

# ESTUDO COMPARATIVO DOS CASES DE HABITAÇÃO TEMPORÁRIA “PAPER LOG HOUSE” E APLICAÇÕES NO BRASIL

COMPARATIVE STUDY OF CASES OF TEMPORARY HOUSING “PAPER LOG HOUSE” AND APPLICATIONS IN BRAZIL

LUANA TORALLES CARBONARI, M.Sc. | UFSC

LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dra. | UFSC

## RESUMO

Os desastres naturais têm gerado, em diversas localidades, um grande número de desabrigados e, conseqüentemente, a necessidade de habitações temporárias. Em resposta a isso, o arquiteto Shigeru Ban desenvolveu em 1995 o projeto de uma habitação temporária denominada "Paper Log House" para os desabrigados após um terremoto no Japão, reutilizando tubos de papel. Posteriormente, a Paper Log House foi utilizada como resposta a desastres em diferentes locais, sendo modificada para se adaptar a cada contexto. Este artigo tem como objetivo realizar uma análise comparativa dessas habitações temporárias, utilizadas no Japão, na Turquia, na Índia e nas Filipinas, e avaliar aplicações no contexto brasileiro. Utilizou-se de pesquisa bibliográfica para averiguar a reutilização de tubos de papel na arquitetura de Shigeru Ban e as características projetuais e construtivas da primeira Paper Log House. Após isso, foi realizada uma análise comparando os quatro casos e são apresentados estudos realizados no Brasil, referentes a ensaios laboratoriais e à construção de uma réplica da Paper Log House. Com os resultados da análise comparativa pode-se concluir que os aspectos culturais, econômicos e ambientais de cada contexto são de grande importância no projeto. Observou-se que seria possível construir obras semelhantes às do arquiteto Shigeru Ban com os tubos de papel fabricados no Brasil, a partir de soluções projetuais para compensar a baixa resistência mecânica dos tubos. Também se verificou que o sistema construtivo da Paper Log House pode ser vantajoso em termos econômicos como resposta a situações emergenciais no País.

**PALAVRAS CHAVE:** Desastres naturais; Habitação temporária; Reutilização; Tubos de papel.

## ABSTRACT

Natural disasters have generated, in several localities, a great number of homeless people and, consequently, the need of temporary housing. In response to this, the architect Shigeru Ban developed in 1995 the project of a temporary housing named "Paper Log House" for the homeless after an earthquake in Japan reusing paper tubes. Subsequently, it was used as a response to disasters in different places, being modified to adapt to each context. This paper aims to perform a comparative analysis of these temporary housing, used in Japan, Turkey, India and the Philippines, and evaluate applications in the Brazilian context. A literature review was performed to investigate the reuse of paper tubes in Shigeru Ban's architecture and the design and construction characteristics of the first Paper Log House. After this, an analysis is performed comparing the four cases and two studies are presented in Brazil, concerning laboratory tests and the construction of a replica of Paper Log House. With the results of the comparative analysis it can be concluded that the cultural, economic and environmental aspects of each context are of great importance in the project. It was observed that it would be possible to construct works like those of the architect Shigeru Ban with paper tubes manufactured in Brazil, from solutions to compensate the low mechanical resistance of the tubes. It has also been found that the construction system of Paper Log House can be economically advantageous in response to emergency situations in the country.

**KEY WORDS:** Natural disasters; Temporary housing; Reuse; Paper tubes



## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a EIRD / ONU (2004), todos os anos mais de 200 milhões de pessoas são afetadas por desastres, principalmente de origem climática. Segundo o UFSC / CEPED (2013), este fato está relacionado com um aumento considerável na frequência e intensidade dos desastres e, também, nos impactos gerados. Um dos principais motivos para esse aumento é a intensificação das alterações realizadas pelo homem no meio ambiente a fim de modificá-lo e adaptá-lo às suas necessidades e usos.

De acordo com Bedoya (2004), a presença de desastres contribui para a deterioração do ambiente e da memória cultural de um lugar, destruindo infraestruturas públicas e estruturas habitáveis e causando muitas perdas de vidas humanas. Além disso, esses desastres deixam milhares de pessoas desabrigadas, levando a mobilizações nos governos e na sociedade e resultando na necessidade de abrigos e habitações temporários.

O direito à moradia está implícito na Declaração Universal dos Direitos Humanos e em diversos documentos elaborados por organizações multilaterais. Em 1996 foi realizada em Wisconsin, EUA, a primeira conferência para assentamentos emergenciais – First International Emergency Settlement Conferences e estabeleceu-se que o acesso à moradia básica e contextualmente apropriada é uma necessidade humana essencial. Os padrões para essa moradia podem variar dependendo do contexto cultural, da situação, do clima e de outros fatores (SCHRAMM e THOMPSON, 1996).

Somado a isso, Salado (2006), aponta um aumento na exploração de recursos naturais para suprir a demanda de consumo da população mundial, que tem experimentado um crescimento acelerado. Observa-se que a indústria da construção civil tem um grande impacto no meio ambiente, gerando uma grande quantidade de resíduos de construção que, segundo Santos, Cândida e Ferreira (2010), representam cerca de 50% da massa de resíduos sólidos urbanos. De acordo com Araujo (2012), para reduzir o impacto deste setor no meio ambiente devem-se estudar métodos construtivos que aproveitem os materiais disponíveis e ajudem a mitigar os seus efeitos. Uma das soluções construtivas que vem se consolidando é o uso de materiais reciclados ou reutilizados. Esta prática minimiza o impacto ambiental e contribui para o incremento da sustentabilidade das construções.

Em vista do atual contexto de grande preocupação com a preservação do meio ambiente e, ao mesmo tempo, às inúmeras pessoas desabrigadas em decorrência de desastres naturais, este artigo destaca o trabalho do arquiteto japonês Shigeru Ban, conhecido pelo uso

inovador dos materiais de construção e pelos seus projetos de caráter humanitário. Nos últimos anos, este arquiteto tem aplicado seus conhecimentos em materiais recicláveis e reutilizáveis, principalmente papel e papelão, utilizando-os, segundo Archdaily (2014), para construções de alta qualidade e habitações de baixo custo para vítimas de desastres naturais em todo o mundo. Além disso, Salado (2006) aponta outras vantagens no uso dos tubos de papel na construção, como baixo custo, facilidade na realocação e substituição quando danificados, baixa tecnologia e mínima geração de resíduos.

Neste estudo é analisado o trabalho de Shigeru Ban com tubos de papel reutilizados para a construção de habitações temporárias, com foco em seu projeto nomeado "Paper Log House" e algumas aplicações no Brasil. Esta habitação foi desenvolvida inicialmente em resposta aos desabrigados após o terremoto de 1995 em Kobe, no Japão. Posteriormente o mesmo foi utilizado como resposta a desastres naturais em diferentes locais, sendo modificado para se adaptar a cada contexto.

Este trabalho visa, inicialmente, realizar uma análise comparativa entre a primeira habitação temporária feita para Kobe e os projetos subsequentes, feitos no ano 2000, após um terremoto na Turquia; em 2001, após o terremoto Bluj na Índia e em 2014, após o furacão Yolanda nas Filipinas. A partir disso, almeja-se identificar as principais adaptações feitas em cada caso, visando destacar os aspectos mais relevantes do projeto e construção das habitações temporárias nos diferentes contextos. Após isso, são analisados estudos realizados no Brasil referentes a ensaios laboratoriais com os tubos de papel para verificar a possibilidade de uso deste material no País e à construção de uma réplica da Paper Log House, identificando a sua exequibilidade em termos econômicos no contexto brasileiro.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão de literatura está dividida em dois subtópicos, abordando de modo sintético a reutilização de tubos de papel na arquitetura de Shigeru Ban e as características projetuais e construtivas da primeira habitação temporária "Paper Log House" desenvolvida em 1995 para Kobe, Japão.

### 2.1. A reutilização de tubos de papel na Arquitetura de Shigeru Ban

"What is a permanent and what is a temporary building? Even a building made in paper can be permanent as long as people love it" (BAN, 2013).

Segundo Salado (2006), o uso de tubos de papel na construção civil teve início em 1970, nos EUA. Nesse período, alguns experimentos isolados foram desenvolvidos, também realizados por pesquisadores europeus. No entanto, foi o arquiteto japonês Shigeru Ban quem mais se dedicou ao desenvolvimento e disseminação dessa tecnologia. Na maioria de suas obras, o arquiteto mantém as características simples do tubo de papel, utilizando-o oco e com tratamento contra a ação do fogo e da umidade. Além disso, aumenta as qualidades básicas dos tubos para obter um material estrutural com resistência satisfatória. Deste modo, Ban transforma os tubos de papel simples em grandes construções e espaços diferenciados, repensando a natureza efêmera do papel. Em suas obras observa-se que os tubos de papel são um material muito versátil e podem ser utilizados de muitas formas, permitindo diversos sistemas construtivos.

Shigeru Ban iniciou seus experimentos com tubos de papel utilizando esse material para construir painéis de divisórias em ambientes fechados, como na exposição Alvar Aalto, em 1986, em Tóquio. Depois disso, segundo Salado (2006), ele passou a testar os tubos de papel para utilizá-los como um material estrutural. Entretanto, para conhecer as características técnicas dos tubos foi necessário o desenvolvimento de testes laboratoriais. O primeiro sistema estrutural testado, denominado "Paper Arbor", foi feito em 1989, em Nagoya, no Japão. De acordo com Shigeru Ban Architects (2018b), nessa obra, 48 tubos de papel foram tratados com uma impermeabilização em parafina e montados em uma base de concreto pré-moldado. Os tubos foram endurecidos com cola e unidos em sua extremidade por um anel de compressão de madeira. Seis meses após a construção, a estrutura foi desmontada e a resistência dos tubos de papel foi analisada. Apesar de expostos às intempéries, os tubos tiveram sua resistência à compressão aumentada devido ao endurecimento da cola utilizada em sua fabricação.

O arquiteto também explorou as possibilidades plásticas do material usando-o em painéis de vedação, como no salão temporário multiuso construído em Odawara, Japão, em 1990. Segundo Shigeru Ban Architects (2018c), nesta obra foi utilizada uma estrutura metálica para dar suporte à cobertura. Os tubos de papel serviram para vedar o espaço e fornecer proteção contra chuva e ventos fortes. Os espaços entre os tubos foram preenchidos com tubos de vinil transparente para filtrar a luz natural. No ano de 1995, o arquiteto construiu sua própria casa no Lago Yamanaka,

no Japão. De acordo com Salado (2006), esta foi sua primeira construção permanente que obteve autorização oficial do governo japonês para utilizar os tubos de papel estruturalmente.

Depois de 1995, Shigeru Ban começou a trabalhar em áreas atingidas por desastres naturais, construindo abrigos e habitações temporárias e reconstruindo edificações danificadas. Um exemplo é a habitação temporária denominada "Paper Log House", utilizada no Japão, na Turquia, na Índia e nas Filipinas. O arquiteto também desenvolveu o "Paper Partition System" com o objetivo de fazer partições dentro dos centros de evacuação, dando privacidade aos desabrigados. Segundo Archdaily (2014), outro importante projeto humanitário foi a reconstrução de uma igreja com tubos de papel após um desastre natural em 1995 em Kobe, Japão. Esta igreja foi desmontada em junho de 2005 e todos os materiais foram enviados para uma cidade em Taiwan após um grande terremoto, tornando-se um edifício permanente. Em 2008, um projeto cooperativo entre universidades japonesas e chinesas, coordenado por Shigeru Ban, trabalhou na construção de salas de aula temporárias usando tubos de papel para uma escola em Chengdu, na China, após um terremoto. Durante as férias de verão, cerca de 120 voluntários trabalharam juntos e, em um mês, nove salas de aula foram concluídas.

Além dos diversos projetos humanitários realizados pelo arquiteto, ele também desenvolveu grandes obras, como museus, bibliotecas, pavilhões, pontes, ateliers, entre outros. Alguns destes compostos de treliças e arcos feitos de elementos tubulares de papel, formando estruturas ousadas e complexas. Segundo Salado (2006), a estrutura mais complexa construída pelo arquiteto em tubos de papel foi o Pavilhão Japonês na Feira Internacional de Hannover, na Alemanha, em 2000. A construção temporária de 3.100 m<sup>2</sup> de área conformou um imponente espaço, com uma estrutura de formato irregular e orgânico, feita a partir de uma trama de tubos de papel. Considerando o desenvolvimento sustentável, o sistema construtivo e os materiais utilizados foram especificados para reduzir o desperdício e reciclar ou reutilizar o máximo de componentes possível após a sua desmontagem.

Na Figura 1 pode ser vista uma linha do tempo com alguns dos principais projetos de Shigeru Ban com tubos de papel.

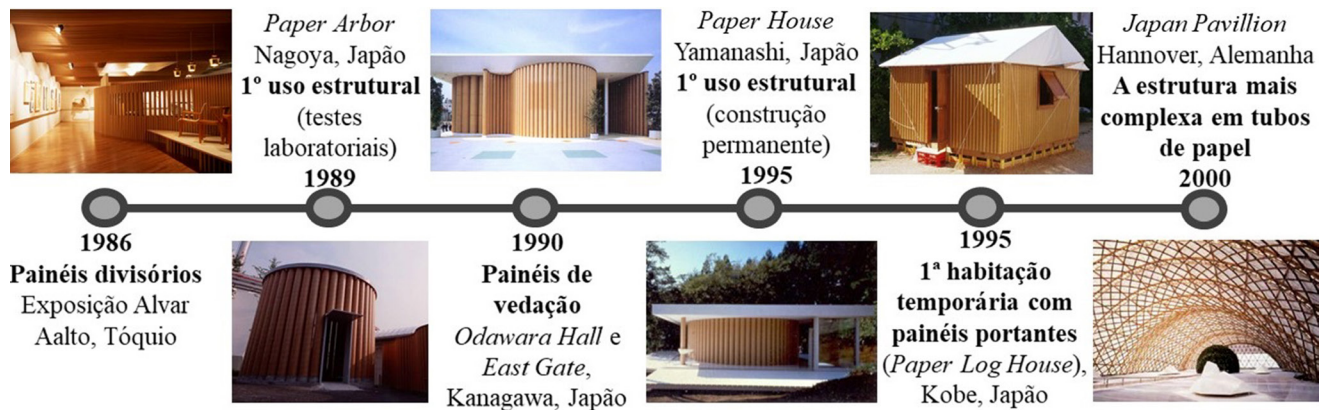


Figura 1 – Linha do tempo com alguns projetos de Shigeru Ban  
Fonte: Autor.

Segundo Buck (1997), as obras de Shigeru Ban levam a uma reflexão sobre a relação entre arquitetura e materiais, comprovando que a força e a estabilidade de uma estrutura estão relacionadas ao conhecimento do material e à técnica construtiva adotada.

## 2.2. Habitação temporária Paper Log House desenvolvida para Kobe, Japão

*"So I thought, even as architects, we can be involved in the reconstruction of temporary housing. We can make it better. So that is why I started working in disaster areas"* (BAN, 2013).

Segundo Brasil (2012), desastre é o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ambiente vulnerável, que excede a capacidade de resposta do sistema social atingido. Uma ação importante para minimizar os danos causados por desastres é a redução do número de pessoas residentes em áreas de risco, pois após desastres podem ter que abandonar suas casas e se convertem em desabrigadas ou desalojadas. De acordo com o UFSC / CEPED (2014), desabrigado é aquele cuja habitação foi danificada ou destruída por desastres, ou que está localizado em áreas de risco, e que necessita de abrigo para ser alojado. Já o desalojado é aquele cuja habitação foi danificada ou destruída, mas que não necessita de abrigo, pois buscará hospedar-se na casa de amigos ou parentes. Quarantelli (1995) define quatro etapas na provisão de abrigo e habitação pós-desastre:

- Abrigo de emergência: tem curta duração, geralmente de algumas horas a um dia, e exige pouca infraestrutura e serviços.
- Abrigo temporário: com duração de dias a semanas. Exige mais infraestruturas e serviços, porém, ainda não se restabelece a rotina diária.

- Habitação temporária: que se refere à retomada da rotina e das atividades diárias dos desabrigados e se estende por meses a anos.
- Habitação permanente: referente ao retorno dos desabrigados para suas casas reconstruídas ou reparadas, ou o reassentamento a outra localidade.

A Paper Log House é uma habitação temporária desenvolvida pelo arquiteto Shigeru Ban para ajudar os desabrigados após um terremoto de magnitude 7,2 na escala Richter, que atingiu a cidade de Kobe, no Japão, em 1995. Segundo Osamu, Akagi e Kita (1995), este desastre gerou trezentas e vinte mil pessoas desabrigadas e as consequências do terremoto deixaram a cidade em ruínas, destruindo cerca de cento e dois mil edificações. De acordo com McQuaid (2003), um grupo de dez voluntários, incluindo um líder, foi designado para construir cada unidade. Os seis primeiros módulos foram concluídos em menos de seis horas e no final foram montadas vinte e sete unidades. Como apontado por Ferreira (2011), os critérios para a Paper Log House eram materiais locais e de baixo custo, métodos construtivos simples, isolamento térmico satisfatório, baixo impacto ambiental e, ao mesmo tempo, qualidade estética. A habitação é facilmente montável e desmontável e seus elementos pré-fabricados foram manufaturados em um espaço próximo ao local de trabalho, em uma espécie de oficina improvisada.

Segundo Salado (2006), famílias com filhos mais velhos recebiam duas unidades. Os módulos foram dispostos lado a lado e o espaço de 1,8 m entre eles foi utilizado como área comum. As dimensões em planta da habitação temporária são de 4 por 4 m, totalizando 16m<sup>2</sup> de área privativa. Internamente não há divisórias, configurando um único espaço. De um lado da habitação está localizada a porta e nas outras três faces foram dispostas janelas para favorecer a entrada de luz natural e a circulação de ar em seu interior. Nas Figuras 2 e 3 pode ser vista a Paper Log House externa e internamente.



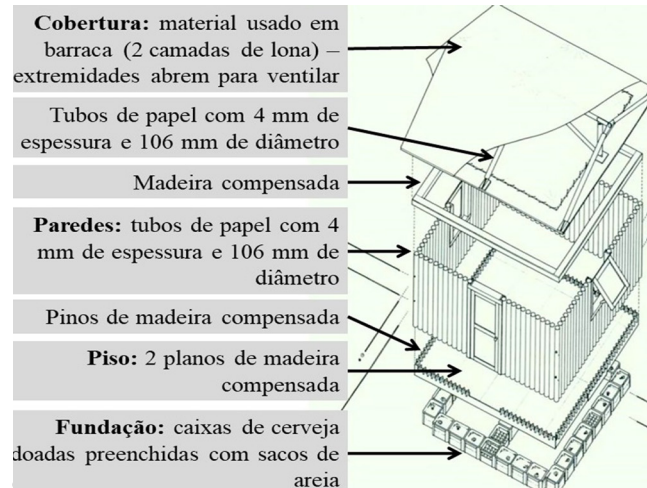


**Figura 2** – Paper Log House externamente  
**Fonte:** Ferreira (2011).



**Figura 3** – Paper Log House internamente  
**Fonte:** Ferreira (2011).

Segundo Salado (2006), a fundação consiste em caixas de cerveja doadas, preenchidas com sacos de areia, para ajudar a ancorar as mesmas no local. No piso foram utilizadas duas placas de madeira compensada com 4 por 4 m, contornadas por pinos de madeira compensada. As paredes são feitas de tubos de papel com 4 mm de espessura e 106 mm de diâmetro, que têm função estrutural e de vedação. Esses tubos são encaixados nos pinos de madeira compensada, sendo unidos com fita adesiva expansiva, de modo a obter maior resistência à água. A cobertura de duas águas foi apoiada em uma estrutura feita com tubos de papel e revestida com uma dupla camada de lona. As extremidades da cobertura são operáveis, para melhorar a ventilação no verão. . Nas Figuras 4, 5 e 6 é possível visualizar as partes componentes da Paper Log House.



**Figura 4** – Perspectiva com informações dos materiais utilizados  
**Fonte:** Adaptado de McQuaid (2003)



**Figura 5** – Montagem da Paper Log House  
**Fonte:** Ferreira (2011).



**Figura 6** – Montagem da Paper Log House  
**Fonte:** Ferreira (2011).



Após o desastre em Kobe, os resultados positivos da Paper Log House levaram o arquiteto Shigeru Ban a propor projetos semelhantes para outros países.



### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia aplicada parte de levantamento bibliográfico, identificando conceitos referentes a reutilização de tubos de papel na arquitetura de Shigeru Ban e às características projetuais e construtivas da primeira Paper Log House desenvolvida para Kobe, no Japão, em 1995. Em seguida, é realizada uma análise comparando esta primeira habitação temporária com as principais adaptações feitas em três projetos subsequentes: para a Turquia, a Índia e as Filipinas. Em cada caso, o projeto, os materiais e as técnicas construtivas foram analisados, referentes às dimensões, à forma, à fundação, ao piso, às paredes e à cobertura de cada uma das habitações temporárias. Os dados obtidos foram sintetizados em um quadro, a fim de fornecer uma visão sistêmica dos resultados. Por fim, foram analisadas três aplicações no Brasil, referentes a execução de testes laboratoriais com tubos de papel fabricados no País e a construção de uma réplica da Paper Log House. Em duas pesquisas é verificada a possibilidade de uso deste material, compondo sistemas construtivos no Brasil. No terceiro estudo é analisada a exequibilidade da Paper Log House em termos econômicos no contexto brasileiro.

### 4. ADAPTAÇÕES DA PAPER LOG HOUSE À DIFERENTES CONTEXTOS

Depois de um terremoto que atingiu a Turquia em 1999, Shigeru Ban construiu algumas Paper Log Houses para as vítimas em Kaynashi. Com base no primeiro projeto desenvolvido para Kobe, algumas melhorias foram aplicadas para se adequar ao ambiente na Turquia. As unidades tinham uma configuração maior e mais isolamento térmico, devido ao clima frio do local. No ano de 2001, o terremoto Bluj atingiu a Índia e o arquiteto também usou a Paper Log House como solução temporária para as vítimas. De acordo com Shigeru Ban Architects (2018a), as principais diferenças das habitações feitas para a Índia estão na fundação e na cobertura, devido a alterações feitas para adequá-las às tradições, materiais e técnicas construtiva locais. Recentemente, no ano de 2013, o furacão Yolanda atingiu as Filipinas, e algumas Paper Log Houses foram construídas em Daanbantayan, Cebu. Nesta habitação temporária, Shigeru Ban utilizou outro método construtivo denominado "Paper Partition System", para simplificar a montagem das unidades e acelerar a obra. A síntese analítica das principais características projetuais e construtivas das habitações temporárias feitas para Kobe, Turquia, Índia e Filipinas é apresentada no Quadro 1. Assim, é possível visualizar claramente os dados obtidos, permitindo uma visão sistêmica dos resultados.

Características e adaptações		Lugar / Ano / Imagem
Dim./ forma	- 4 x 4 m em planta sem divisórias	Kobe, 1995 
Fundação	- Caixas de cerveja doadas preenchidas com sacos de areia	
Piso	- 2 planos de madeira compensada	
Paredes	- Tubos de papel com 4 mm de espessura e 106 mm de diâmetro - Isolamento: fita adesiva expansiva impermeável aplicada entre os tubos de papel	
Cobertura	- Cobertura de duas águas com dupla camada de lona. As extremidades abrem para ventilar	
Dim./ forma	- Unidades maiores: 3 x 6 m em planta sem divisórias devido à medida padrão dos contraplacados de madeira (piso) fabricados na Turquia e às famílias turcas serem mais numerosas	Turquia, 2000 
Fundação	- Caixas de cerveja doadas preenchidas com sacos de areia	
Piso	- 2 planos de madeira compensada	
Paredes	- Tubos de papel com 4 mm de espessura e 106 mm de diâmetro - Mais isolamento: resíduos de papel retalhados inseridos no interior dos tubos das paredes e fibra de vidro no teto	
Cobertura	- Cobertura de duas águas com dupla camada de lona. As extremidades abrem para ventilar	

Dim./forma	- Unidades maiores: 6,8 x 3,3 m em planta, com uma área interna sem divisórias de 5 x 3,3 m e uma varanda externa com 1,8 x 3,3 m	 <p>Índia, 2001</p>
Fundação	- Entulhos de construções destruídas usados na fundação ao invés de caixas de cerveja (não foram encontradas na área)	
Piso	- Pavimentação tradicional de barro com esturme (aspecto cultural)	
Paredes	- Tubos de papel com 4 mm de espessura e 106 mm de diâmetro - Isolamento: fita adesiva expansiva impermeável aplicada entre os tubos de papel	
Coertura	- Metades de bambus aplicadas nas abóbadas nervuradas e peças inteiras de bambu usadas nas vigas de cumeeira. Esteira de cana local colocada sobre a estrutura de bambu, seguida por uma lona de plástico transparente (proteger da chuva) e por outra camada de esteira de cana - Ventilação: fornecida através dos frontões, onde pequenos buracos nas esteiras permitem a circulação de ar.	
Dim./forma	- 4 x 4 m em planta sem divisórias	 <p>Filipinas, 2014</p>
Fundação	- Caixas de cerveja doadas preenchidas com sacos de areia	
Piso	- Painéis feitos com madeira de coco e madeira compensada	
Paredes	- Requadros estruturais feitos com tubos de papel revestidos por uma trama de bambu. O arquiteto incorporou o sistema de conexão do Paper Partition System	
Coertura	- Colmos de palmeiras Nypa colocadas sobre lona de plástico	

**Quadro 1** – Cases de uso da Paper Log Houses  
**Fonte:** Elaborado pelas autoras.

A partir da análise do Quadro 1, pode-se concluir que, com base na habitação temporária feita para Kobe, as outras três Paper Log Houses, feitas para a Turquia, a Índia e as Filipinas, receberam algumas melhorias para se adequar a cada contexto. Na Turquia, as unidades tinham maiores dimensões em planta devido à medida padrão dos contraplacados de madeira no local e às famílias turcas serem mais numerosas. Além disso, foi adicionado mais isolamento térmico devido ao clima mais frio e às necessidades dos usuários.

Na Índia as principais adaptações foram feitas no layout, na fundação e na cobertura das Paper Log Houses. Neste caso, foi adicionada uma varanda externa, com o objetivo de se adaptar ao clima quente da Índia e aos costumes da população local. Na fundação foram utilizados entulhos de construções destruídas em vez de caixas de cerveja e o piso foi revestido com um material tradicional. Além disso, as habitações foram elevadas do solo para se tornarem mais semelhantes aos edifícios locais. A cobertura abobadada foi feita com materiais locais como bambu e foi aplicada uma trama nos frontões semicirculares para obter ventilação no interior das habitações. Isto proporcionou um clima mais agradável, permitiu cozinhar dentro das unidades e ajudou a repelir os mosquitos.

Por fim, nas Filipinas as principais mudanças foram feitas nas paredes, na cobertura e no sistema construtivo. Como o método utilizado nos projetos anteriores era muito complicado e demorado para construir em grandes volumes, neste caso o arquiteto usou o Paper Partition System, desenvolvido para fazer partições em centros de evacuação. Com isso, foi possível simplificar o trabalho e agilizar a construção. Também foram incorporados materiais locais nas paredes e na cobertura das habitações.

## 5. APLICAÇÕES NO BRASIL

A seguir serão abordados três estudos relacionados ao tema no Brasil. Dois destes referem-se à execução de ensaios de laboratório com tubos de papel fabricados no País (SALADO, 2006; SALADO e SICHIERI, 2008). O terceiro aborda o desenvolvimento de uma réplica da Paper Log House na Universidade Paulista – UNIP (ZAPAROLI, 2013).

### 5.1. Ensaios de laboratório

Com base em uma pesquisa desenvolvido por Salado (2006), Salado e Sichieri (2008) publicaram um trabalho com o objetivo de aferir a resistência à compressão axial e à flexão de tubos de papel fabricados no Brasil, identificando o comportamento deste material quando submetido a esses esforços. A partir disso, fizeram uma



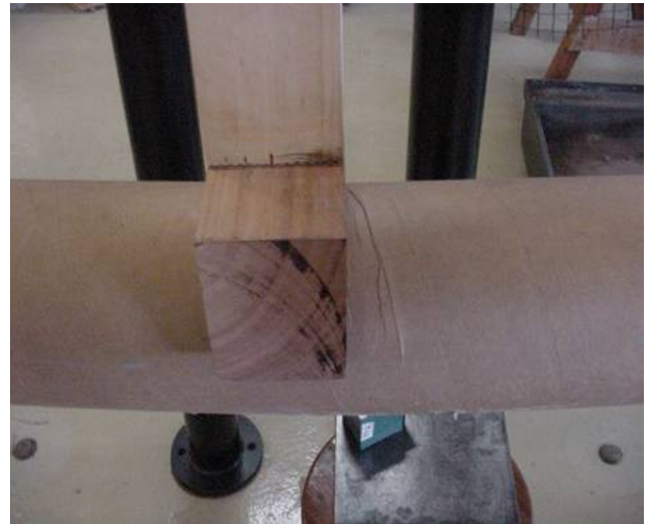
comparação dos resultados obtidos com os resultados de ensaios feitos pelo arquiteto Shigeru Ban com os tubos de papel de origem japonesa utilizados em suas obras. Os ensaios foram feitos com base em normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e nos procedimentos de ensaios adotados por Shigeru Ban. Para os ensaios foram utilizadas amostras de tubos de papel fabricados por uma indústria brasileira, secos e sem revestimento.

Como não existe uma norma específica para o ensaio de resistência à compressão axial em tubos de papel, foi utilizada como referência a NBR 5739 (ABNT, 1994). Após o ensaio, pode-se observar que os corpos-de-prova rotacionaram cerca de 0,5° no sentido horário e sofreram esmagamento da borda superior, junto à aplicação de carga. Também apresentaram ondulações paralelas às emendas de papel kraft na face externa e interna (Figura 07). Além disso, os resultados demonstraram que a resistência à compressão dos tubos de papel é menor que a de materiais como o concreto, o aço, a madeira e os blocos para alvenaria estrutural. No entanto, isso não impossibilita o seu uso como elemento de estrutura ou vedação (SALADO, 2006; SALADO e SICHIERI, 2008).



**Figura 7** – Ondulações formadas no corpo-de-prova  
**Fonte:** Salado (2006).

Para o ensaio de resistência à flexão utilizou-se o Método dos Três Pontos, conforme prescreve a NBR 14576 (ABNT, 2000). Após o ensaio, observou-se que os corpos-de-prova sofreram um pequeno amassamento em seus pontos de apoio, devido aos prismas-suporte. Além disso, ao ultrapassar o limite de sua resistência, os corpos-de-prova amassaram no local de aplicação de carga, devido à curvatura gerada, apresentando rugas e ondulações (Figura 08) (SALADO, 2006; SALADO e SICHIERI, 2008).



**Figura 8** – Rugas e ondulações no local de aplicação da carga  
**Fonte:** Salado (2006)

Quando analisados os esforços, os tubos de papel apresentaram uma resistência à flexão (cerca de 10,5 MPa) um pouco maior que à compressão (cerca de 8 Mpa). Em comparação com os ensaios realizados por Shigeru Ban, os resultados obtidos demonstraram que os tubos testados apresentaram resistências à flexão e à compressão cerca de 30% e 20%, respectivamente, inferiores aos tubos japoneses. Essa discrepância pode ter ocorrido devido às matérias-primas constituintes dos tubos japoneses e brasileiros serem de qualidades diferentes, assim como o processo de fabricação. No entanto, com soluções em projeto, tais como o uso de enrijecedores, ligações menos espaçadas e amarrações seria possível construir obras semelhantes às do arquiteto Shigeru Ban no Brasil (SALADO, 2006; SALADO e SICHIERI, 2008).

## 5.2. Réplica desenvolvida na UNIP

Em 2012, foi iniciado no curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIP (unidade de São José dos Campos) um projeto prático embasado em uma pesquisa sobre abrigos emergenciais, com o objetivo de entender a importância do profissional arquiteto frente a um tema de grande relevância social. Este projeto foi desenvolvido por um grupo de pesquisa composto por alunos do primeiro ano do curso de Arquitetura e Urbanismo e coordenado pela prof<sup>ª</sup>. Dra<sup>ª</sup>. Dilene Zaparoli. O resultado do projeto culminou na construção de uma réplica da habitação temporária Paper Log House, desenvolvida por Shigeru Ban. A habitação sofreu poucas modificações e teve como objetivo testar a técnica construtiva, aplicando-a à realidade brasileira. Assim como na Paper Log House utilizada em Kobe, na réplica os tubos de papel foram utilizados na vedação



e estrutura, constituindo uma habitação de 16 m<sup>2</sup> de área interna (ZAPAROLI, 2013).

Nas Figuras 09 e 10 podem ser vistas algumas etapas do processo construtivo da habitação temporária e na Figura 11 pode ser vista a réplica finalizada.



**Figura 9** – Fundação feita de caixas de fruta com sacos de areia  
**Fonte:** Zaparoli (2013).



**Figura 10** – Estrutura da cobertura com tubos de papel  
**Fonte:** Zaparoli (2013).



**Figura 11** – Réplica da Paper Log House finalizada  
**Fonte:** Zaparoli (2013).

Durante o desenvolvimento do projeto foram levantados todos os quantitativos e valores dos materiais utilizados na fundação, piso, vedação, cobertura, janelas e porta da réplica, totalizando um custo de 4.312,00 reais (ZAPAROLI,

2013). O valor de cada módulo da habitação utilizada em Kobe, em 1995, foi de 2.200 euros (MCQUAID, 2003). De outra parte, o valor do Custo Unitário Básico – CUB (2019), em Santa Catarina, para Projeto de Interesse Social – PIS, em abril de 2019, com exoneração de mão de obra, é de 1.091,06 / m<sup>2</sup>, que para uma área de 16 m<sup>2</sup> daria um custo de 17.456,96 reais. A partir disso, observa-se que a réplica construída na UNIP pode ser uma alternativa viável em termos econômicos, podendo ser utilizada como resposta às diversas situações emergenciais que ocorrem no Brasil.

## 6. CONCLUSÕES

A partir da pesquisa realizada e da síntese analítica dos resultados, observou-se que os tubos de papel reutilizados são um material muito versátil e podem ser utilizados de diversas formas, permitindo variados sistemas construtivos, com diferentes composições e usos. Em suas obras, o arquiteto Shigeru Ban conseguiu responder às necessidades de diferentes populações utilizando materiais disponíveis localmente, com baixo impacto ambiental e alta qualidade estética.

Depois de analisar os quatro casos em que a Paper Log House foi utilizada, pode-se concluir que essa habitação temporária foi modificada para se adaptar às diferentes condições de cada localidade e às necessidades dos desabrigados em cada contexto. Observou-se que deve ser priorizado o uso de materiais e técnicas construtivas locais, a agilidade construtiva, o conforto e a privacidade dos usuários, a qualidade estética, a participação da população local, a reutilização e reciclagem de materiais, entre outros aspectos. Assim, pode-se dizer que essa habitação temporária assume os preceitos de uma arquitetura sustentável, pois os aspectos socioeconômicos, culturais e ambientais são de grande importância no seu projeto e construção.

Deste modo, pode-se concluir que a habitação temporária Paper Log House desenvolvida pelo arquiteto Shigeru Ban evidencia que, com criatividade e conhecimento, é possível adaptar a mesma arquitetura a diferentes realidades, provando um importante conceito de sustentabilidade: soluções globais considerando as condições locais.

Com relação às aplicações desenvolvidas no contexto brasileiro, observou-se que, é possível executar sistemas construtivos com os tubos de papel fabricados no País. No entanto, são necessárias soluções projetuais para compensar a sua baixa resistência mecânica, como associá-los a outros materiais e reforçar os pontos de apoio. De outra parte, verificou-se que o sistema construtivo da Paper Log House pode ser vantajoso em termos econômicos no Brasil, podendo ser utilizado como resposta a situações emergenciais no País.

## AGRADECIMENTOS

A UFSC, ao grupo de pesquisa Virtuhab e a Capes pelo apoio com bolsa de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos – Método de ensaio: NBR 5739: 1994**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

\_\_\_\_\_. **Papel e cartão – Tubetes – Determinação da resistência à flexão – Método dos três pontos: NBR 14576: 2000**. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ARAUJO, C. **Contêiner ganha espaço em projetos de construção civil**. 2012. Disponível em: <[http://www.sindusconrio.com.br/sindusletter/sindusletter\\_280312/n7.htm](http://www.sindusconrio.com.br/sindusletter/sindusletter_280312/n7.htm)>. Acesso em: 05 jan. 2018.

ARCHDAILY. **The Humanitarian Works of Shigeru Ban**. 2014. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/489255/the-humanitarian-works-of-shigeru-ban>>. Acesso em: 08 jan. 2018.

BUCK, D. N. **The Architecture of Shigeru Ban**. (GG Portfolio), Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona: 1997.

BAN, S. **Emergency shelters made from paper**. 2013. Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/shigeru\\_ban\\_emergency\\_shelters\\_made\\_from\\_paper](https://www.ted.com/talks/shigeru_ban_emergency_shelters_made_from_paper)>. Acesso em: 04 jan. 2018.

BEDOYA, F. Hábitat transitório y vivienda para emergências. **Tábula Rasa**, Colombia, p. 145-166, dez. 2004.

BRASIL. Instrução normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2012. Seção 1.

ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES –NAÇÕES UNIDAS (EIRD / ONU). **Vivir con el Riesgo**: informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas: EIRD / ONU, 2004.

FERREIRA, J. F. C. **House in a box**: Um estudo sobre o pré-fabricado na arquitetura. Dissertação (Mestrado). Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade de Coimbra, 2011. 126p.

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

OSAMU, K.; AKAGI, M.; KITA, E. The medical and public health response to the Great Hanshin-Awaji Earthquake in Japan: a case study in disaster planning. **International Medical Center of Japan**, 1995.12. p.214-226 (excerpt from "Medicine & global survival, vol.2 no.4)

QUARANTELLI, E. L. Patterns of shelter and housing in US disasters. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, v. 4. 3 ed., pp.43-53, 1995.

SALADO, G. C. **Construindo com tubos de papelão**: Um estudo da tecnologia desenvolvida por Shigeru Ban. Dissertação (Mestrado). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2006. 186p.

SALADO, G. C.; SICHIERI, E. P. Resistências à compressão axial e à flexão de tubos de papelão brasileiros e japoneses utilizados em sistemas construtivos. **In: NUTAU 7º Seminário Internacional: Espaço Sustentável, Inovações em edifícios e cidades**. São Paulo: NUTAU 2008.

SANTOS, H. N.; CÂNDIDA, A.; FERREIRA, T. K. S. Ações referentes a gestão de resíduos da construção civil em Araguari-MG. **In: ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS**, 16, 2010, Porto Alegre. Anais eletrônicos... Porto Alegre.

SCHRAMM, D. (Coord); THOMPSON, P. (Coord). **First International Emergency Settlement Conference**: New approaches to new realities. Wisconsin, Madison, U.S. University of Wisconsin. Disaster Management Center. Department of Engineering Professional Development, 1996. 508 p.

SHIGERU BAN ARCHITECTS. 2018a. Disponível em: <<http://www.shigerubanarchitects.com/works.html>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. **Paper Arbor, Nagoya, Japan, 1989.** 2018b. Disponível em: <<http://www.shigerubanarchitects.com/>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. **Odawara hall and east gate, Odawara, Kanagawa, Japan, 1990.** 2018c. Disponível em: <<http://www.shigerubanarchitects.com/>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Centro Universitário de Pesquisas e Estudos sobre Desastres (UFSC / CEPED). **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais:** 1991 a 2012. 2. ed. Florianópolis: CEPED / UFSC, 2013a. 126 p. v. Brasil.

\_\_\_\_\_. **Capacitação básica em Defesa Civil.** 5. ed. v. Santa Catarina. Florianópolis: CEPED / UFSC, 2014.

ZAPAROLI, D. **Abrigos Emergenciais:** construindo com tubos de papelão. Projeto de pesquisa, 2013, UNIP, SP. Disponível em: <[http://feiraconstruivale.com.br/wp-content/themes/Construivale\\_2013\\_Theme/cont/abrigo\\_para\\_situa%C3%A7oes\\_de\\_emerg%C3%A7oes.pdf](http://feiraconstruivale.com.br/wp-content/themes/Construivale_2013_Theme/cont/abrigo_para_situa%C3%A7oes_de_emerg%C3%A7oes.pdf)> Acesso em: 18 de mar. de 2019.

CUSTO UNITÁRIO BÁSICO – CUB. 2019. **CUB / m<sup>2</sup> estadual.** Disponível em: <<http://www.cub.org.br/cub-m-2-estadual/SC/>> Acesso em: 02 de abr. de 2019.

## AUTORES

ORCID: 0000-0003-2132-3389

**LUANA TORALLES CARBONARI, M.Sc.** | UFSC | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Campus UFSC - Trindade, PósARQ / CTC, Caixa Postal 476, Florianópolis – SC, 88040-900 | E-mail: [luanatcarbonari@gmail.com](mailto:luanatcarbonari@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-3250-7813

**LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dra. Eng.** | UFSC | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Campus UFSC - Trindade, PósARQ / CTC, Caixa Postal 476, Florianópolis – SC, 88040-900 | E-mail: [lisiane.librelotto@gmail.com](mailto:lisiane.librelotto@gmail.com)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

CARBONARI, Luana Toralles; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Estudo Comparativo dos Cases de Habitação Temporária "Paper Log House" e Aplicações no Brasil. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 19-29, jun. 2019.** ISSN 24473073.. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.19-29>.

**DATA DE ENVIO:** 13/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 16/04/2019