

CONSTRUÇÕES COM TUBOS DE PAPELÃO: UM ESTUDO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS DURANTE 2007-2017

CONSTRUCTIONS WITH CARDBOARD TUBES: A STUDY OF CONSTRUCTIVE SYSTEMS DURING 2007-2017

Nathalia Schimidt Dias, Universidade Estadual de Campinas

nathalia.schimidt@hotmail.com

Gerusa de Cássia Salado, Universidade Estadual de Campinas

gerusa@ft.unicamp.br

Resumo

A escassez de recursos naturais e os danos ao meio ambiente levam a construção civil a buscar alternativas mais sustentáveis. Torna-se cada vez mais urgente a utilização de materiais não-convencionais, como os tubos de papelão empregados por mais de 30 anos pelo arquiteto Shigeru Ban. O objetivo deste trabalho é abordar as obras do arquiteto durante um período de dez anos (2007 - 2017), estudando e analisando como é possível gerar construções permanentes e temporárias com sistemas construtivos similares aos adotados para materiais convencionais, como concreto, aço e madeira. Metodologicamente, fez-se o levantamento bibliográfico em livros, artigos científicos, teses, dissertações e sites sobre todas as obras com tubos de papelão do arquiteto neste período, realizou-se um estudo minucioso sobre os sistemas construtivos desenvolvidos e comparou-se com obras executadas convencionalmente. A importância desse estudo está em focar um material reciclado, leve, salubre, versátil, mais sustentável e barato. Frisa-se a necessidade de estudar, disseminar e incentivar novas tecnologias e, inclusive, novas políticas públicas.

Palavras-chave: Tubos de papelão; Materiais não-convencionais; Construções sustentáveis.

Abstract

Scarcity of natural resources and damage to the environment lead civil construction to seek more sustainable alternatives. The use of non-conventional materials, such as cardboard tubes used by architect Shigeru Ban for more than 30 years, is becoming increasingly urgent. The objective of this work is to approach the architect's works over a period of ten years (2007 - 2017), studying and analyzing how it is possible to generate permanent and temporary constructions with building systems similar to those adopted for conventional materials, such as concrete, steel and wood. Methodologically, a bibliographic survey was made in books, scientific article, theses, dissertations and websites about all the works with cardboard tubes of the architect in this period, a thorough study was carried out on the developed building systems and compared with works performed conventionally. The importance of this study is to focus on a recycled, more sustainable and cheaper, light, healthy, versatile material. There is a need to study, disseminate and encourage new technologies and even new public policies.

Key-words: Cardboard tubes; Non-conventional materials; Sustainable buildings.

1. Introdução

O setor da construção civil possui inúmeras possibilidades de materiais e técnicas construtivas. Dentre os materiais empregados, atualmente pode-se dividi-los em dois grandes grupos, sendo o primeiro composto por materiais convencionais, como concreto, aço e madeira e segundo composto por materiais não-convencionais, como por exemplo os tubos de papelão.

Segundo Salado e Sichieri (2008), cada material apresenta qualidades, vantagens e especificidades de uso, dessa forma, suas aplicações são limitadas de acordo com suas propriedades, compondo assim sistemas construtivos com diversas tipologias e funções.

Apesar das peculiaridades de cada sistema construtivo, Salado e Sichieri (2008), ressaltam que mesmo com funções (estrutural, vedação, acabamento etc.) e materiais distintos, os sistemas construtivos possuem características semelhantes, já que com base no potencial do material, definem-se as possíveis aplicações na construção civil e desenvolve-se uma tecnologia apropriada para o material.

O comportamento básico de qualquer sistema construtivo não depende somente do material e sim de como as forças são redistribuídas na estrutura, já que a estrutura deve ser capaz de resistir e redirecionar as forças atuantes, sem que haja deformações inaceitáveis que afetem a estabilidade e durabilidade do sistema estrutural (DIAS, 2017).

Diante do exposto acima, e baseando-se no conceito de que o sistema construtivo não depende somente do material e sim de como os elementos são empregados na estrutura, ressalta-se a aplicação de um material bastante versátil e que possibilita a concepção de sistemas construtivos variados: os tubos de papelão. As figuras 1 e 2 demonstram o uso do material em duas obras.



Figura 1 – Exposição Alvar Aalto, 1986.
Fonte: Jodidio, 2015, p.44.



Figura 2 – Catedral de Papelão, 2013.
Fonte: Jodidio, 2015, p.500.

Os tubos de papelão vêm sendo empregados nas obras do arquiteto japonês desde 1986. A partir de então, foram executadas diversas construções ao redor do mundo com esse material. Segundo McQuaid (2003), as vantagens de se utilizar tubos de papelão na construção civil são que estes são mais baratos, de baixa tecnologia, não geram desperdício e podem ser reciclados ou reutilizados, caso estejam em perfeitas condições de uso.

No mais, o objetivo deste trabalho é abordar as obras concebidas pelo arquiteto durante um período de dez anos, compreendidos entre 2007 e 2017, estudando e analisando como o arquiteto, a partir de um material reciclado, consegue gerar construções permanentes e temporárias com sistemas construtivos similares aos adotados para materiais convencionais,

como concreto, aço e madeira. Para se alcançar o objetivo proposto, realizou-se o levantamento bibliográfico em livros, artigos científicos, teses, dissertações e sites a respeito de todas as obras com tubos de papelão do arquiteto neste período, fez-se um estudo minucioso em nível de detalhes executivos dos sistemas construtivos desenvolvidos e, através de referências bibliográficas consagradas, elaborou-se um estudo comparativo entre estes e obras executadas com materiais convencionais.

No item subsequente, serão expostas as obras do arquiteto Shigeru Ban, tecendo-se alguns comparativos em relação aos sistemas convencionais.

2. Os sistemas construtivos em tubos de papelão desenvolvidos por Shigeru Ban durante a década de 2007-2017 e os sistemas construtivos convencionais

O arquiteto Shigeru Ban destaca-se pela abordagem inovadora de diversos materiais, dentre eles os tubos de papelão. Em suas construções com tubos de papelão, é possível verificar a versatilidade do material, uma vez que podem ser empregados em inúmeras obras, possibilitando sistemas construtivos diversificados.

Segundo Salado (2006), nas obras de Ban, os tubos são utilizados ociosos, apenas com tratamento contra a ação do fogo e umidade. Apesar de ser considerado um material fraco, o papelão adquire grande resistência e estabilidade quando utilizado no formato tubular, podendo obter resultados satisfatórios com relação ao desempenho estrutural.

Dentre estes sistemas construtivos convencionais encontram-se estruturas com sistema viga-pilar, painéis portantes, painéis de vedação, estruturas em arco, coberturas portantes, tesouras e treliças planas. Tais sistemas também foram identificados nas obras de Ban e serão abordados nos subitens a seguir. Posteriormente a apresentação das obras do arquiteto, apresenta-se o comparativo das principais propriedades mecânicas dos materiais empregados em sistemas convencionais (concreto, aço e madeira) e dos tubos de papelão.

2.1 Sistema Viga-Pilar

Em edificações, o sistema estrutural básico é composto por lajes, vigas e pilares, sendo os pilares responsáveis por receber os carregamentos e transmiti-los até a estrutura de fundação. Comumente, os materiais mais usuais nesse tipo de construção são o concreto armado e o aço (FERREIRA *et al.*, 2006).

Em algumas de suas obras, Shigeru Ban utiliza os tubos de papelão como vigas e pilares, os quais devem resistir aos carregamentos e direcioná-los ao solo. Dentre as obras que utilizam esse tipo de sistema construtivo no período de 2007-2017, pode-se subdividi-las em dois grupos, sendo o primeiro composto por tubos de papelão conectados por elementos de ligação e no segundo grupo têm-se os elementos transpassados, de forma que a conexão dos tubos é feita apenas por perfuração e transpasse, sendo que para a execução utiliza-se um tubo com maior diâmetro perfurado e transpassado por outro tubo de diâmetro menor. No sistema de transpasse, os tubos horizontais que atravessam os pilares ajudam na estabilidade estrutural, funcionando como vigas de travamento, impedindo os tubos que compõem os pilares de se deslocarem (DIAS, 2017).

Abaixo exemplificam-se sistemas viga-pilar. A figura 3, mostra o sistema com material convencional (concreto armado). Nas figuras 4 e 5, tem-se a Escola Temporária em Chegdu (2008) na qual os tubos de papelão são conectados por elementos de madeira e o Pavilhão temporário *Kyotographie* (2015), que apresenta tubos de papelão furados e transpassados.



Figura 3 – Sistema viga-pilar em concreto armado. Fonte: Zanollin Soluções Estruturais.



Figura 4 – Vista Interior da Escola Temporária de Chendu. Fonte: Jodidio, 2015, p.426.



Figura 5 - Vista interna do pavilhão *Kyotographie*. Fonte: Shigeru Ban Architects

No mais, nesse tipo de sistema construtivo é possível verificar a integração dos tubos de papelão com outros elementos construtivos, já que os tubos são estruturais e funcionam com vigas e pilares, necessitam de elementos complementares (painéis verticais) para efetuar a vedação vertical da obra.

Além das obras apresentadas anteriormente, pode-se citar no sistema construtivo viga-pilar o Atelier de Papel em Oganawa (2011), a Creche de Papel (2013) ambos compostos por tubos de papelão conectados por elementos de madeira, e quanto ao sistema viga-pilar com elementos transpassados, tem-se o Pavilhão de Arte de Abu Dhabi (2013), o Pavilhão do Futebol (2014) e os Sistemas de Partição de Papel (2011, 2014 e 2016), sendo este último utilizado para acolher pessoas desabrigadas em terremotos ou catástrofes naturais.

2.2 Painéis de vedação com tubos de papelão

A vedação vertical tem como principal função a divisão da edificação em ambientes que permitam o desenvolvimento adequado das atividades para as quais foram projetados (FRANCO, 1998). Ressalta-se que neste caso, os painéis de vedação não possuem função estrutural, uma vez que seu objetivo é a proteção contra vento e intempéries e segmentação da construção em ambientes. A figura 6 exemplifica uma estrutura convencional com aplicação de painéis de vedação vertical.

No período de 2007 a 2017, segundo Jodidio (2015), Shigeru Ban projetou a cabana Yakushima (Figura 7). Esta cabana foi construída em 2013 no Parque Nacional Kirishima, no Japão, para servir como refúgio aos caminhantes. Nessa obra em específico, os tubos foram colocados horizontalmente, remetendo às cabanas antigas construídas em madeira, nas quais eram dispostas toras horizontais.

De acordo com Jodidio (2015), a estrutura da cabana foi construída essencialmente em madeira de forma bem simples, com cobertura de apenas uma água e um espaço interior aberto. Na disposição dos tubos horizontais, nota-se que estes possuem apenas a função de

vedação vertical. Além disso, entre os tubos existem pequenas frestas vedadas com material transparente, permitindo dessa forma a entrada de luz natural (Figura 8).



Figura 6 – Edifício com painéis de vedação em concreto, Flórida. Fonte: PCI, 2007, p.92.



Figura 7– Vista exterior da Cabana Yakushima. Fonte: Jodidio, 2015, p.516.



Figura 8– Vista interior da Cabana Yakushima. Fonte: Jodidio, 2015, p.518.

2.3 Painéis portantes em tubos de papelão

Os painéis portantes ou alvenaria estrutural, além do seu peso próprio, devem ser capazes de suportar as cargas horizontais e verticais, já que sua função na estrutura, além da vedação, é trabalhar como elemento estrutural, como exemplificado na figura 9.



Figura 9 – Construção do empreendimento Flora Park II. Fonte: Peluso et al., 2015, p.35.

Nas obras do arquiteto Shigeru Ban, para que os tubos de papelão pudessem gerar sistemas estruturais portantes, foi necessário avaliar o material tecnicamente através da realização de ensaios, determinando assim, suas características quando submetidos aos esforços de compressão e flexão (MCQUAID, 2003).

Durante a década de 2007-2017, Ban projetou algumas obras com painéis portantes, sendo estas a Quinta botânica (2009), o *Paper Concert Hall* (2011) e o Museu Temporário de Cultura Contemporânea (2012). As figuras 10 a 12 mostram essas obras.



Figura 10 - Vista externa da Quinta Botânica.
Fonte: Shigeru Ban Architects.

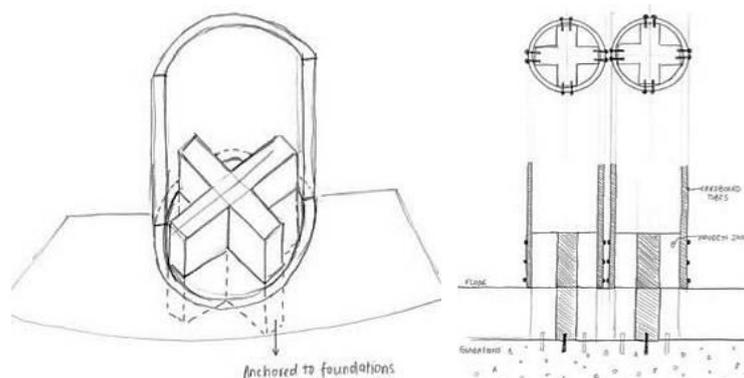


Figura 11 - Vista interna do Paper Concert Hall.
Fonte: Shigeru Ban Architects.



Figura 12 – Vista externa do Museu de Cultura. Fonte: Shigeru Ban Architects.

Para que os elementos do sistema estrutural sejam autoportantes, é necessária a utilização de elementos em madeira ou concreto na base e/ou no topo, possibilitando o encaixe e fixação dos tubos. Na base, o tubo é geralmente parafusado a diafragmas de madeira, quanto ao topo são utilizadas cintas para amarração, formando assim os painéis portantes (DIAS, 2017). Nas figuras 13 e 14, demonstra-se o diafragma de madeira utilizado na base dos tubos de papelão.



Figuras 13 e 14 – Croquis da ligação com diafragmas em madeira. Fonte: March2, 2012.

Vale ressaltar que nesse tipo de sistema construtivo, como os painéis têm função estrutural cabe a eles resistir e transmitir todos os esforços atuantes, como peso da cobertura, cargas de vento e até mesmo o peso próprio dos tubos para a fundação da construção.

2.4 Tesouras e treliças planas em tubos de papelão

As tesouras e treliças planas são muito utilizadas em obras de construção civil, principalmente em coberturas que necessitam vencer grandes vãos. São confeccionadas principalmente em aço ou madeira, e devido ao formato triangular dos elementos, esse tipo de solução é muito interessante para a sustentação, uma vez que elementos relativamente esbeltos são capazes de absorver os esforços solicitantes na estrutura.

As figuras 15 e 16 mostram duas coberturas realizadas com perfis metálicos e madeira, respectivamente.



Figura 15 – Estrutura metálica treliçada para cobertura. Fonte: MA Steel.



Figura 16 – Estrutura em madeira para cobertura. Fonte: Carmo Wood.

Nas obras de Ban, durante o período de 2007-2017, foram encontradas duas obras com esse sistema construtivo: o Pavilhão de Madrid (2013) e a *Papel Log House II* (2014).

O Pavilhão de Madrid foi construído em 2013. Com apenas 100 m², esse pequeno pavilhão, foi construído para promover um ambiente leve, aconchegante e funcional. A estrutura do pavilhão é composta por uma parede em concreto armado em forma de L, 06 pilares de tubos de papelão e uma cobertura levemente inclinada cujas treliças foram feitas com tubos de papelão unidos por peças em madeira (Figuras 17 e 18), (JODIDIO, 2015).



Figura 17 – Vista externa do pavilhão de Madrid
Fonte: Jodidio, 2015, p.522.

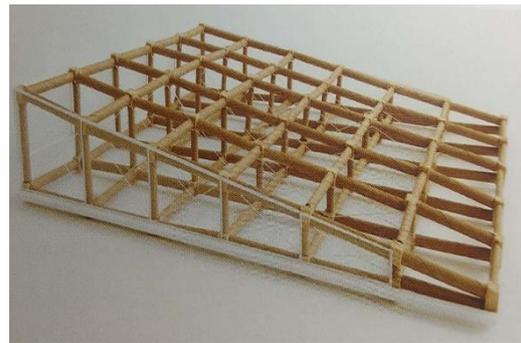


Figura 18 – Estrutura de cobertura com tubos de papelão. Fonte: Jodidio, 2015, p.523.

Os abrigos temporários denominados *Paper Log House II* (Figuras 19 e 20), foram construídos em 2014 para refugiados atingidos pelo ciclone nas Ilhas Filipinas. A estrutura montada com tubos de papelão utilizava para a vedação vertical painéis de bambu trançado e para a cobertura, utilizou-se tesouras compostas por tubos de papelão, posteriormente revestidas por lonas plásticas e folhagens de palmeira Nipa (JODIDIO, 2015).



Figura 19 – Vista externa do pavilhão do abrigo.
Fonte: Jodidio, 2015, p.532.



Figura 20 – Construção do abrigo. Fonte:
Jodidio, 2015, p.532.

2.5 Arcos em tubos de papelão

Os arcos são elementos estruturais capazes de resistir muito bem aos esforços de compressão, além de vencer grandes vãos devido ao seu formato. Constituídos por barras curvas, os arcos têm sua forma definida em função do material a ser utilizado e dos esforços atuantes na estrutura (SOUZA; RODRIGUES, 2008).

As estruturas em arco vêm sendo utilizadas pela sociedade desde a antiguidade. Como exemplo, pode-se citar a ponte-aqueduto *Pont du Gard*, na França, construída há quase 2000 anos. Segundo Silva (2011), a ponte foi construída pelos romanos com a utilização de argamassa e pedra, possuindo 49 m de altura e 275 m em sua mais longa extensão. Em 2007, Shigeru Ban em conjunto com alguns alunos da Universidade de Arquitetura de *Montpellier*, construiu a Ponte de Papel situada na França próximo a *Pont du Gard* – Figura 21.



Figura 21 – Vista da ponte de papel e *Pont du Gard* ao fundo. Fonte: Shigeru Ban Architects.

A ponte de papel composta por duas estruturas vence um vão de 22 m e a atinge a altura máxima de 6,5 m. A estrutura principal é composta por tubos de papelão e conectores metálicos, e na estrutura secundária utilizou-se materiais como madeira, plástico e papel. Neste projeto, Shigeru Ban decide utilizar os tubos de papelão para contrastar com o uso de materiais mais pesados como as pedras utilizadas na *Pont du Gard*, proporcionando elegância e leveza à Ponte de Papel. (JODIDIO, 2015).

Além da ponte de papel, o arquiteto também projetou outras duas estruturas em arco: o Pavilhão Bienal Temporário de Hong Kong (2009) e o KUAD Shigeru Ban *Studio* (2013).

Conforme o site oficial de Shigeru Ban, a estrutura do pavilhão de Hong Kong possuía um arco de 30 m de comprimento composto por treliças planas de tubos de papelão com juntas em aço. No arco, havia uma estrutura principal composta por tubos de 33,6 cm de diâmetro e uma secundária com tubos de 24,3 cm. Além dos tubos havia também cabos de aço tracionados como elementos de contraventamento.

O KUAD Shigeru Ban *Studio*, foi um estúdio temporário, no qual a rigidez da superfície do arco foi obtida com grades formadas por tubos de papelão de 2,2 m x 1,2 m e contraplacado estrutural. A cobertura do estúdio KUAD foi feita em madeira compensada com recortes circulares que permitiam a entrada de luz natural.

Em ambas as estruturas os arcos foram utilizados na cobertura, assemelhando-se muito ao sistema construtivo convencional que utiliza madeira ou aço para a sua concepção. As figuras 22, 23 e 24 mostram o pavilhão de Hong Kong, o estúdio KUAD e uma estrutura de cobertura em arco feita com madeira.



Figura 22 – Pavilhão de Hong Kong. Fonte: Shigeru Ban Architects.



Figural 23 – KUAD Shigeru Ban Studio. Fonte: Shigeru Ban Architects.



Figura 24 – Estrutura de cobertura em arco feita com madeira. Fonte: Carmo Wood.

2.6 Cobertura portante com tubos de papelão

As coberturas portantes funcionam como uma estrutura em casca utilizada para o fechamento e proteção contra vento e intempéries, além de oferecer função estrutural, esse tipo de estrutura possui boa resistência mecânica, o que permite vencer grandes vãos. Como exemplo desse sistema construtivo, Shigeru Ban projetou em 2013, a Catedral de Papelão (figura 25), localizada na Nova Zelândia. Essa catedral foi projetada para substituir a antiga catedral que foi destruída após o terremoto em fevereiro de 2011.

Com capacidade para 700 pessoas, a catedral de 770 m² utiliza em sua composição materiais como madeira, tubos de papelão, chapas de policarbonato e vidro. Os tubos de papelão com 6,1 m de comprimento foram colocados em formato triangular remetendo simplicidade e elegância à estrutura, condizente com a função religiosa (JODIDIO, 2015). Segundo Dias (2017), os tubos da cobertura da catedral foram conectados aos *containers* através de conexões metálicas, gerando assim uma cobertura autoportante.

Analisando os sistemas construtivos convencionais, geralmente, as coberturas portantes são realizadas por telhas metálicas, que garantem leveza à estrutura e bom desempenho estrutural. Na figura 26, mostra-se uma estrutura portante com telhas metálicas.



Figura 25 – Vista interna da Catedral de Papelão. Fonte: Jodidio, 2015, p.500.

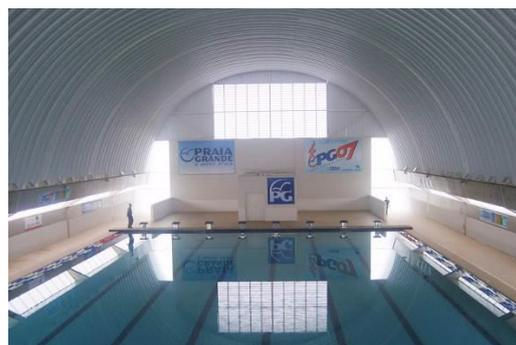


Figura 26 – Estrutura com telha metálica autoportante. Fonte: Açoport.

2.7. Comparação das propriedades mecânicas dos materiais empregados em sistemas convencionais (concreto, aço e madeira) e tubos de papelão

Na tabela 1 pode-se observar algumas propriedades como tensão, deformação e densidade de materiais como madeira, concreto e aço (convencionais) e dos tubos de papelão.

	Módulo de Elasticidade		Tensão Máxima Compressão		Tensão Máxima Tração		Máxima deformação		Peso espec.
	[GPa]		[Mpa]		[Mpa]		[%]		kN/m ³
Concreto C20/C25	29		20		2,2		3,5		25
Aço Fe E235	210		360		360		20		78,5
*)	II	⊥	II	⊥	II	⊥	II	⊥	
Madeira									
Madeira Macia	11-14	0,3-0,5	30-50	4-7	30-80	1-3			4,5-7
Papel e Papelão									
Geral	2-20	0,5-10	5-10	2-5	15-45	5-20	5-2,5	3-4	6-8
1050g/m ² **)	4,25	1,82	-	-	28,1	15,2	3,55	5,12	6-9

Tabela 1 – Propriedades mecânicas dos materiais. Fonte: Eeckout *et al.*, 2008, p.139.

*) **Madeira:** II Direção Paralela as fibras
⊥ Direção Perpendicular as fibras

Papel e papelão: II Direção da máquina
⊥ Direção Perpendicular máquina

) **Resultados obtidos para o papelão na Technology University Delft

Dentre os materiais empregados nos sistemas construtivos abordados neste trabalho, o papelão não é, obviamente, comparável ao aço ou concreto, quanto à rigidez e resistência máxima, mas tem semelhanças com a madeira. A madeira também é anisotrópica e mesmo sendo muito resistente na direção paralela, tem propriedades quase insignificantes na direção perpendicular (EECKOUT *et al.*, 2008).

3. Conclusões

Como exposto nas obras acima, os tubos de papelão podem compor diversos sistemas construtivos, versáteis e assemelhando-se muito aos sistemas construtivos convencionais.

Diferentemente dos métodos construtivos convencionais como concreto, aço e madeira, a utilização de sistemas construtivos compostos por tubos de papelão oferecem algumas vantagens, já que estes dispensam a execução de acabamento; não necessitam de fundações complexas, pois são elementos leves; geram construções limpas e sustentáveis e não necessitam de mão-de-obra qualificada. Apesar de não serem comparados em termos de resistência ao concreto e aço, os tubos de papelão adequam-se aos mais diversos projetos arquitetônicos, surpreendendo pela beleza de algumas obras. Além do mais, os tubos de papelão, podem ser reaproveitados se estiverem em perfeito estado ou facilmente reciclados. Em contrapartida, assim como em estruturas de madeira, os tubos de papelão requerem tratamento contra fogo e umidade, além de exigirem coberturas leves.

Analisando minuciosamente as obras de Shigeru Ban, pode-se afirmar que a resistência e a estabilidade da estrutura estão relacionadas ao conhecimento do material e das técnicas empregadas e não somente à resistência mecânica do material em si.

No mais, este trabalho demonstra que é possível propor sistemas construtivos com desempenho satisfatório, utilizando um material sustentável, mais barato que os convencionais, leve, salubre e versátil, desde que se conheçam as características do material e as tecnologias envolvidas no sistema construtivo em questão.

Referências

AÇOPORT. **Galeria de obras.** Disponível em: <http://acoport.com.br/categoria/galeria-de-obras/>. Acessado em 22 de maio de 2019

CARMO WOOD. **Estruturas de madeira e coberturas de grandes espaços.** <https://www.carmo.com/pt/produtos/estruturas-em-madeira-3/estruturas-de-madeira-e-coberturas-de-grandes-espacos-366>. Acessado em 22 de maio de 2019.

DIAS, N. S. **Estudo e proposta de sistema estrutural com tubos de papelão.** Relatório (Iniciação Científica). Limeira: Universidade Estadual de Campinas: Faculdade de Tecnologia, 2017.

FERREIRA, E. M. *et al.* **Concepção de pilares em concreto armado e de pilares em aço.** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba/Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, 2006.

FRANCO, L. S. **O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção.** Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, 1998.

EECKOUT, M. *et al.* **Cardboard in architecture.** Holanda: IOS Press, 2008.

JODIDIO, P. **Shigeru Ban: Complete Works 1985-2015.** Taschen, 2015.

MA STEEL. **Cobertura em estrutura metálica.** Disponível em: <https://www.masteel.com.br/cobertura-estrutura-metalica>. Acesso em 22/05/2019.

MARCH2. **Shigeru Ban: building with paper – paper house, 2012.** Disponível em: <https://clarewashington.wordpress.com/2012/12/>. Acessado em 19 de março de 2017.

McQUAID, M. **Shigeru Ban.** Nova York: Phaidon Press, 2003.

PELUSO, E. O.; CARVALHO, V. T. A.; NETO PRADO, A. P. **Alvenaria estrutural. Empreendimento Flora Park II.** Goiânia: Universidade Federal De Goiás - UFG, Escola De Engenharia Civil, 2015.

PONT DU GARD. **História de uma ponte notável.** Disponível em: <http://pontdugard.com/pt/pont-du-gard/historia-de-uma-ponte-notavel>. Acesso em 22/05/2019.

PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE INSTITUTE – PCI. **Architectural Precast Concrete Manual.** Chicago: Precast/Prestressed Concrete Institute, third edition, first printed, 2007. 588 p.

SALADO, G. C. **Construindo com tubos de papelão: um estudo da tecnologia desenvolvida por Shigeru Ban.** Dissertação (mestrado). São Carlos: Universidade de São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos, 2006.

SALADO, G. C. **Diferentes Alternativas de Materiais e Técnicas Construtivas.** Trabalho Final de Graduação. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2003

SALADO, G. C.; SICHIERI, E. P. **Sistemas construtivos compostos por tubos de papelão (Seminário).** NUTAU- Espaço Sustentável: Inovações em Edifícios e Cidades, 2008.

SHIGERU BAN ARCHITECTS. *Paper tube structure*. Disponível em: <http://www.shigerubanarchitects.com/works.html>. Acessado em 21 de maio de 2019.

SILVA, C. E. **Sistema de cobertura com pórticos de estabilização bidirecionais em perfis metálicos de seção circular com costura para construção residencial industrializada**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto – Escola de Minas Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2011.

SOUZA, M. F. S. M.; RODRIGUES, R. B. **Sistemas estruturais de edificações e exemplos**. Campinas: Universidade Estadual De Campinas - Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo – FEC. Departamento de Estruturas – DES, 2008.

ZANOLLIN SOLUÇÕES ESTRUTURAIS. **Empresa de Estrutura de Concreto Armado Convencional Clementina**. Disponível em: <http://www.zanollin.com.br/estruturas-de-concreto/estruturas-de-concreto/estrutura-de-concreto-pre-moldado/empresa-de-estrutura-de-concreto-armado-convencional-clementina>. Acessado em 21 de maio de 2019.