por 4 para obter as horas totais necessárias para montagem (que será dividida pelo número de operários simultâneos).

O dimensionamento correto da equipe depende do tamanho da obra, e as equipes variam entre:

Espaços com 100 m² (mais comuns em obras dentro das cidades) deslocam quatro homens nessa tarefa;

Canteiros maiores, com 1.000 m², por exemplo, devem contar com pelo menos 15 homens para realizar o serviço em um prazo de 30 dias.

18.4. Areas de vivência.

18.4.1. Os canteiros de obras devem dispor de:

- a) instalações sanitárias; (118.015-0 / 14)
- b) vestiário; (118.016-9 / 14)
- c) alojamento; (118.017-7 / 14)
- d) local de refeições; (118.018-5 / 14)
- e) cozinha, quando houver preparo de refeições; (118.019-3 / 14)
- f) lavanderia; (118.020-7 / 12)
- g) área de lazer; (118.021-5 / 11)
- h) ambulatório, quando se tratar de frentes de trabalho com 50 (cinquenta) ou mais trabalhadores. (118.022-3 / 14)

18.4.1.1. O cumprimento do disposto nas alíneas "c", "f" e "g" é obrigatório nos casos onde houver trabalhadores alojados.

3. Método construtivo

A norma regulamentadora NR-18 demanda a existência das seguintes instalações como obrigatórios dentro do Canteiro de Obras;

Contratante deve:

- liberar terreno plano e seco;
- deixar pontos de água;
- deixar pontos de energia;
- prever a conexão com sistema de esgoto (ou fossa séptica se o logradouro não possuir sistema de coleta).

3. Método construtivo

Durante a contratação, com o número máximo de operários planejados na obras, a contratante define junto à fornecedora o projeto dos espaços de canteiro.

São obrigações do contratante prover o terreno plano, seco, limpo, e os pontos de luz e água prontos para a instalação das construções temporárias, além da conexão com o sistema de esgoto ou fossa séptica, se não houver sistema de coleta.

- Instalações em madeira em geral são **vendidas**. A Solução estuda sistema de aluguel com módulos semelhantes a contêineres de madeira.
- A fornecedora vende o sistema e a montagem completa. **Outras montagens e desmontagens** podem ser incluídas no mesmo orçamento ou em futuras contratações.

4. Contratação

Segundo Boff:

“A desmontagem das instalações provisórias deve ser feita pela empresa fornecedora. Elas podem ser armazenadas ou levadas diretamente a outras obras, caso haja necessidade de uso imediato. Em casos de armazenagem, os painéis e as demais peças de madeira que compõem o sistema devem ser estocados em local seco, limpo e longe do contato com o solo.”



Construção em dois andares, com varanda.
Fonte: website Canteiro



Construção temporária em dois andares.
Fonte: website Solução

5. Especificidades da madeira

Os canteiros em madeira pré-fabricada são aplicáveis a vários perfis de obra e possibilitam diferentes configurações, além de permitirem melhores condições térmicas e de pé-direito de 3m. É possível organizar os espaços em até **2 pavimentos** e, utilizando as paredes portantes no perímetro da edificação e pilares de madeira, alcançar grandes áreas livres.



Construção de alojamentos térreos extensos.
Fonte: website Solução

5.1 Configurações possíveis

Porém, diferentemente dos contêineres metálicos, exigem tempo e mão de obra especializada para sua execução e podem ter instalação complicada em pequenos espaços urbanos.

Por isso são particularmente indicados para **obras de grande porte, com cronogramas maiores** (que permitam a execução dessa estrutura), como obras de infraestrutura (barragens, pontes, estradas, portos, aeroportos, etc).

Após a montagem completa, os ambientes podem ainda receber revestimentos variados, incluindo revestimento cerâmico em áreas molhadas.

A NBR 12.284 não permite a execução de cozinhas em ambientes feitos em madeira pré-fabricada, devido às complicações relacionadas ao risco de incêndio.



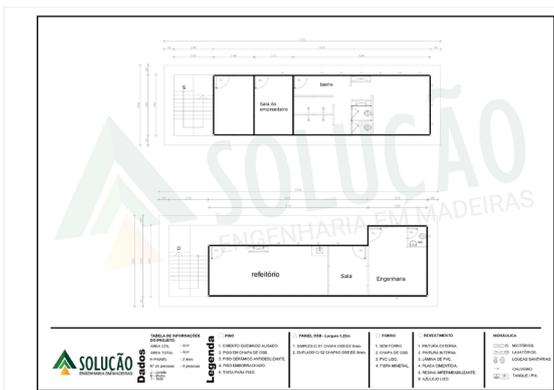
Exemplos de ambientes internos revestidos
Fonte: website Canteiro

Cozinhas não são permitidas (NBR 12.284)

5.1 Configurações possíveis

Com base em um projeto pré-disponibilizado no site da empresa, a Solução Madeiras disponibilizou uma estimativa de custo para um ambiente sobrado de 132 m² próprio para pequenas obras, contando com refeitório, sanitário/vestiário, sala de engenharia e duas salas livres.

Para a cidade de São Paulo, o custo é estimado em R\$ 635/m², totalizando R\$83.820. Ainda, a empresa informou que, a cada remontagem, reutiliza aproximadamente 70% do material, dependendo do estado de conservação das peças.



132 m²

R\$ 635/m²

R\$ 83.820

Canteiro multiuso
132, da Solução
Madeiras.
Fonte: website
Solução

5.1 Configurações possíveis

A madeira tratada em autoclave pode ter vida útil de 20 anos sendo remontada.

Cuidados:

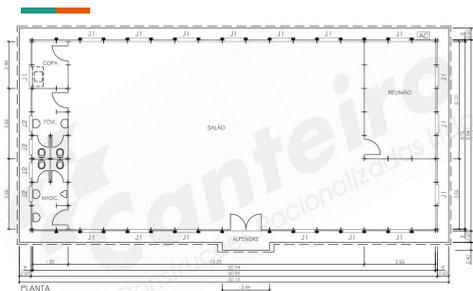
- limpeza com pano umedecido;
- Sem contato direto com água;
- Pintura depois de 3 anos com tinta esmalte.



Processo de tratamento em autoclave.
Fonte: website Canteiro

5.2 Durabilidade e manutenção

A madeira para uso nas construções temporárias podem passar por tratamento em autoclave para aplicação de substâncias preservativas que previnem a deterioração por ataque de pragas. Com o tratamento, o sistema apresenta vida útil de 20 anos, contanto que sejam tomados alguns cuidados. Os componentes jamais devem receber jatos d'água e devem estar livres do contato com vazamentos. A sua limpeza deve ser feita apenas com panos umedecidos. Após três anos, é recomendável pintá-los externamente com tinta esmalte, a fim de aumentar a proteção contra a ação de intempéries.



Escritório 247, com 210m² de área útil.
Fonte: website Canteiro

5.3 Conforto térmico

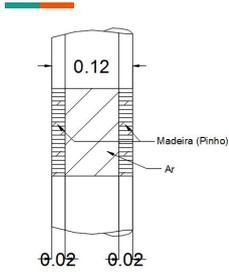
$$A_j = 15\% A_p = 15\% (210,38 \text{ m}^2) = 31 \text{ m}^2$$
$$N_j = \frac{A_j}{a} = \frac{31}{1 \times 1} = 31 \text{ janelas}$$

Sendo:
A_j = Área de janela (m²);
A_p = Área de piso (m²);
a = Área unitária de janela (m²);
N_j = Número de janelas (und).

Como garantir o conforto térmico nas instalações em madeira? É necessário seguir a NR 18 e a NBR 12284 - Áreas de vivência em canteiros de obra.

Segundo a norma regulamentadora NR-18, é necessário que cada instalação do canteiro possua uma área de ventilação efetiva correspondente de no mínimo 15% da área do piso. Segundo a planta de um escritório abaixo, de madeira pré-fabricada, é possível estimar então a quantidade mínima de janelas, considerando uma dimensão quadrada de 1 m de aresta.

Como forma de auxiliar o conforto dos usuários no interior das instalações, sobretudo do escritório onde a equipe passará longas horas de jornada de trabalho e fará as reuniões, recomenda-se a instalação de um sistema de ar condicionado acoplado a sua área de utilização.



$$\phi = U \cdot A \cdot \Delta T \quad U = \frac{1}{\sum R} \quad R = \frac{e}{k}$$

$$R(\text{com câmara de ar}) = \frac{0,04}{0,13} + \frac{0,08}{0,03} = 2,974 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \Rightarrow U = \frac{1}{2,974} = 0,336 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

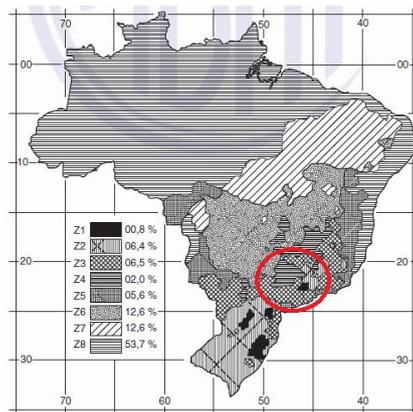
$$R(\text{sem câmara de ar}) = \frac{0,12}{0,13} = 0,923 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \Rightarrow U = \frac{1}{0,923} = 1,083 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Sendo:
 ϕ = Fluxo de calor (W);
 U = Coeficiente global de transferência de calor (W/m².K);
 R = Resistência de condução (m².K/W);
 e = Espessura da camada (m);
 k = coeficiente de condutibilidade térmica (W/m.K).

Corte do revestimento em painel duplo de madeira pré-moldada
 Elaborado pelo autor.

5.3 Conforto térmico

O valor da condutividade térmica da madeira tipo Pinho, utilizada como revestimento externo para os canteiros, é da ordem de 0,130 W/m.K (Wikipedia), valor praticamente cinco vezes menor que o do tijolo, de 0,600 W/m.K. No entanto, a capacidade de vedação do revestimento em madeira pré-moldada, pode ser melhor aproveitada utilizando-se de um sistema de painel duplo, na qual ocorrerá um isolamento térmico devido a camada de ar intermediária formada entre os painéis, aumentando o coeficiente de condutividade térmica equivalente do sistema como um todo. Segundo o sistema de painel duplo da empresa Canteiro De Obras, calcula-se para uma espessura de 12 cm de parede com os coeficientes térmicos citados.



5.3 Conforto térmico

Mapa bioclimático brasileiro a partir da NBR 15.575 com demarcação em vermelho para a região do Estado de São Paulo.

Transmitância térmica U W/m ² .K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	α* ≤ 0,6	α* > 0,6
	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5

* - α é absorptância à radiação solar da superfície externa da parede.

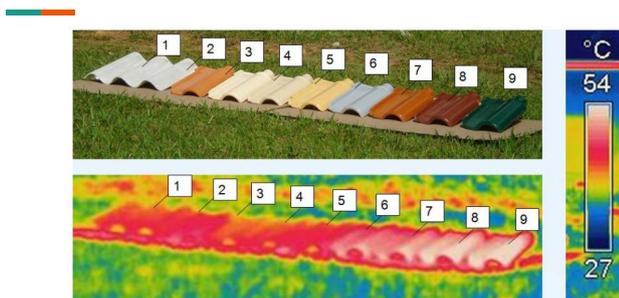
Fonte: NBR 15.575

NBR 12.284 exige **espessura mínima de 10 cm**, podendo ser reduzida apenas se for garantida uma temperatura interna de $23 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

5.3 Conforto térmico

Por esta estimativa, a capacidade de vedação do revestimento melhora com o sistema de painel duplo, dado que na composição da sua espessura, a ponderação para o coeficiente de condutibilidade do ar é maior do que da madeira.

Deve-se destacar o fato que a NBR 12.284 exige espessura mínima de 10 cm, a qual pode ser reduzida apenas caso seja garantida uma temperatura interna de $23 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$.



Teste de temperatura em telhas com diferentes cores.
Fonte: Labeee UFSC

5.3 Conforto térmico

Como solução para otimizar o conforto térmico das instalações do canteiro, recomenda-se uma pintura externa com cores claras, de forma a aumentar o nível de refletância dos painéis à radiação solar, diminuindo assim a sua absorção. Além disso, é possível realizar, acima do forro, um preenchimento de poliuretano projetado (PU) para aumentar o desempenho térmico da cobertura.



- **Benefícios de um canteiro em madeira pré-moldada**

- 1. Tecnologia sustentável** - madeira frequentemente proveniente do reflorestamento, preservando a mata nativa e diminuindo a emissão de dióxido de carbono na atmosfera;
- 2. Energia** - Baixa utilização de energia no seu processo de fabricação, comparado ao aço e ao concreto;
- 3. Praticidade de montagem** - elementos pré-moldados em fábrica e encaixados no próprio local da obra



Referências

BOFF, Sergio. Veja os cuidados de instalação de alojamentos de madeira pré-fabricados para canteiros. **Techne**, São Paulo, v. 206, maio 2014. Disponível em: <https://laerciojsilva.blogspot.com/2014/05/veja-os-cuidados-de-instalacao-de.html>. Acesso em: 29 abr. 2020.

Websites:

Canteiro Construções Racionalizadas - <http://www.canteirodeobras.com.br/padros.html#content>

BNC - Bolsa Nacional de Compensados - <https://www.bncbrasil.com.br/canteiro-de-obra>

Solução Engenharia de Madeiras - <http://solucaomadeiras.com.br/canteiros/>