

APLICAÇÃO EM MADEIRA DE ESTRUTURAS ENTRAMADAS EM TRÊS OBRAS DE KENGO KUMA E SEUS ENCAIXES DE PRODUÇÃO TRADICIONAL.

Aluno: Samuel Papellas Szabo dos Santos (Yara Yasmin dos Santos) e Orientadora: Prof. Célia Regina Meirelles

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO

Diante do cenário da arquitetura em madeira, especialmente as tradicionais da cultura japonesa, que ao longo das últimas décadas vem tomando o cenário da construção não habitacional no Brasil, devido a sua sustentabilidade e usabilidade diversa na arquitetura, os encaixes de madeira se tornaram cada vez mais precisos e apreciados no projeto arquitetônico. Kengo Kuma, um renomado Arquiteto japonês, especialista na atribuição e na fabricação da arquitetura tradicional japonesa e da sua inserção dos métodos construtivos tradicionais na arquitetura contemporânea, constrói e projeta estruturas entramadas em suas obras tanto como elemento estrutural ou como um elemento visual, criando combinações que em conjunto trás identidade àquele local. Em estudo de três obras deste autor, torna-se notável a complexidade dos encaixes que são feitos na técnica de "sukiya-zukuri", que permite que as peças de madeira sejam unidas sem a necessidade de pregos ou parafusos, e como as proporções e ângulos podem, dentro da mesma dimensão da madeira, formar padrões completamente distintos que enriquecem visualmente o projeto independentemente da função ou localização deste elemento na obra. O conhecimento das técnicas japonesas pelos ocidentais devem ser utilizadas e atribuídas aos projetos para se harmonizar com a natureza, o que é valorizado na cultura japonesa, a conexão dos ambientes externos e internos.

Palavras-chave: Kengo Kuma, Madeira, Arquitetura Japonesa

ABSTRACT

Faced with the scenario of wooden architecture, especially the traditional ones of Japanese culture, which over the last few decades has been taking the scenario of non-residential construction in Brazil, due to its sustainability and diverse usability in architecture, wooden fittings have become increasingly popular. more accurate and appreciated in architectural design. Kengo Kuma, a renowned Japanese architect, specialist in the attribution and manufacture of traditional Japanese architecture and the insertion of traditional construction methods in contemporary architecture, builds and designs structures

embedded in his works both as a structural element and as a visual element, creating combinations that together bring identity to that place. In a study of three works by this author, the complexity of the fittings made using the "sukiya-zukuri" technique, which allows the pieces of wood to be joined together without the need for nails or screws, and how the proportions and angles can, within the same dimension of the wood, form completely different patterns that visually enrich the project regardless of the function or location of this element in the work. Westerners' knowledge of Japanese techniques should be used and attributed to projects to harmonize with nature, which is valued in Japanese culture, the connection of external and internal environments.

Keywords: Kengo Kuma, Wood, Japanese Architecture

1. INTRODUÇÃO

O debate sobre sustentabilidade promovido pela Agenda 21 em 1992, vem incentivando a aplicação na construção civil de materiais renováveis, como a madeira e o Bambu, promovendo uma maior utilização desses materiais em obras arquitetônicas representativas, no mundo todo, em especial na Áustria, França e Japão

Um dos fatores que promove o uso da madeira é a sua resistência paralela à fibra, algumas espécies apresentam resistência superior ao concreto armado, permitindo a sua industrialização em vigas, arcos e grandes painéis laminados. Entre os arquitetos que vêm se destacando na aplicação de materiais naturais e locais estão os arquitetos Anna Heringer e Kengo Kuma. Em entrevista para o New York Times, Kuma observa que devido à crise econômica que ocorreu no Japão na década de 1990, buscou “uma arquitetura apropriada às expectativas reduzidas”. Kuma enfatiza as suas apreensões com “desenvolvimento e construção em um planeta não resiliente”(SAVAL, 2018, internet).

Kengo Kuma destaca as relações entre o projeto e o lugar, a construção e a cultura. Durante uma boa parte da sua carreira suas obras eram de pequeno porte no interior do Japão, e nos últimos 15 anos passou a ser reconhecido internacionalmente, sendo levado a abrir uma filial do seu escritório na Europa em 2008.

O arquiteto Kengo Kuma experimenta composições para criar a transparência desejada e trabalha com diversas camadas, em especial nas fachadas dos edifícios, criando edifícios icônicos. Suas obras mesclam técnicas tradicionais com materiais locais aplicados de formas diferenciadas por meio da experimentação e da modelagem digital. Sua obra se diferencia das obras contemporâneas de Frank Gehry, Eric Owen Moss, entre outros, por aplicar materiais naturais, com pequenas modulações e custos reduzidos.

Devido à complexidade dos encaixes em madeira, o estudo da aplicação técnica construtiva em elementos das obras do Kengo Kuma têm como objetivo de estudo a compreensão dos módulos, como são utilizados nas obras e como essa aplicação pode ser adaptada para serem utilizadas em projetos futuros da arquitetura ocidental.

Paralelamente, a compreensão do encaixe das obras de Kuma com a arquitetura tradicional japonesa e a aplicação atual que pode ser feita por meio das ferramentas contemporâneas e quais as influências nas obras analisadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A arquitetura em madeira no Japão sofreu uma influência direta da cultura chinesa até o século IX, aplicando elementos pesados, composição, cores e as ligações por encaixes, entretanto foram os japoneses documentaram por meio de desenhos estes encaixes, desenvolvendo novas formas de ligação e elementos estruturais mais esbeltos. Logo, ao passar dos séculos, os construtores japoneses dominaram e afinaram suas técnicas e desenvolveram novas habilidades para criar estruturas e encaixes extremamente complexos. (NIPONICA, 2011). Portanto, são considerados um dos principais profissionais no domínio destas técnicas e com experiência em construção.

As estruturas das construções japonesas, como templos, santuários, casas e pavilhões, são frequentemente feitas de madeira. O uso de madeira permite que as estruturas sejam leves, flexíveis e capazes de resistir a terremotos, um aspecto crucial no Japão, devido à sua localização geográfica propensa a abalos sísmicos. A arquitetura tradicional japonesa recorre a técnicas de encaixe e montagem das obras em madeira, como o "sukiya-zukuri" (técnica de encaixe), que permite que as peças de madeira sejam unidas sem a necessidade de pregos ou parafusos. Essa abordagem cria estruturas visualmente elegantes e também facilita a desmontagem e remontagem das construções.

O Japão apresenta seis grandes áreas com florestas bem preservadas acima de 70 % com potencial madeiro, entretanto, grande parte de seu território produz alimento, nestes a perda florestal é 45% e nos principais centros urbanos 65 %.(MAPS THE WEB, 2023). A madeira é o material natural, e sua leveza permite a sua construção em terrenos de difícil acesso, devido à resistência mecânica pode ser aplicado compor um edifício, já que pode ser confeccionada e implantada em todas as partes que compõem um edifício (estrutura, piso, telhado, esquadrias, pisos e vedação, etc. (NIPONICA, 2011).

A madeira não é considerada um material durável quando tratamos da resistência às intempéries e umidade, ao contrário do tijolo e da pedra, entretanto quando se trata em lugares com desastres naturais e terremotos, sendo estes muito comuns no leste asiático, principalmente no Japão, ela apresenta grande resistência e flexibilidade para resistir aos abalos, diferente dos outros materiais (GAUZIN-MÜLLER, 2011).

Outro aspecto na arquitetura japonesa é a flexibilidade, no sentido de os seus edifícios ser submetidos aos extremos climáticos naturais da região, mas também por estar relacionado com a mutação do espaço, pois todos os componentes são removíveis, ou seja, é essencial as obras serem flexíveis pela facilidade da transição no contexto arquitetônico e até mesmo cultural e religioso. Para a cultura japonesa — ao se referenciar ao budismo que

visa a vida e arte — tudo é temporário, até mesmo os edifícios, deste modo, a maioria das construções tradicionais japonesas após o uso, eram retiradas e substituídas (VENINA, 2001). Entretanto, observa-se em suas obras que os cuidados necessários, podem durar mil anos, ou mais.

Young (2007) destaca a complexidade da técnica construtivas alcançadas por este povo, pois até mesmo um simples edifício se for avaliado de perto revela uma atenção e precisão aos detalhes, bem como para a composição geral do projeto. Observa o cuidado entre os recursos, o design e as técnicas de encaixes para realizar com rigor o produto final. Para entender a técnica construtiva tradicional japonesa integra a marcenaria e o alto grau de precisão e operação de encaixes para a montagem dos elementos que compõem a obra. “A intrincada marcenaria de um edifício tradicional permitia que ela fosse montada sem pregos e fosse desmontada periodicamente para reparos.” (YOUNG, 2007, p 20).

A madeira é um recurso natural renovável e dispõe a otimização na construção limpa, ou seja, por serem na maioria das vezes pré-fabricadas em oficinas e padronizadas, a instalação fica muito mais simples, reduzido de produção de argamassa derivada do concreto, beneficiando na redução de custos e prazos. Sua leveza é outro fator positivo para transporte e instalação e seus resíduos podem ser reciclados ou queimados produzindo energia, ou até mesmo degradados para produzir metano, utilizado como combustível. (GAUZIN-MULLER, 2011).

As alterações climáticas estão se tornando mais evidentes ao passar dos anos após o século XX. Cada vez mais é imprescindível que os projetos urbanísticos e de arquitetura se atentem ao apelo mundial e a preservação do meio ambiente, promovendo a consciência de que devemos proteger o entorno natural. Para tal, utilizar mais ferramentas com a intenção de que sejam implementadas novas técnicas sustentáveis de modo que resolva os problemas e atenda às necessidades sociais de que um projeto demanda. Como destaque deste contexto, neste trabalho como primeiro estudo de caso está o projeto da Livraria Community Library de Kengo Kuma na cidade de Yusuhara, na fronteira da província de Kochi, situada ao lado da Town Welfare Center.

O uso sustentável da madeira em construções não se limita apenas à escolha do material, mas também envolve a consideração de práticas ambientalmente responsáveis em todas as fases do projeto, desde o planejamento até a construção e a operação do edifício. Isso ajuda a preservar os ecossistemas florestais e contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, ou seja, visa maximizar os benefícios da madeira como material de construção enquanto minimiza os impactos ambientais negativos.

A cidade rural de Yusuvara, onde Kuma possui várias obras construídas, é localizada entre montes, rios e com um clima extremamente frio e com muitas nevascas, frequentemente descritas como uma “aldeia acima das nuvens”. Com uma indústria madeireira forte na região. Com isso, o uso da madeira é justificado nas obras da cidade e a sua aplicação em pisos levando conforto aos usuários (ARQUITECTURA VIVA, 2022, internet).

Segundo Saval (2018) atualmente os arquitetos são mais livres para utilizar e experimentar padronizações para a criação de geometrias complexas, articulação e composição de materiais, inclusive regata as possibilidades de executar os complexos encaixes realizados por artesãos.

Salvator; Belfiore (2012) destaca que Kengo Kuma defende o termo “arquitetura derrotada” que é o retorno aos valores da arquitetura tradicional japonesa e observa que Kuma defende que a arquitetura não deveria se “forçar para se conectar com uma paisagem”, mas por meio de materiais, conhecimentos e métodos locais para harmonizar com o entorno. Ele não quer estabelecer um estilo, mas está interessado em usar o design computacional para criar novos efeitos nas estruturas e fachadas, e por ser professor da Universidade de Tóquio é preocupado com as problemáticas dos futuros arquitetos, produzindo com seus alunos formas experimentais orgânicas em materiais sustentáveis.

3. METODOLOGIA

Após a revisão da literatura em livros, artigos e dissertações voltadas para o contexto das obras de Kengo Kuma, como a aplicação da madeira na cultura japonesa, é possível estabelecer uma relação entre a arquitetura tradicional e a arquitetura contemporânea, tendo como base e destaque para o texto: **Learning from Wood: Tradition and Innovation in Japanese wood culture** de Antropova(2015) e **Furniture, and Materiality Immateriality** de Ho; Johnson(2017).

Com a base metodológica teórica, foi possível aplicar os conhecimentos nos estudos de casos. As obras de Kengo Kuma que analisamos de forma textual, gráfica e iconográfica foram a Community Library, Japan House e GC Prostrum Museum entendendo também qual a relação dessas obras com os seus encaixes e criando graus de comparação entre elas.

A visita a Japan House, uma das mais conhecidas obras japonesas no Brasil, inclusive na cidade de São Paulo, com o intuito de conhecer e referenciar as características da obra com as obras tradicionais japonesas com o auxílio das informações alcançadas

através do grupo de Arquitetos FGMF que possuem dentro da Japan House, algumas exposições e explicações sobre a construção.

Confecção e estudo a partir de modelos em isopor, tornando mais compreensível e fácil modelação devido à facilidade do material, podendo refazer e recortar as formas de maneira mais rápida e prática do que com a madeira, economizando tempo e material.

Após, a confecção dos modelos físicos em madeira na marcenaria da FAU Mackenzie, produzindo os três encaixes presentes nas obras em madeira Pinus e com o auxílio de máquinas automáticas e ferramentas manuais.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Com a visita a uma das obras estudadas, a Japan House traz uma compreensão plausível e uma ordenação do que o Arquiteto Kengo Kuma propõe em suas obras como conceito arquitetônico.

No interior da Obra localizada na Av. Paulista n.º 52 na cidade de São Paulo - SP, que possui um acervo rico sobre a arquitetura japonesa, no livro Japan House São Paulo disponibilizado aos visitantes, pode-se compreender como a arquitetura japonesa se estrutura. O autor expõe:

Apresentar a cultura japonesa não é uma tarefa simples. O japonês é atraído pelo que é solitário e pode encontrar algo para desfrutar na contemplação do desequilíbrio. Vemos maior riqueza de possibilidades no vazio do que naquilo que parece completo e exuberante. Damos importância ao efêmero, ao que pode esfumar-se no instante que é tocado. Nosso sentido de beleza e os valores que cultuamos compartilham essas raízes com a sensibilidade que alimenta a criação de tecnologias de ponta, o anime, a culinária e arte contemporânea japonesa. JAPAN HOUSE (2023)

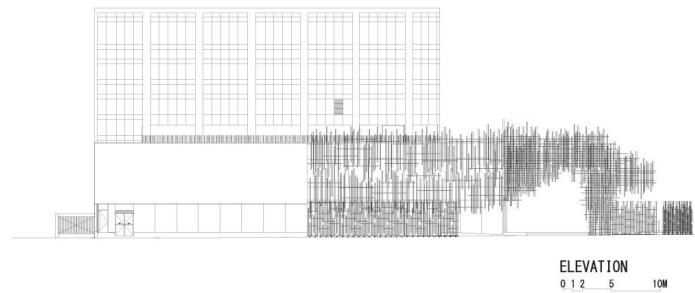
4.1 Japan House

Como a obra do estudo de caso aplicando a madeira em estrutura de fachada entramada temos a Japan House em São Paulo é uma instituição inaugurada na Avenida Paulista em 2017. O local traz exposições internacionais no âmbito das “artes, design, moda, gastronomia, tecnologia, arquitetura e ciência”.

A inspiração de Kengo Kuma para projetar a fachada da Japan House ocorreu após uma visita do arquiteto ao “Pavilhão Japonês do Parque do Ibirapuera”, que teve a construção com base na cultura tradicional japonesa trazida pelos imigrantes que vieram ao Brasil. O pavilhão, Ibirapuera, foi desenhado por “Sutemi Horiguchi, co-fundador do primeiro

movimento moderno da arquitetura japonesa, e mestre de Yoshichika Uchida, que foi professor de Kuma” (JAPAN HOUSE, 2017). No Brasil, o arquiteto japonês precisou se associar ao escritório Brasileiro FGMF Arquitetos.

Figura 1: Elevação frontal da fachada Japan House.



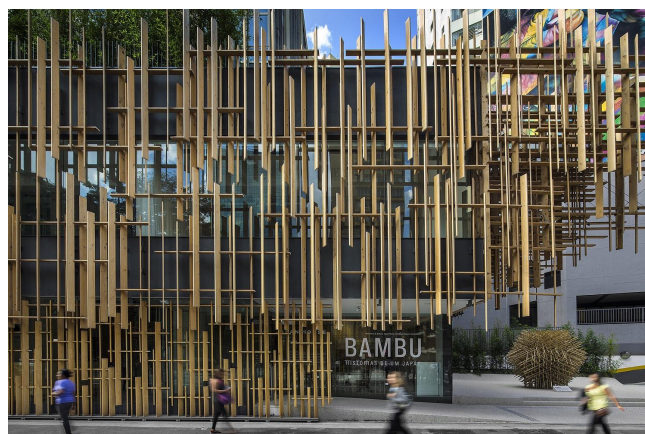
Fonte: Archdaily

Os elementos da fachada apresentam “um comprimento de 36 metros por 11 de altura, composta de 630 peças, para sua execução vieram cinco carpinteiros do Japão”. No guia a “madeira *Hinoki* é um material muito relevante na religião xintoísta, muito utilizada na construção dos templos sagrados japoneses”. (JAPAN HOUSE, 2019, internet).

Segundo ainda o autor do Japan House São Paulo:

Para construí-la, 2 mil metros de madeira *hinoki*, do Vale de Kiso, atravessaram os mares. Antes de vir ao Brasil, a estrutura foi montada na fábrica de Gifu para garantir o encaixe perfeito. O empenho de artesãos japoneses se aliou a tecnologia de ponta da fibra de carbono para fazer sugerir esta “floresta na cidade”. Dentro encontra-se um espaço que sugere uma névoa, criado para combinação de telas de metal com fibras da planta *kouzo* dissolvidas em água - a matéria-prima do papel *washi*. Meu propósito foi o de trazer a São Paulo, numa releitura contemporânea, a gentileza, o calor e a ambiguidade dos espaços japoneses. JAPAN HOUSE (2023)

Figura 2: Imagem da fachada acabada.



Fonte: Archdaily

Segundo Salvator Belfiore (2012), os encaixes e as técnicas de carpintaria dos artesãos japoneses ao longo do tempo não conseguiram ser reproduzidas com precisão. A arquitetura moderna havia eliminado complexidades e os ornamentos como a fachada da Japan house, entretanto os arquitetos de hoje podem resgatar essa forma de produzir espaços com o amparo das novas tecnologias tanto nos programas de desenvolvimento do projeto quanto na produção, como, por exemplo, o software Rhinoceros e o plug-in Grasshopper, Google SketchUp bem como as interfaces de modelagem pelas máquinas CNC (Computer Numeric Control) de corte a laser. Nos últimos quinze anos a evolução das ferramentas digitais de desenho e de produção vêm modificando a visão dos arquitetos contemporâneos por meio de projetos paramétricos.

Para a experimentação, durante a visita à obra foi escolhido um trecho da parte inferior da fachada externa (Figura 3A) para ser reproduzido. Nesse trecho, foi analisado que as peças horizontais que se encaixam nas verticais, ou seja, as peças horizontais não possuem recortes.

Após estudos de viabilização construtiva, percebeu-se que as peças horizontais são as peças que estruturam e fazem uma força de tração entre as peças verticais para que não acabem sofrendo com a ação de empena, já que as peças verticais variam de 1 metro até cerca de 4 metros e possuem um perfil muito esbelto.

A composição é orgânica irregular, não possui nenhum módulo ou tipagem das peças em algum tipo de ordem, mas as peças verticais, hora se estende pelo vão completo, hora apenas em alguma das dimensões, são fixadas em base de metal que também possui um encaixe específico para cada peça que o permeia. Dos ângulos, as peças horizontais sempre se dispõem de maneira horizontal a 90° do solo e as peças verticais se dispõem em angulações de 45°, tanto à esquerda, quanto à direita, em relação às peças horizontais.

Figura 3A. Foto do trecho de referência - Figura 3B. Peças cortadas, alinhadas e separadas entre horizontais (3 à esquerda) e as verticais (6 à direita).



Fonte do Autor.

Após todas essas observações, foi relativizado e escalado ao tamanho original das peças para que se apresentassem em 4 peças de 1 metro de altura, 3 de 60 centímetros, 1 de 40 centímetros e uma de 35 centímetros (Figura 3B). As peças horizontais foram demarcadas com as posições das peças verticais e, as verticais, que se encaixam por meio de um vinco de 1 cm de largura feito com a serra fita e o ângulo interno contido no lado menor do corte, demarcado e retirado via lima manual.

Figura 4A. Encaixe montado-visão geral. Figura 4B: detalhe do encaixe entre as peças verticais e horizontais



Fonte do Autor

4.2 Community Library

A obra é facilmente reconhecida por sua estrutura de madeira de cedro local no teto da livraria, um elemento arquitetônico percebido desde a fachada. "Montamos a estrutura misturando aço e cedro, expressando uma floresta com a luz do sol filtrando pelas folhas", disse Kengo Kuma and Associates." Também criamos um terreno ondulado em vez de um grande piso plano, e o terreno elevado pode ser usado como palco para eventos como palestras e concertos"(WA, 2018, internet).

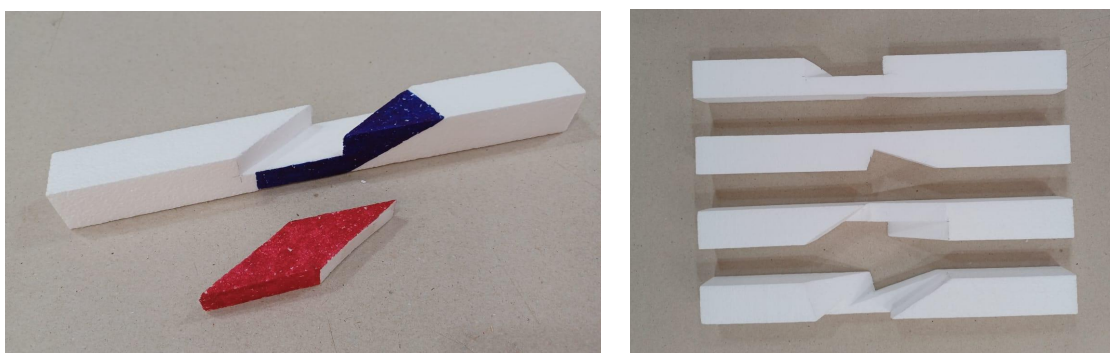
Figura 5A: Detalhe do encaixe na obra. Figura 5B: Maquete eletrônica.



Fonte: ArquitecturaViva

Segundo Antropava(2015) o sistema da estrutura cobertura toma como o conceito de tramas finas, composta em camadas e aplica o sistema de ligações chamado de Jigoku-gumi que utiliza peças principais longas intertravadas na diagonal.

Figura 6A: Peça em isopor com os recortes destacados. Figura 6B: Demonstrativo das 4 faces da peça



Fonte do Autor

Após o estudo do encaixe em isopor, o que pôde esclarecer quais são os ângulos e como essas peças se encaixam e experimentar se os cortes ficariam firmes, para utilizar a técnica do "sukiya-zukuri".

Figura 7: Peças recortadas em madeira.



Foto do Autor

Para entender melhor os cortes, foram analisados o encaixe em duas partes. O primeiro encaixe das duas peças de duas dimensões (Figura 8A), no qual foi feito um encaixe “meia madeira” com um ângulo de 30° em todas as 4 peças, formando as duas duplas de encaixe em “X”.

Figura 8A: encaixe em “X” com dupla de peças. Figura 8B: Detalhe do encaixe lateral da peça em “X”



Foto do Autor

Após este passo, para unir as 4 peças, foi necessário cortar na face lateral das duplas de “X” outro encaixe de meia madeira. Esse corte em específico é um pouco complicado, ao deve-se entender e riscar as peças em duplas e em um encontro de

superfícies anguladas, tornando muitas das vezes a interpretação confusa das peças individuais, mas no fim, são 4 peças igualmente cortadas.

Para os cortes, foi usada a serra fita angulada e a serra fixa de bancada, e feito o acabamento com a lima manual para o fundo das cavas. O curioso da montagem desse encaixe é que na fabricação do mesmo, a montagem é feita conforme é feito o corte nas peças, ou seja, ao final, além de produzir as peças, o encaixe já estará montado.

Observa-se que a figura 9B é a ponta da treliça em triângulo da cobertura da Community Library comparado com a figura 5A que é a foto do encaixe da obra original.

Figura 9A: Encaixe em detalhe de forma horizontal. Figura 9B: Detalhe do encaixe de forma vertical (como o observado na obra).



Fonte do Autor

4.3GC Prostho Museum Research Center

É reconhecido por sua estrutura em madeira entramada é o Projeto GC Prostho Museum Research Center situado no Japão é composto por pequenos módulos de madeira com encaixes feitos a partir do sistema *Cidori* — um brinquedo japonês tradicional elaborado por antigos artesãos — sendo uma composição de várias barras de madeira sem a utilização de nenhum parafuso ou perfis metálicos para o seu travamento.

O encaixe *Cidori* tem como elemento principal um módulo quadrado de madeira com 12 mm, entretanto para esse projeto foram utilizadas modulações - de 60 mm x 60 mm x 400 cm ou 60 mm x 60 mm x 200 cm — criando grelhas estruturais para compor a estética formal das estruturas e fachadas. Este sistema pode criar diversas composições. Essa técnica permitiu a criação de um espaço amplo a partir de pequenas dimensões, mostrando ser possível trabalhar artesanalmente sem a necessidade de máquinas.

Figura 10A: Peças do encaixe realizado (nº1, 2 e 3 respectivamente) Figura 10B: Imagem interna do Museu.



Fonte do Autor / Fonte: Archdaily

Na experimentação, foi usado 3 (três) pilaretes de 45 mm x 45 mm com 60 cm de comprimento cada, sendo que os encaixes estão centralizados na peça, valendo ressaltar que a proporção do *Cidori* tem relação direta com a espessura da peça, sendo que necessariamente deve ser quadrada. Delimitando um cubo centralizado na peça, pode-se demarcar os cortes utilizando sempre a metade da espessura (Figura 10A).

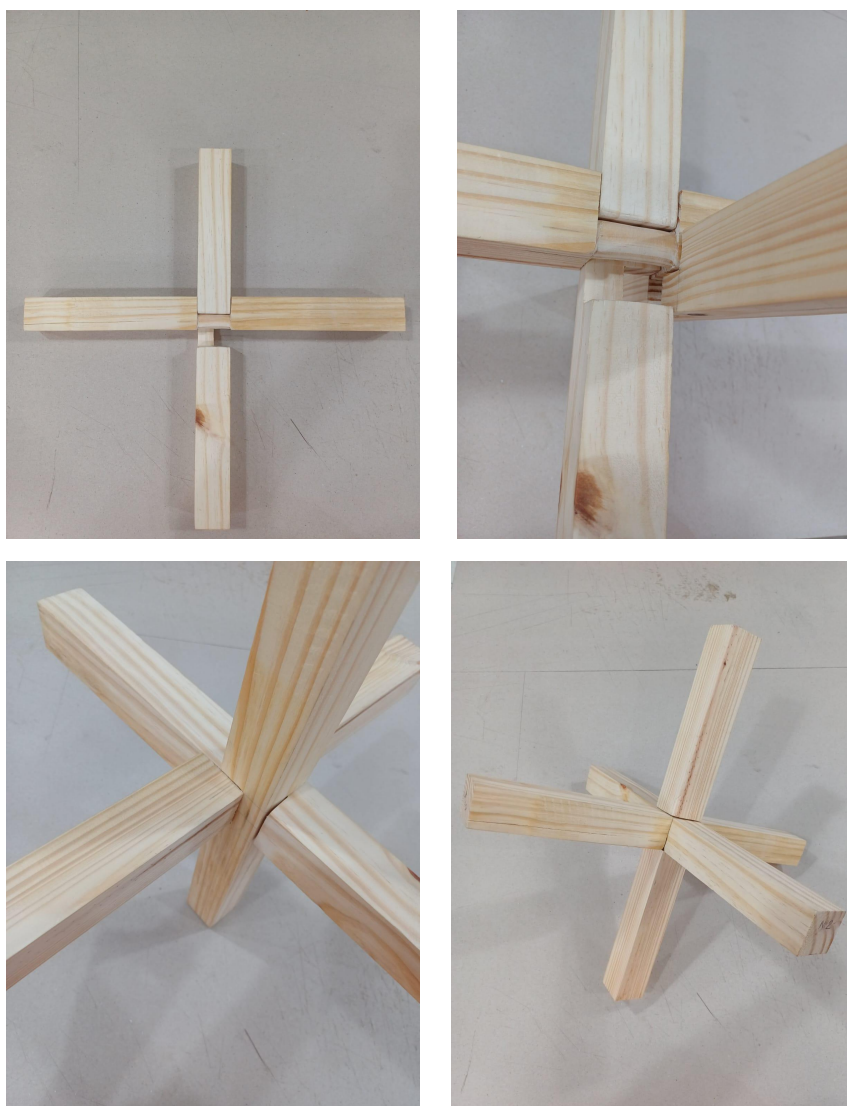
A peça n.º 1, possui um cilindro localizado ao canto, sendo que seu diâmetro é metade da espessura total da peça e possui comprimento de uma espessura de peça. Para o corte, foi necessário retirar o excedente do material com a serra fita, deixando apenas uma forma retangular onde seria talhado o cilindro. Depois, com a lima manual foi-se retirando os cantos do retângulo inicial até formar o cilindro e, posteriormente, foi utilizado uma folha de lixa fina para acabamento.

No encaixe n.º 2 possui em um dos quartos, um corte de um quarto de círculo de raio meia espessura e nos outros quartos, cortes retos. A ordem de corte nesta peça deve ser feita com a serra fita primeiro, fazendo cortes retos e para o corte circular, tirar o excedente

com a serra fita e utilizar a lixadeira de bancada com eixo e uma cinta com lixa oscilante até dar o diâmetro necessário.

Para a n.º3, a mais simples de se cortar, basta usar a serra fita para cortar o formato necessário. Lembrando que para todas as peças, pode ser necessário lixar os lados para o encaixe ficar mais fácil de se montar.

Figura 11: Sequência de montagem do encaixe *Cidori* A: encaixe peça 01 e 02 B: Encaixe peça 3 na 1. C: Detalhe das peças encaixadas. D: Forma final.



Fonte do Autor

Para a montagem, primeiro encaixe a peça n.º 1 na peça n.º 2 de forma que as formas cilíndricas se encaixam e que a parte restante da peça n.º1 fique para fora do encaixe da peça n.º2 (Primeira imagem à esquerda). Em seguida, encaixe a peça n.º 3 e na peça n.º1 de forma que possa escorregar e se alinhar com a peça n.º2 (segunda foto à

esquerda). Com as três peças encaixadas, a peça n.º1 ficou deslocada em relação ao centro (terceira foto à direita), deve-se girar a peça de modo que se alinhe com as outras (Última foto à direita). Para desmontar, se for o caso, basta conduzir os passos ao contrário da montagem.

No processo de fabricação dos encaixes, é possível assemelhar e também diferenciar várias características que os três modelos estudados possuem. Primeiro vemos o encaixe da Japan house, sendo uma composição orgânica de encaixes para produzir o elemento final, essa composição são feitas de encaixes entre duas peças apenas, com um corte simples angulado com o seu charme quando é reproduzido em larga escala.

Já no GC Prosth Museum, o *Cidori* é feito com três peças encaixadas centralmente entre si e que possuem cortes totalmente diferentes um do outro e que tem uma forma específica de se encaixar para a sua montagem. O interessante de ressaltar, que esse encaixe de *Cidori* para a construção civil teve base em um brinquedo de madeira japonês com o mesmo sistema de encaixes, mas, no brinquedo, são vários encaixes em linha formando uma espécie de tela onde as junções são os encaixes.

E, para completar, o encaixe da Community Library, com certeza o mais complexo de executar, apesar de possuir quatro peças com o mesmo corte, a sua complexidade advém dos ângulos das peças, podendo até variar conforme o projeto (no experimento foi utilizado o ângulo de 30°).

Tabela 1: Informativo de comparação entre os encaixes estudados.

	Material	Qtde de peças	Complexidade	Uso na Obra
Japan House	Tábuas	2	Baixa	Elemento de fachada
<i>Cidori</i>	Pilarete	3	Média	Estrutura
Community Library	Pilarete	4	Alta	Elemento superior interno.

Fonte do autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas construtivas de Kengo Kuma são reconhecidas ao aplicar a madeira em pequenas tramas, permitindo explorar o material de modo inovador em uma linguagem contemporânea. Portanto, posando contribuir para a madeira ser resgatada na arquitetura brasileira, de modo a contribuir com o meio ambiente, e como as técnicas tradicionais dos

encaixes japoneses podem ser conhecidas e aplicadas na arquitetura contemporânea ocidental.

A pesquisa se torna relevante devido a uma maior preocupação com o meio ambiente, em função de preservar fontes de matérias não renováveis, como poderíamos utilizar de materiais renováveis, como a madeira, para preservar as reservas de matérias como minério de ferro, cimento, etc. A aplicação de pequenas peças permite a utilização de qualquer tipo de madeira, reutilizando até as descartáveis, portanto, o resgate das técnicas tradicionais japonesas na obra de Kengo Kuma é relevante tanto no campo da experimentação acadêmica quanto, na prática, profissional, em função das novas tecnologias que abre novas possibilidades na arquitetura contemporânea.

6. REFERÊNCIAS

ARCHDAILY. **GC Prosth Museum Research Center / Kengo Kuma & Associates**. Public 16 de janeiro de 2012. Disponível em <https://www.archdaily.com/199442/gc-prosth-museum-research-center-kengo-kuma-associates> Acesso em 14/06/2023.

ARCHDAILY. **Japan House São Paulo / Kengo Kuma & Associates + FGMF**. Publicado em 16 de agosto de 2019. Disponível em <https://www.archdaily.com.br/br/923138/japan-house-sao-paulo-kengo-kuma-and-associates-plus-fgmf> Acesso em 28/07/2023.

ANTROPOVA, A. **Learning from Wood: Tradition and Innovation in Japanese wood culture**. New York: MCGILL, 2015. Disponível em <https://issuu.com/annaantropovabooks/docs/bookfinal-pages-indd> Acesso em 30.mar.2022.

ARQUITECTURA VIVA SL. **Biblioteca Comunitária**, Yusuhara, Kengo Kuma. 2022. Disponível em <https://issuu.com/annaantropovabooks/docs/book-final-pages-indd> Acesso em 22 de mar. de 2022.

BRITTO, Fernanda. **GC Prosth Museum Research Center: Kengo Kuma & Associates**. 2012. Disponível em <https://www.archdaily.com.br/br/01-24521/gc-prosth-museum-research-center-kengo-kuma-e-associates> Acesso em 05 mar. 2019.

GAUZIN-MULLER, Dominique. **Arquitetura ecológica**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011.

HEINO, Engel. **Measure and Construction of the Japanese house**. Clarendon: Tuttle Publishing, 2003.

HO, Hubert Ho; JOHNSON, Danielle. **Kengo Kuma, Furniture, and Materiality Immateriality**. Revista ookkuu, Jan. 2017. Disponível em <https://ookkuu.com/blogs/articles/kengo-kuma-furniture-and-materiality-immateriality> Acesso em: 20 dez. 2021.

JAPAN HOUSE. **São Paulo monta painel de Hinoki que revestirá sua fachada na Avenida Paulista**. 2019. Disponível em https://www.japanhouse.jp/saopaulo/news/page1031_00026.html Acesso em: 12.jan.2022.

LOCHER, Mira. **Tradicional Japanese architecture: an exploration of the elements and forms**. Claredon: Tuttle Publishing, 2010.

MAPS ON THE WEB. **Cobertura Florestal Japan**. 2018. Disponível em <https://mapsontheweb.zoom-maps.com/post/178940291969/japan-by-of-forest-cover> acesso em 20.maio.2023.

NIPONICA. **O poder da arquitetura japonesa**. Publicação do governo do Japão, nº4. 25 de julho 2011.

SALVATOR, John Liotta; BELFIORE, Matteo. **Patterns and Layering: Japanese Spatial Culture, Nature, and Architecture**. Berlin: Gestalten, 2012.

SEIKE, Kiyoshi. **The art of Japanese joinery**. Nova Iorque: Weatherhill, 1977.

TANDELA, Venina. **Form and structure in traditional Japanese architecture as an alternative grid system solution for Western magazine design**. 2001. Dissertação de mestrado, Iowa University, 2001.

YOUNG, David; YOUNG, Michiko. **The Art of Japanese Architecture**. Tóquio:Tuttle Publishing, 2007.

SEIKE, Kiyoshi. **The art of Japanese joinery**. Nova Iorque: Weatherhill, 1977.

WA. Kengo Kuma And Associates Cria Floresta De Madeira No Teto De Uma Biblioteca Comunitária no Japão, Notícias de Arquitetura do Japão, 13 de dezembro de 2018. Disponível em https://worldarchitecture.org/article-links/epfvf/kengo_kuma_and_associates_creates_wooden_forest_on_the_ceiling_of_a Acesso em 15. Fev.2022.

Contatos: Aluno:yara.nimsay2015@gmail.com Orientador:celiaregina@mackenzie.br