

USO DE TUBOS DE PAPELÃO EM VEDAÇÕES VERTICAIS

Jéssica Santos da Silva¹
Elayne de Kássia Santos da Silva²
Lays Morgana Soares Nunes³
Samara Maya Gomes de Oliveira Silva⁴
Sandovânio Ferreira de Lima⁵

Engenharia Civil



RESUMO

O grande nível de materiais extraídos da natureza e de resíduos descartados, inadequadamente, serve de alerta para a utilização de materiais recicláveis, principalmente no ramo de construção civil, onde o descarte de materiais considerados inúteis ocorre além dos níveis propostos pela ABNT NBR 15113:2004. O alto crescimento populacional que leva ao consumo em grande escala e com alto custo, acaba afetando no dia a dia de várias famílias que procuram ter uma vida baseada na economia e com menos gastos. O objetivo deste estudo é examinar a resistência ao tempo e a umidade de vedações feitas de tubos de papelão além do baixo custo de seu material e a reutilização do mesmo em um projeto de uma casa popular, onde iremos realizar pesquisas, testando os seus limites e apontando seus lados positivos e negativos. Com isso, procuramos também levar esse projeto adiante para que possamos reduzir o número de extração de materiais naturais, o custo e o tempo de construção nas obras.

PALAVRAS-CHAVE

Resíduos. Consumo. Tubos de Papelão.

ABSTRACT

The high level of extracted materials from nature and waste improperly disposed serve as a warning for the use of recyclable materials, particularly in the construction sector, where the disposal of materials considered useless occurs beyond the levels proposed

by ABNT NBR 15113: 2004 high growth population that leads to consumption on a large scale and high cost, ultimately affects the daily lives of many families looking to have a life based on economy and less spending the objective of this study is to examine the weather resistance and moisture made seals cardboard tubes in addition to the low cost of their material and reuse of popular, where we will conduct research testing their limits and pointing its positive and negative sides. We also tried to carry this project forward so that we can reduce the number of extraction of natural materials, the cost and time of construction in the works.

KEYWORDS

Waste. Consumption. Cardboard tubes.

1 INTRODUÇÃO

O grande crescimento populacional e o consumismo exacerbado têm exigido que atitudes urgentes de mudanças sejam tomadas. Pesquisas têm constatado que a arquitetura e a construção civil são as maiores consumidoras de recursos naturais extraídos do planeta, gerando grandes quantidades de resíduos sólidos urbanos.

Shigeru Ban é um nome importante de um arquiteto japonês inovador que utiliza tubos de papelão como elementos de vedação e estrutura. Por se tratar de material barato, de baixa tecnologia, reciclado ou reutilizável, os papelões facilitam a execução de peças, podendo com facilidade, serem utilizados em pequenas, médias e grandes construções, além disso, o uso do papelão na construção civil pode representar uma alternativa que proporciona mais rapidez na obra e torna o processo mais leve e salubre. Se não diretamente para moradias, o material oferece uma solução rápida e segura para construções de apoio nos canteiros de obras, bem como pequenos depósitos.

O presente artigo dá ênfase ao uso de tubos de papelão como elementos de vedações verticais na Construção Civil, que são subsistemas da edificação e possuem elementos destinados à compartimentação. O artigo baseia-se principalmente na execução de uma célula-teste construída pela pesquisadora e arquiteta Gerusa Salado no Brasil, para a verificação do seu funcionamento diante de situações cotidianas, com objetivo de futuramente introduzir esse tipo de construção no País.

2 VEDAÇÃO VERTICAL

Vedação vertical é um subsistema do edifício constituído por elementos destinados à compartimentação, definição vertical dos espaços internos, bem como, ao controle da ação de agentes indesejáveis. Para desempenhar tais funções, esse subsistema deve apresentar determinadas propriedades ou requisitos de desempenho, que também podem ser denominados requisitos funcionais, dentre os quais se destacam: Desempenho térmico (principalmente isolamento); Acústico (principalmente

isolação); Estanqueidade à água; Controle da passagem de ar; Proteção e resistência contra a ação do fogo; Desempenho estrutural (estabilidade, resistências mecânicas e deformabilidade); Controle de iluminação (natural e artificial) e de raios visuais (privacidade); Durabilidade; Custos iniciais e de manutenção; Padrões estéticos (de conforto visual) e Facilidade de limpeza e higienização (NBR 15575-4, 2013).

Tipos de vedações verticais: Parede de alvenaria ou maciça; Painéis leves; Painéis pré-moldados ou pré-fabricados; Fachada cortinas; Esquadrias.

3 USO DO PAPELÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O uso do papelão na construção civil pode representar uma alternativa que proporciona mais rapidez na obra e torna o processo mais prático e leve. Devido o aumento da demanda por produtos limpos e o desenvolvimento de projetos autossustentáveis, percebe-se que é muito importante para o setor da construção civil adotar o uso do papelão como uma novidade, por representar uma alternativa que agrega estes itens em um processo mais leve e salubre.

O papelão é um material fácil de ser encontrado no Brasil e, por ter a capacidade de ser reciclado várias vezes, não precisa de um grande processo de transformação para a reciclagem, basta triturá-lo e misturar com água (SALADO, 2011).

Nota-se que ele tem sua utilização em diversas aplicações, como na confecção de elementos nas moradias. No entanto, percebe-se que recentemente o papelão tem sido utilizado como elemento principal em vedações verticais estruturais e não estruturais, porém, no Brasil é tudo muito recente e pesquisas estão sendo realizadas na tentativa de conhecer melhor esse novo método de Construção.

4 USO DE TUBOS DE PAPELÃO COMO ELEMENTOS DE VEDAÇÃO E ESTRUTURA NAS OBRAS DO ARQUITETO SHIGERU BAN

Shigeru Ban projeta e constrói, utilizando tubos de papelão há duas décadas e já implantou suas obras em várias partes do mundo, como Japão, Índia, Turquia, França, EUA, Alemanha e Ruanda. Ban não gosta de desperdício, defende e promove a reciclagem como uma solução pós-tecnológica e pós-industrial, além disso, para suas obras sociais, ele sempre tenta conseguir tubos de papelão e outros materiais doados.

Em suas obras, Ban mantém as características simples do tubo de papelão, utilizando-o oco e com tratamento contra a ação do fogo e umidade, aumenta as suas qualidades básicas para gerar um material estrutural com resistência satisfatória. Com isso, ele transforma simples tubos de papelão em construções grandiosas e espaços diferenciados, fazendo-se repensar as ideias de fraqueza, durabilidade e natureza efêmera do papel (SALADO, 2006, p. 4).

O primeiro tipo de sistema estrutural testado por Shigeru Ban era constituído de um painel portante, com o qual o arquiteto construiu um caramanchão em 1989. Seis meses após sua construção, a estrutura foi desmontada e os tubos foram testados.

Apesar de ficar muito tempo expostos a chuva, ventos e insolação, os tubos tiveram a sua resistência à compressão aumentada, devido ao endurecimento da cola utilizada na sua fabricação. Após este primeiro teste, em 1995, o arquiteto construiu sua própria casa de campo, no aterro de Lake Yamanaka, no Japão, fazendo uso do sistema construtivo. Essa foi sua primeira construção permanente que obteve autorização oficial e aprovação do governo japonês para utilizar tubos de papelão estruturalmente. Para proteger a obra da chuva e neve, ela foi envolta por panos de vidro móveis.

Shigeru Ban também utilizou o sistema de painéis importantes para construir abrigos emergenciais no Japão, na Turquia e na Índia. Contudo, nos primeiros dois países a cobertura dos abrigos era formada por tesouras em tubos de papelão, com ligações de madeira. Evoluindo um pouco mais, Shigeru Ban desenvolveu projetos compostos por treliças e pequenos arcos feitos a partir de elementos tubulares de papelão, como a Biblioteca do Poeta construída em 1991, no Japão. A partir daí, ele passou a projetar e construir uma série de obras em arcos, ousando mais a cada projeto.

A mais complexa estrutura construída até os dias atuais em tubos de papelão foi o Pavilhão Japonês na Feira Internacional de Hannover (Alemanha) no ano de 2000 (FIGURA 1). Construção temporária de 3.100 m² formou um espaço imponente e generoso e teve sua estrutura constituída de uma casca gigantesca de formato irregular e orgânico, feita a partir de uma trama de tubos de papelão. Atualmente, Shigeru Ban utiliza em algumas de suas obras tubos de papelão apenas para vedação ou estrutura e, em outras, para ambas as funções (SALADO, 2006, p. 13).

Figura 1 – Obra de Shigeru Ban



Fonte: Arquitetura de Papelão.

5 VEDAÇÕES VERTICAIS DE PAPELÃO

5.1 CÉLULA-TESTE BRASILEIRA

Com o objetivo de suprir as adequações e deficiências das obras de Shigeru Ban, buscou-se desenvolver um painel de vedação vertical de tubos de papelão que apresentasse as mesmas adequações, porém, com soluções para as deficiências identificadas (SALADO, 2011).

As principais propostas na tentativa de solucionar as deficiências foram:

- Utilizar tubos de papelão com 2,40m de comprimento para propiciar um pé direito compatível com o habitual em países ocidentais;
- Adotar a modulação de 1,20m x 2,40m para favorecer a construtibilidade e propiciar facilidade no transporte e armazenamento dos componentes íntegros, contribuindo com a praticidade na montagem e desmontagem da construção, além de conferir-lhe a possibilidade de ser montada de formas diferentes a cada uso;
- Utilizar barras roscadas para promover a resistência às cargas horizontais nos painéis, ao invés de cabos de aço, que são mais finos e menos rígidos;
- desenvolvimento de peças de ligação em argamassa armada (tecnologia bem difundida no Brasil) com a função de fazer o travamento entre painéis adjacentes e ligar os painéis a base e a cobertura, com saliências que se encaixam por dentro de cada tubo de papelão, aumentando a resistência do conjunto;
- uso de anéis de borracha e massa de calafetação (para isolação) sob os tubos de papelão para evitar contato com água e absorção de umidade pelas bases dos elementos; A aplicação de resinas impermeabilizantes comerciais à base de água em duas demãos, para dar proteção superficial aos painéis de vedação contra umidade.

Antes de se construir a célula-teste foram necessários alguns preparativos, como a execução da fundação tipo radier, mais superficial que as demais, foram fabricados os painéis de vedação vertical cegos e os dotados de esquadrias, peças de argamassa armada e a estrutura da cobertura, já que o projeto desenvolvido propõe um sistema construtivo com componentes pré-fabricados.

5.1.2 Fabricação dos Componentes Construtivos

Painéis de vedação vertical – os tubos de papelão utilizados foram armazenados em local seco, arejado e sombreado, continham as medidas estabelecidas no projeto, porém algumas peças foram cortadas para se fazerem os vãos da porta e janela; furou-se os tubos e foram transpassadas barras roscadas com 8mm de diâmetro com arruelas e porcas em suas extremidades para unir os elementos e propiciar resistência as cargas horizontais; acoplaram-se as esquadrias aos painéis e orifícios necessários para promover o encaixe; usou-se resina poliuretana à base de óleo de mamona; montou-se os oito painéis de vedação.

Peças de ligação – com fôrmas em Madeira compensada revestidas com chapas de poliestireno, foram produzidas duas peças de ligação de argamassa armada, no traço 1:3:x=0,5 com armadura em sua base em tela de aço soldada 25x25mm, uma delas retilínea e responsável pelo travamento entre painéis dispostos na mesma direção e a outra com a função de travar painéis adjacentes a 90° e tiveram suas bases impermeabilizadas com resina poliuretana à base de óleo de mamona na proporção de 1:2 aplicada com pincel.

Radier – fundação nas medidas de 3,50 x 3,50m, com 15cm de altura; demarcou-se a área; usou-se uma bussola para orientação; conferência dos ângulos retos com

uma trena; marcou-se o nível do radier com mangueira de nível; esticou-se o plástico grosso para a impermeabilização e iniciou-se a concretagem com concreto usinado ($f_{ck} = 25$ MPa) e usou-se tela de aço soldada 20 x 20cm para estruturar o radier.

Cobertura – preparou-se com Madeira de eucalipto e as telhas de fibras vegetais recicladas e foi preparada previamente para ser apenas erguida e fixada sobre os painéis.

5.1.3 Execução da Construção

O primeiro passo foi fixar as peças de ligação inferiores com parabolts, usando massa de calafetação sobre o radier para evitar frestas entre eles. Colocou-se novamente a massa de calafetação e anéis de borracha de alta densidade com o mesmo diâmetro das peças de ligação e, em seguida, iniciou-se a colocação dos painéis de vedação e das peças de ligação superior (SALADO, 2011).

Utilizou-se quatro cubos de madeira e um cabo de aço para fazer uma correção inesperada (abriram-se frestas entre as peças de ligação superiores). Como a cobertura já estava previamente preparada, ela foi instalada por partes sobre as peças de ligação superiores, também foram fixadas as telhas de fibras vegetais recicladas. Os próximos passos foram a colocação das folhas de fechamento nas esquadrias, o fechamento das empenas entre os painéis e a cobertura com chapas de OSB, e a aplicação de resinas impermeabilizantes nos painéis.

Por fim, as massas de calafetação colocadas sob os tubos foram moldadas, dando acabamento às peças e protegendo-as do contato com a umidade. Com o mesmo material vedaram-se as frestas sobre as esquadrias das portas e da janela, Figuras 2, 3, 4 e 5.

Figura 2 – Encontro de peças de ligação e painel



Figura 3 – Detalhe da ligação superior de vedação



Fonte: Gerusa Salado (2011).

Figura 4 – Vista frontal da célula-teste



Figura 5 – Vista lateral da célula-teste



Fonte: Gerusa Salado (2011)

5.1.4 Avaliação de Desempenho

Com base na NBR 15575 – Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho, alguns aspectos foram analisados por meio de testes em laboratórios, como, segurança estrutural, estanqueidade, durabilidade e manutenibilidade e pela observação do comportamento da célula-teste frente a situações reais de exposição.

Após os testes concluiu-se que:

A célula teve desempenho satisfatório para vedações com e sem função estrutural, respeitando-se as características e limitações do material;

Para estanqueidade e permeabilidade a célula teve desempenho não satisfatório para construções permanentes expostas à intempéries;

É necessário continuar as inspeções na célula-teste até que se complete 2 anos para se poder elaborar conclusões mais consistentes a respeito da durabilidade e manutenibilidade dos painéis de vedação vertical de tubos de papelão quando exposto à intempéries, não só no que diz respeito a impermeabilização dos mesmos, mas também as implicações que esta poderá gerar a sua segurança e resistência estrutural.

5.1.5 O Custo e Tempo de Execução

Com relação ao tempo, se considerou apenas o tempo referente à montagem do subsistema de vedação vertical a partir dos seus componentes pré-fabricados.

O tempo total para a execução de toda a vedação vertical da célula-teste por duas pessoas foi de 17,8 horas.

Com relação ao custo de execução, se considerou somente o custo relativo aos componentes construtivos desse subsistema e a mão de obra utilizada. No caso dos componentes forem executados por empresas especializadas eles podem ser feitos em menos tempo e com custo menor.

6 CONCLUSÕES

Conclui-se que de acordo com as pesquisas realizadas por Gerusa Salado, os testes executados apontam que o uso da vedação estrutural de papelão é sim uma boa alternativa para uma vedação resistente e diversos itens no qual o uso desse tipo de material proporciona. Além destes, os tubos de papelão apontam para outros benefícios como o uso de fios elétricos e canos de saneamento que podem se instalar entre as paredes de seus tubos sem precisar de rebocos. Esse material acaba sendo uma das melhores alternativas para quem opta por uma construção de baixo custo sem que haja danos à natureza.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. NBR 15113.2004. 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sistemas de Vedações Verticais internas e externas**. NBR-15575-4.2013. 2013.

AZEREDO, H.A. **O edifício até sua cobertura**. 2.ed. revisada. São Paulo, 1977

FORÚM DA CONSTRUÇÃO. Papelão é alternativa rápida e limpa na construção civil. **IBDA** – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Disponível em: <<http://forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=31&Cod=843>>. Acesso em:

PROCESSO CONSTRUTIVO. vedações verticais. D2R – Engenharia e Construções. Disponível em: <<http://www.d2reengenharia.com.br/vedacoes-verticais.php>>. Acesso em: 6 set. 2016

SALADO, G.C. **A arquitetura em tubos de papelão de Shigeru Ban**. V.1, n.2, p.3-15, 2006.

SALADO, G.C. **Painel de vedação vertical de tubos de papelão: estudo, proposta e análise de desempenho**. São Carlos-SP, 2014. p.85-209.

Data do recebimento: 07 de julho de 2017

Data da avaliação: 04 de agosto de 2017

Data de aceite: 03 de setembro de 2017

1 Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT-AL.
E-mail: jeh.santos_10@hotmail.com

2 Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT-AL.
E-mail: mcz_kassia@hotmail.com

3 Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT-AL.
E-mail: laysmsnunes@gmail.com

4 Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT-AL.
E-mail: samaramayagos@gmail.com

5 Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT-AL.
E-mail: sandovanio@msn.com