



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus Experimental de Itapeva

JULIANO TAKEO ISHIKURA

SISTEMA DE CONSTRUÇÃO JAPONESA EM MADEIRA

Itapeva - SP
2015

JULIANO TAKEO ISHIKURA

SISTEMA DE CONSTRUÇÃO JAPONESA EM MADEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Experimental de Itapeva, como partes dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia.

Orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Molina

Itapeva - SP
2015

Ishikura, Juliano Takeo
I798s Sistema de construção japonesa em madeira / Juliano Takeo
Ishikura. -- Itapeva, SP, 2015
67 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado – Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Experimental de Itapeva, 2015

Orientador: Julio Cesar Molina

Banca examinadora: Juliana Cortez Barbosa, Cesar Augusto Galvão de Moraes

Bibliografia

1. Arquitetura japonesa. 2. Construção de madeira – Técnica - Japão. 3. Madeira - Estruturas. I. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Experimental de Itapeva II. Título.

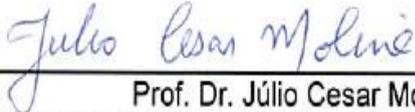
CDD 624.17

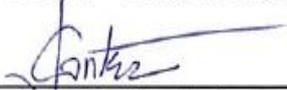
JULIANO TAKEO ISHIKURA

SISTEMA DE CONSTRUÇÃO JAPONESA EM MADEIRA.

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Industrial Madeireira, da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Itapeva.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: 
Prof. Dr. Júlio Cesar Molina
Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Itapeva.

2º Examinador: 
Profª. Drª. Juliana Cortez Barbosa
Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Itapeva.

3º Examinador: 
Prof. Me. Cesar Augusto Galvão de Moraes
Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Itapeva.

Itapeva, 13 de novembro de 2015.

Dedico esse trabalho aos meus pais e meus irmãos, que contribuíram para minha educação e caráter.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar minha jornada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Julio Cesar Molina pelo apoio e orientação neste trabalho.

A minha família por sempre me apoiar.

Aos meus amigos que me ajudaram nessa caminhada.

A UNESP e a todos os professores e funcionários que contribuíram para minha formação.

RESUMO

As antigas estruturas em madeira no Japão foram construídas sem nenhum tipo de elemento metálico nas ligações entre elementos de madeira. Nesse caso utilizavam apenas encaixes e entalhes de madeira. Este trabalho tem como objetivo apresentar o método de construção japonesa, juntamente com os principais detalhes construtivos, ferramentas e alguns dos tipos de encaixes utilizados. Para tal finalidade foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em livros, artigos e demais materiais bibliográficos disponíveis. Por ser uma técnica que é passada de mestre para aprendiz, o material referente ao assunto é muito escasso, principalmente no Brasil, onde se observam pouquíssimos exemplos de aplicação do referido sistema, e nenhum material disponível sobre os detalhes utilizados. O levantamento bibliográfico deste trabalho buscou, sobretudo, mostrar o comprometimento da cultura da carpintaria japonesa no sentido de garantir que os conhecimentos adquiridos assim como qualidade dos detalhes construtivos sejam repassados para as futuras gerações de carpinteiros. Com a realização deste trabalho foi possível observar que os métodos de construção japonesa apresentam características impressionantes, seja pela resistência apresentada pelo sistema, como também pela beleza arquitetônica obtida como resultado do trabalho. Por fim, esse trabalho servirá como base para trabalhos futuros no sentido de enriquecer a literatura nacional sobre o assunto.

Palavras-chave: Construção japonesa. Ligações. Carpintaria. Método construtivo.

ABSTRACT

The ancient wooden structures in Japan were built without any metal parts in bonds between wood elements. Only fittings and wood carvings were used in this case. This study aims to present the Japanese method of construction along with the main construction details, used tools and some types of used fittings. For this very purpose a bibliographical research was made about the quoted theme using books, articles and other available bibliographic materials. For being a technique that is passed down from master to apprentice, the material related to the subject is very scarce, mostly in Brazil which very few application of the cited system are seen, and any material available about used details. The bibliographical survey of the study, above all, showed the commitment of the Japanese culture of carpentry to ensure the acquired knowledge as well the quality of construction detail are passed on future generation of carpenters. With the fulfillment of this study, it was observed that the Japanese constructions methods have impressive features, for the resistance presented by the system, as well as the architectural beauty obtained as a result work. Eventually, this study will serve as a basic for future studies in order to enrich the national literature on the subject.

Keywords: Japanese construction. Bonds. Carpentry. Constructive method.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 Histórico	14
4.2 Ferramentas	17
4.2.1 <i>Chona</i> e <i>ono</i> (Enxó e machado)	17
4.2.2 <i>Sumitsubo</i> (Pote de tinta)	19
4.2.3 <i>Kebiki</i> (Graminho de sulcos)	21
4.2.4 <i>Nokogiri</i> (Serrotes)	22
4.2.5 <i>Kanna</i> (plainas)	24
4.2.6 <i>Nomi</i> (Formões)	25
4.2.7 <i>Kanazuchi</i> e <i>Kizuchi</i> (Martelos)	26
4.2.8 <i>Yarikanna</i> (Lança de aplainar)	27
4.2.9 <i>Toishi</i> (Pedra de amolar)	28
4.2.10 <i>Sashigane</i> (Esquadro de aço)	29
4.3 Tipos de encaixe	31
4.3.1 <i>Koshikake aritsugi</i>	31
4.3.2 <i>Koshikake kamatsugi</i>	33
4.3.3 <i>Okkake daisen tsugi</i>	34
4.3.4 <i>Kanowa tsugi</i>	35
4.3.5 <i>Mechiire</i>	36
4.3.6 <i>Isuka tsugi</i>	36
4.3.7 <i>Kakushi tsugi</i>	37
4.3.8 <i>Hashira tsugi</i>	40
4.3.9 <i>Katasage ari</i>	42
4.3.10 <i>Wari kusabi</i>	44

4.3.11 <i>Okuri ari</i>	46
4.3.12 <i>Ashikatame</i>	47
4.3.13 <i>Dodai shiguchi</i>	49
4.3.14 <i>Kyoro</i>	49
4.3.15 <i>Orioku</i>	51
4.3.16 <i>Koya daimochi</i>	53
4.3.17 <i>Ogami</i>	54
4.3.18 <i>Chigiritsugi</i>	55
4.4 Detalhes construtivos	56
5 MATERIAIS E MÉTODO	58
5.1 Coleta de materiais	58
5.2 Análise do material coletado	59
5.3 Estruturação do trabalho	59
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	60
6.1 Histórico	60
6.2 Ferramentas	61
6.3 Tipos de encaixes	62
6.4 Detalhes construtivos	62
6.5 Tradições japonesas	63
7 CONCLUSÕES	64
8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	66
9 REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A madeira por ser um material natural, renovável e de grande potencial é muito utilizada na construção civil como, pilares, estruturas de coberturas, pisos, sistemas construtivos e muitas outras aplicações. O uso racional da madeira nas construções proporciona um melhor consumo energético se comparado com o aço ou concreto, além de uma melhor trabalhabilidade, e ao contrário da crença popular, grandes elementos de madeira apresentam bom comportamento em casos de incêndio.

Com inspeções periódicas e manutenções corretas, a conservação das estruturas em madeira irá durar por gerações.

No Japão os carpinteiros que são conhecidos como *miya daiku* (construtores de templos e santuários) e os *sukiya daiku* (construtores de casas de chás e residências) aprimoraram antigas técnicas chinesas de construção, nas quais são usadas apenas madeiras maciças e nas ligações e emendas não são utilizados nenhum tipo de pregos, pinos ou parafusos, mas apenas ligações por encaixe. Construções usando este tipo de técnica são bastante conhecidas por ter uma grande longevidade, pois esses carpinteiros seguem o princípio de que se vão utilizar uma árvore de 90 anos para uma construção a mesma deve durar pelo menos 90 anos em respeito à natureza e aos que trabalharam na construção. Diante disto, não é raro encontrar templos que estão de pé há vários séculos.

Essas técnicas são passadas de mestre para aprendiz e este aprendizado pode levar vários anos. Esse tipo de construção requer um alto nível de precisão para os detalhes construtivos (entalhes) e ferramentas utilizadas, estando nessas considerações o segredo para que as construções se mantenham de pé por vários anos.

Por outro lado, infelizmente, ainda existe o preconceito associado ao uso da madeira como material estrutural. Boa parte desse preconceito se deve à falta de informações a respeito do potencial da madeira e de suas possibilidades de aplicação, construções de baixa qualidade, falta de manutenção e elementos de ligações incorretas são exemplos da má utilização da madeira no Brasil.

Nas construções que utilizam a madeira no Brasil são utilizadas madeiras reconstituídas como MLC (Madeira Laminada Colada), LVL (Laminated Vanner Lumber), OSB (Oriented Strand Board) e madeiras maciças. As regiões das ligações são as que apresentam os maiores problemas nas estruturas de madeira, devido a concentração de tensões que ocorrem nestas regiões. Geralmente nas construções brasileiras são utilizados elementos de ligação efetuados por pinos metálicos, pregos e parafusos. Além disso, o modelo de cálculo usado pela norma brasileira de madeiras ABNT NBR 7190:1997 conduz a um número excessivo de conectores na ligação dificultando o posicionamento dos mesmos, já que existe uma distância mínima a ser considerada de centro a centro do pino e entre centro do pino e borda da peça de madeira. Vale mencionar ainda que a referida norma brasileira atualmente passe por processo de revisão e uma das mudanças a ser considerada é parte das ligações por pinos.

Além disso, no Brasil as ligações por entalhes são geralmente utilizadas para madeiras de peças roliças num sistema viga-coluna com encaixes côncavos no topo da coluna ou fixados verticalmente podendo ser reforçadas com cavilhas ou barra de aço galvanizado impedindo a separação das peças (CALIL JUNIOR; BRITO, 2010).

Como base no exposto, este trabalho de pesquisa teve a finalidade de apresentar o sistema construtivo japonês com foco no sistema de ligação por encaixe, tendo em vista o atual panorama de revisão da norma brasileira na questão das ligações como também a falta de literatura específica para este assunto no Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo principal desse trabalho é apresentar os métodos de construção japonesa de ligações por encaixe visando o enriquecimento da literatura nacional.

2.2 Objetivos específicos

- Apresentar as formas dos entalhes para as ligações utilizadas pelos japoneses em suas construções,
- Apresentar algumas das ferramentas que são utilizados para produzir os entalhes.
- Apresentar os detalhes construtivos utilizados pelos construtores japoneses.
- Comparar os métodos construtivos e ferramentas que são utilizados no Japão e no Brasil.
- Demonstrar a cultura e o respeito que os japoneses têm com a madeira.

3 JUSTIFICATIVA

O estudo das ligações em estruturas de madeira é de grande interesse nos meios técnico e científico e a literatura nacional sobre esse tema, atualmente, encontra-se em fase de desenvolvimento no Brasil. O trabalho proposto consiste no primeiro de uma série de outros trabalhos a serem futuramente desenvolvidos pela UNESP/Itapeva com vistas à obtenção de informações com relação ao tema pesquisado. É pretendido com a realização deste estudo, contribuir para a implantação do tema “Ligações por encaixe” na linha de pesquisa “Ligações para estruturas de madeira” criada recentemente na Faculdade de Engenharia Industrial Madeireira.

No Brasil, são raríssimos os textos sobre o assunto e a na literatura internacional os poucos textos encontrados são de autores japoneses e escritos em japonês. Nesse sentido, o trabalho aqui proposto certamente servirá como ponto de partida para trabalhos futuros.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Histórico

Na arquitetura tradicional do Japão uma das questões mais discutidas é o motivo da madeira ser a matéria prima principal para as construções. Uma das explicações é que o Japão por ser um arquipélago com abundância de madeiras e bambus, e devido aos constantes abalos sísmicos, utiliza a madeira como material construtivo, já que este material apresenta bom comportamento diante de solicitações ocasionadas por este tipo de fenômeno. Outro motivo é a presença do xintoísmo no Japão, que consiste em uma religião que cultiva o respeito à natureza sendo considerada uma grande aliada e imprescindível para a existência da vida na terra. Nesse sentido os japoneses demonstram amor e respeito pelo uso da madeira como sendo um organismo vivo. Com base nestas crenças, os japoneses acreditam que a árvore possui um espírito, e um carpinteiro que derrube essa árvore cria uma dívida moral que só será quitada se o carpinteiro se compromete a utilizar a madeira de forma que ela continue a existir, preferencialmente de forma bela e duradoura (BROWN, 2013).

A Figura 1 apresenta o templo *Horyuji*, um dos templos mais antigos construídos em madeira utilizando as técnicas dos carpinteiros japoneses.

Figura 1 – Templo *Horyuji*



Fonte: Tweety's Peregrinations, (2015)

O termo *daiku* (大工) na linguagem moderna seria a tradução para carpinteiro, referindo-se àqueles que constroem casas. É um termo usado para se referir a aqueles que estão ligados a construções básicas, e não aos especialistas responsáveis pela instalação de telhados ou pisos. Esses carpinteiros lidam geralmente com os trabalhos mais brutos nos quais se leva mais em consideração a integridade estrutural do que a aparência. O termo *daiku* subdivide-se dependendo do tipo de construção, como o *miya daiku* (宮大工) que são carpinteiros especializados, principalmente nas construções de templos e santuários em aldeias que não possuem esse tipo de construção. Os carpinteiros voltados para a construção de residências são conhecidos como *ie daiku* (家大工) ou *yagata daiku* (屋形大工). Existem ainda muitos outros tipos de subdivisões como, por exemplo, carpinteiros voltados para a construção de armários, portas e janelas, barcos, entre outros (BUTLER, 2004).

Segundo Roderick (2008), os mais talentosos mestres carpinteiros tinham seus serviços requisitados por imperadores, abades, príncipes, entre outras pessoas consideradas importantes. Esses carpinteiros eram tão valiosos para o imperador que eram impedidos de até mesmo de voltar para visitar seus lares e familiares. Para chegar a esse nível de importância, esses carpinteiros passavam por treinamentos difíceis e árduos sob a tutela de um mestre carpinteiro que ensinava os segredos de sua arte. Eles não estavam sendo iniciados apenas a uma profissão, mas sim a uma fraternidade quase sagrada. Antes que esses aprendizes pudessem usar as ferramentas que seriam para o sustento de suas vidas, eles tinham que demonstrar para seus mestres que eles tinham alcançado o nível espiritual e profissional exigido.

De acordo com Goto *et al.* (1983), por séculos os japoneses fizeram uso da madeira como a matéria prima principal para construir casas, mobílias, templos, santuários e barcos de pesca. Como alguém que trabalha com madeira, o carpinteiro é um dos especialistas japoneses mais antigos. Os carpinteiros desenvolveram um complexo conjunto de habilidades, técnicas, conhecimentos e uma forte tradição na arte da construção para que fossem apreciados na história das estruturas em madeira. O sistema de mestre - aprendiz na carpintaria era muito comum no Japão,

sendo que um jovem aprendiz se tornava praticamente um membro da família de seu mestre. No início do treinamento, os aprendizes eram instruídos na arte da marcenaria, que consistia em aprender a fazer as marcações da madeira. O aprendiz também dedicava muito do seu tempo para aprender a afiar os diversos tipos de ferramentas que ele e seu mestre utilizavam, sendo que as ferramentas do aprendiz eram providenciadas pelo mestre sem nenhum custo. Nos primeiros anos, o aprendiz era orientado a manusear apenas a plaina, então o aprendiz permanecia por alguns anos praticando para dominar o uso da ferramenta e conseguir fazer os acabamentos finais. No final de seu treinamento, ao aprendiz era atribuída a responsabilidade de uma seção da construção para assim testar suas habilidades. Fazia parte do treinamento aprender a trabalhar de forma organizada e em equipe para conseguir finalizar com sucesso os edifícios.

Figura 2 – Carpinteiros japoneses do século 19.



Fonte: Goto *et al.* (1983)

4.2 Ferramentas

Um dos detalhes mais importantes dos carpinteiros japoneses eram o seu cuidado e manuseio com as ferramentas, as quais possibilitavam fazer os entalhes complexos que são tão característicos das construções japonesas.

A seguir são apresentadas algumas das ferramentas utilizadas pelos carpinteiros japoneses.

4.2.1 *Chona* e *ono* (Enxó e machado)

A *chona* tem o cabo da madeira curvada o qual é acoplado no soquete da lamina que pode ou não ter uma cunha de madeira. A lamina é chanfrada dos dois lados do fio (GOTO *et al.*, 1983)

A *chona* é similar ao machado sendo utilizada para descascar ou retirar grandes quantidades de madeira, ferramenta esta utilizada geralmente para dar o primeiro tratamento da madeira (NUMAZAWA, 2009).

Figura 3 – A *chona* é uma ferramenta utilizada no trabalho inicial da madeira.



Fonte: Spica, (2015)

Chonas e *ono* podem ser apresentadas em diferentes tamanhos. Geralmente são utilizados quando se quer remover grande parte da madeira. Entretanto, em

mãos treinadas, podem ser usadas para acabamentos finos. A curvatura do cabo é feita pelo usuário de forma que se adapte melhor ao seu corpo, sendo que é otimizando o ângulo da lâmina para se obter melhor desempenho da ferramenta. É comum também ter um estoque com vários ângulos, neste caso (BROWN, 2013).

Figura 4 – A curvatura do cabo e feita para melhor se adequar ao usuário.



Fonte: lida tool, (2015)

Figura 5 – O formato do *ono* (machado) japonês é diferente dos usados no ocidente.



Fonte: Autor, (2015)

Observa-se, portanto, a utilização de ferramentas basicamente artesanais, sendo a técnica japonesa a principal responsável pela qualidade do resultado final das ligações efetuadas nas construções japonesas.

4.2.2 *Sumitsubo* (Pote de tinta)

De acordo com Odate (2006), o *sumitsubo* consiste numa ferramenta utilizada para auxiliar nas marcações dos cortes que serão realizados na madeira. Esta ferramenta também representa o modo que o carpinteiro deve agir, sendo exato e correto.

Figura 6 – *Sumitsubo*.

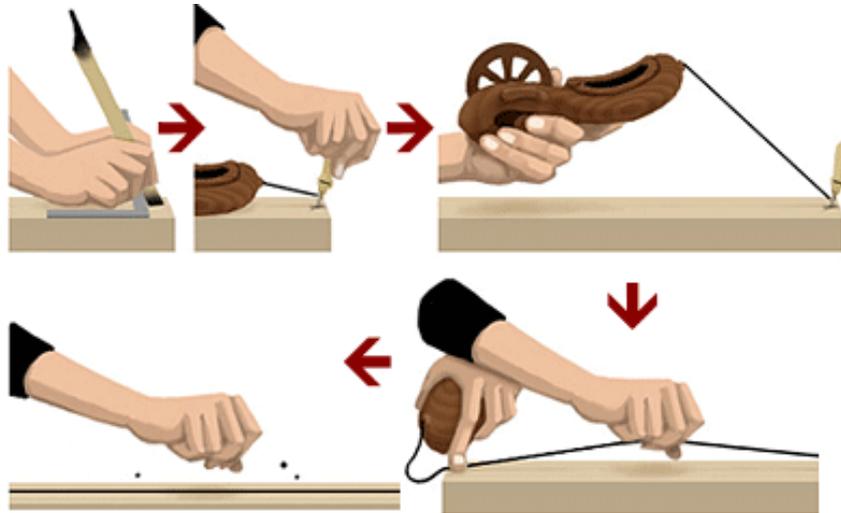


Fonte: Suiheiya, (2015)

Há duas formas de se utilizar o *sumitsubo*: a primeira é utilizando uma vareta de bambu que é imersa no pote de tinta, podendo assim ser usada como um lápis. A segunda forma é utilizando o fio de seda amarrado a um pino, o qual está enrolado em um carretel e passa pelo pote de tinta. Esse pino é fixado em uma parte da madeira e em seguida o fio é desenrolado e esticado até onde o mestre carpinteiro quer fazer a marcação. Com o fio esticado num movimento de puxar e soltar na direção contrária da madeira é conseguida uma marca reta (NUMAZAWA, 2009).

A Figura 7 descreve o segundo método de utilização do *sumitsubo*.

Figura 7 – Demonstração de um dos modos de uso do *sumitsubo*.



Fonte: Kyomachiya, (2015)

O *sumitsubo* é esculpido em um bloco de madeira e existem duas formas de esculpir o *sumitsubo*. Na primeira forma a cavidade do pote de tinta é artisticamente alargada deixando-se uma espécie de barriga. A segunda forma é mais simples e tem a forma retangular. A primeira forma é característica da região de *Kanto* e a segunda de *Kansai*. No Japão muitas vezes o aprendiz era designado a fazer um *sumitsubo* para demonstrar o nível de suas habilidades. Os carpinteiros voltados na construção de templos e santuários (*miya daiku*) esculpiam *sumitsubos* elaborados para si mesmo ou como oferendas para os templos e santuários. *Sumitsbo* é uma forma de arte entre os carpinteiros do Japão (GOTO *et al.*, 1983).

Figura 8 – *Sumitsubo* ornamentado.

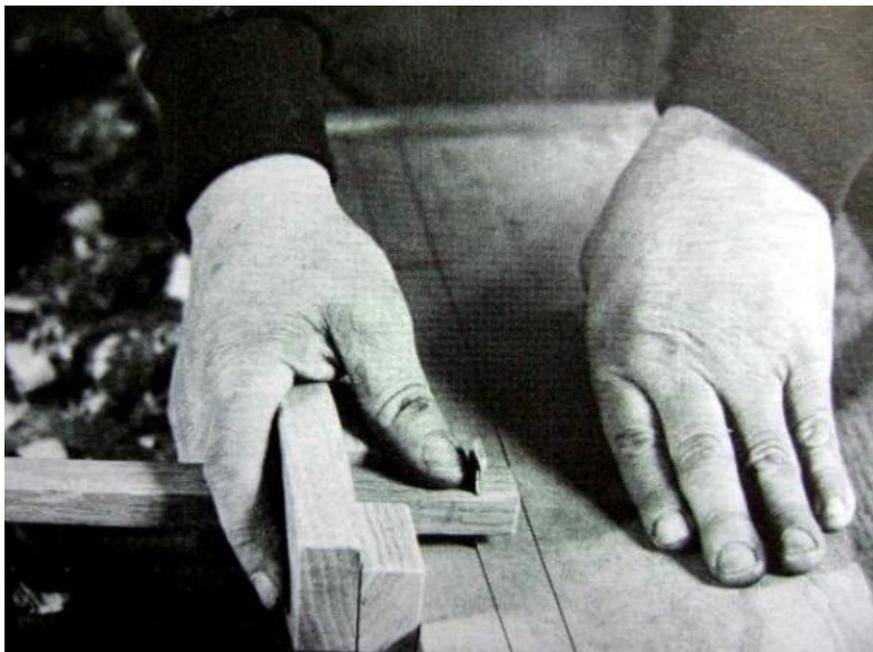


Fonte: Fp no ie, (2015)

4.2.3 *Kebiki* (Graminho de sulcos)

O *kebiki* serve para fazer sulcos na madeira paralelos à lateral onde está sendo apoiada de modo a facilitar o apoio dos serrotes. Esta ferramenta pode apresentar vários tamanhos, formas e diferentes tipos de laminas (NUMAZAWA, 2009).

Figura 9 – Modo de uso do *kebiki*.



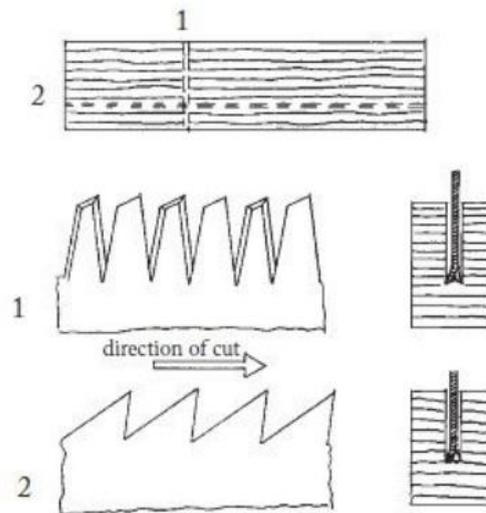
Fonte: Odate, (2006)

4.2.4 Nokogiri (Serrotes)

De acordo com Brown (2013), os *nokogiris*, as serras japonesas, possuem diferentes formas e tamanhos cada qual para um determinado tipo de uso, desde os maiores usados pelos lenhadores até os menores para trabalhos detalhados. Para cortar se faz força na direção de puxar a serra ao contrário das serras ocidentais, nas quais a força maior é aplicada no sentido de empurrar a ferramenta. Assim como na maioria das ferramentas de qualidade, as laminas da serra são forjadas a mão, e preferencialmente os cabos são feitos pelo usuário da ferramenta para melhor se adaptar ao seu gosto. Outra característica é o formato dos dentes que as serras possuem, podendo ser de dois tipos distintos.

Na Figura 10 é possível ver a diferença no formato dos dentes da serra, sendo a primeira com os dentes cruzados possuindo três superfícies de corte em cada dente permitindo um corte mais fino, podendo possuir diferenças para serras de *hardwood* e *softwood*. A segunda possui dentes travados semelhantes às serras ocidentais podendo o ângulo dos dentes ser diferente para *hardwood* e *softwood*.

Figura 10 – Diferença do formato dos dentes.



Fonte: Brown, (2013)

Alguns dos tipos mais usados de *noko* eram o *ryoba - noko* que é uma serra de dois gumes sendo um lado com serras cruzadas e o outra com serras travadas. O *azekibi - noko* também é uma serra de dois gumes, mas esta possui

uma serra menor e curvada, usada quando se quer fazer cortes no meio da peça de madeira. *Dozuki – noko* possui os dentes menores do tipo cruzado com apenas um gume utilizado para serviços de acabamento. Com apenas um gume, porém com os dentes travados, há também a chamada *hozohiki – noko*. *Mawashi – noko* que consistem em serras que possuem a lâmina estreita e de pequeno porte para cortes de acabamento e pequenos detalhes. O *gando – noko* é uma serra híbrida com dentes cruzados e travados. Para manter as serras afiadas é usado o chamado *yasuri* (lima) que pode ter vários tamanhos (GOTO et al., 1983).

Na Figura 11 são apresentados os tipos de serras descritas por (GOTO et al., 1983). A serra na parte superior é a *gando – noko*, da esquerda para a direita *hozohiki - noko*, duas serras com dentes cruzados, duas *ryoba – noko*, *dozuki – noko* para acabamentos, *azebiki – noko*, e duas *mawashi – noko*.

Figura 11 – Tipos de serras



Fonte: Brown, (2013)

4.2.5 *Kanna* (plainas)

Assim como as serras japonesas, as plainas são usadas no sentido de puxar a ferramenta na direção do corpo. Elas consistem de uma lâmina de aço fixada a uma peça de madeira. As plainas comuns possuem vários tamanhos e proporções para atender os diversos tipos de projetos. São usadas basicamente para remover rapidamente a madeira ou para produzir superfícies lisas. Existem vários tipos de *kannas* (Figura 12) para atender os diversos tipos de trabalhos, como para fazer rebaixos, curvas, chanfros, entre outros. A menor plaina pode ter o tamanho de um dedo mindinho. Uma *kanna* bem afiada é capaz de remover material com espessura de até dez micrometros, sendo também uma das ferramentas mais difíceis de obter maestria (BROWN, 2013).

Figura 12 – Variedades de *kanna*



Fonte: Brown, (2013)

Goto *et al.* (1983) apresenta alguns modelos de *kanna* como por exemplo, a *hira* – *kanna* que era utilizada para suavizar a superfície da madeira, podendo possuir diversos tamanhos de largura da lâmina. Algumas plainas eram usadas para corrigir a parte inferior de outras plainas como no caso da *dainaoshi* – *kanna*. Um detalhe característico em relação às outras *kannas* é que ela possui sua lâmina

ajustada para ângulos de 90° ou 100°. A *sori – kanna* possui diferentes curvaturas na parte inferior de seu corpo. Já a *maru – kanna* pode possuir o formato da lâmina diferente, dependendo do tipo de trabalho que se quer realizar. No caso da *waki – kanna* observa-se lâmina apenas no lado direito ou esquerdo do corpo da plaina. Há uma variedade grande de formatos e funções de *kannas* cada qual se ajustando conforme a necessidade do mestre carpinteiro.

4.2.6 *Nomi* (Formões)

Segundo Goto *et al.* (1983), os *nomis* se dividem em duas categorias: aqueles que tem um anel de ferro na extremidade traseira da ferramenta que é utilizado em conjunto com martelos (malho), e aqueles que não tem o reforço de ferro e a ferramenta é manejada com as próprias mãos. Os formões podem apresentar tanto a lâmina como o cabo em diversas formas e tamanho para cumprir diversos tipos de trabalho (Figura 13).

Figura 13 – Vários tamanhos e formas de *nomis*

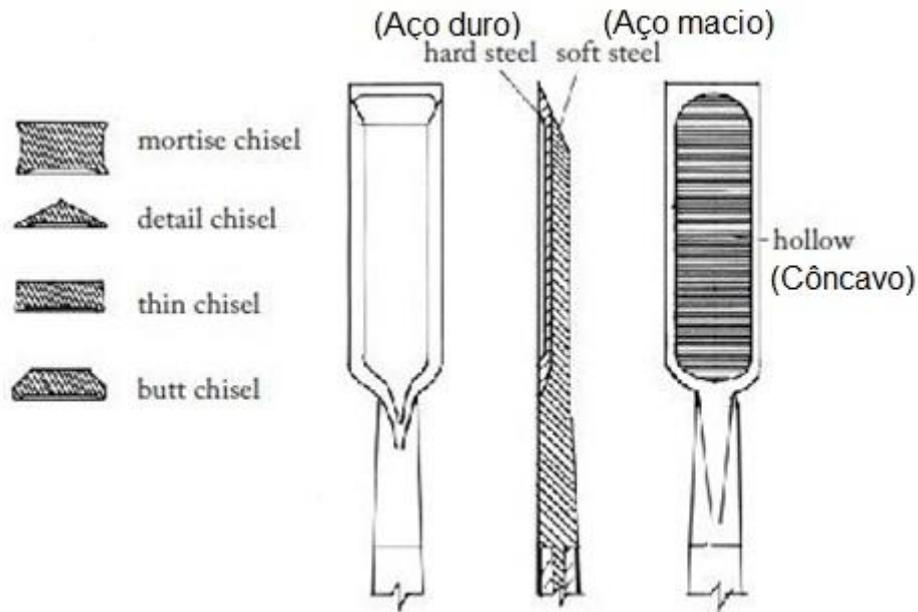


Fonte: Brown, (2013)

A largura dos formões pode variar de alguns milímetros até aproximadamente cinco centímetros. A lâmina dos formões é feita com dois aços diferentes, sendo um aço mais duro na aresta do corte e outro mais macio e flexível

na parte oposta. A combinação desses dois tipos de aço resulta em uma lâmina bem afiada e muito resistente. (BROWN, 2013).

Figura 14 – Os *nomis* podem ter várias formas e tamanho conforme o tipo de trabalho.



Fonte: Brown, (2013).

4.2.7 Kanazuchi e Kizuchi (Martelos)

Kanazuchi são martelos com a cabeça feita em aço enquanto os *kizuchi* são martelos ou marretas em madeira. Os martelos são normalmente utilizados em conjunto com os *nomis* ou para martelar cunhas de madeira. Possuem vários tipos de tamanho e formas diferentes de cabeça. As marretas são utilizadas para fixar os encaixes de madeira (BROWN, 2013).

Elas podem possuir tamanhos e formas diferentes das apresentadas na (Figura15).

Figura 15 – Dois *kizuchis* e dois *kanazuchi*.



Fonte: Yahoo auction, (2015)

4.2.8 *Yarikanna* (Lança de aplainar)

De acordo com Brown (2013), a *yarikanna* é o ancestral das plainas atuais, possuindo a forma de uma lança com a lâmina levemente curvada. É utilizado na madeira para suavizar a superfície produzindo uma leve ondulação.

A lâmina da *yarikanna* pode ser curvada para cima ou para baixo para atender as necessidades do mestre carpinteiro (Figura 16).

Figura 16 – Curvaturas da lamina do *yarikanna*.



Fonte: Brown, (2013).

4.2.9 *Toishi* (Pedra de amolar)

Um das atividades que mais consumia tempo na aprendizagem para se tornar um mestre carpinteiro era a técnica de afiar as ferramentas como as plainas e formões. Havia vários tipos de pedras naturais (Figura 17) que eram utilizadas para afiar as ferramentas (GOTO *et al.*, 1983).

Brown (2013) explica que os *toishi* são utilizados com água e possuem diferentes graus de aspereza. A pedra de amolar é montada sobre um suporte de madeira. Para se obter um fio de qualidade a lâmina a ser afiada passava por até três pedras de amolar com asperezas diferentes. Para se obter uma lâmina bem polida era utilizada uma placa de aço no final do processo de afiação.

Figura 17 – Variedades dos tipos de pedra de amolar naturais.



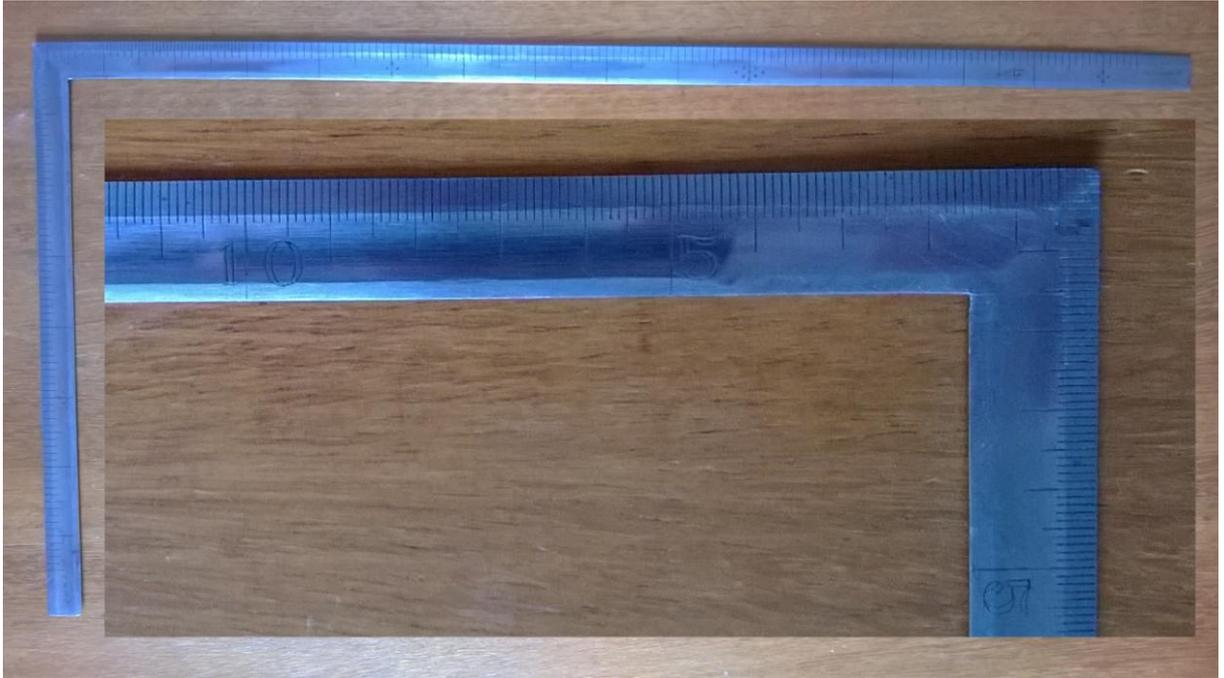
Fonte: Yamamoto toishiten, (2015)

4.2.10 *Sashigane* (Esquadro de aço)

Sashigane (Figura 18) consiste na versão japonesa do esquadro de aço. Estes possuem tanto a medida métrica como a escala de medida tradicional utilizadas pelos carpinteiros japoneses, sendo que além das medidas o *sashigane* possui marcações que auxiliam na realização cálculos complexos no local onde se está trabalhando. Elas são menores e mais flexíveis do que os esquadros ocidentais (BROWN, 2013).

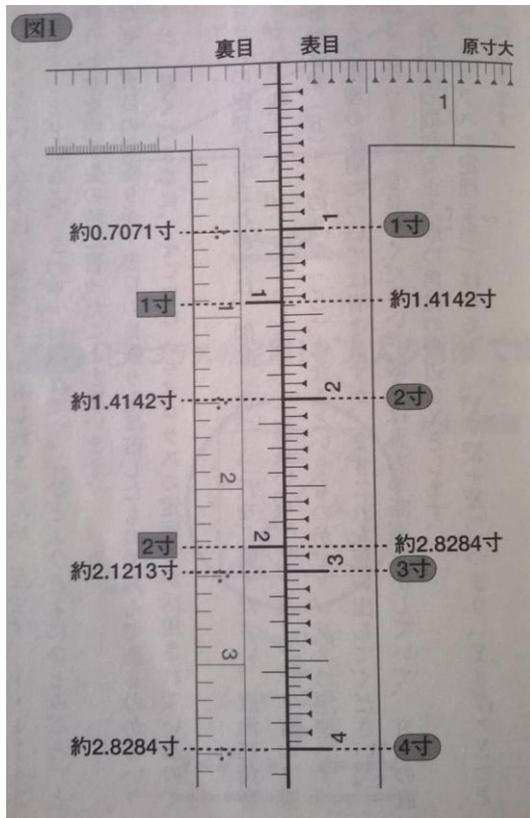
De acordo com Matsuura (2005), o *shashigane* possui dois lados (Figura 19) que utilizados em conjunto com o teorema de pitágoras possibilitava execução de vários tipos de medições e cálculos com maior facilidade sem a necessidade de fazer cálculos e contas complexos no papel. Exemplo disso é o planejamento dos planos de corte das toras sendo elas retas ou tortas, as melhores medidas para os entalhes das peças utilizadas, entre outras funções.

Figura 18 – Sashigane.



Fonte: Autor (2015).

Figura 19 – As medidas presentes nos dois lados do sashigane centímetros e *isun* = (3 cm) .



Fonte: Matsuura (2005).

4.3 Tipos de encaixe

Segundo Brown (2013), as técnicas de carpintaria chinesas eram bem avançadas desde a antiguidade (dinastia Tang 600-900 AC). Alguma das complexas construções de templos feita no Japão tem grande influência desse período da China. Outras, no entanto, têm influência de templos coreanos. Desse modo alguns dos primeiros templos construídos não são realmente nativos do Japão. A carpintaria vista hoje em dia no Japão representa as técnicas arcaicas de construção que sobreviveram, numa espécie de cápsula do tempo.

De acordo com Weimer (2005), o sistema de divisão por feudalismo semelhante ao da Europa, fez com que se criassem diferentes métodos de construção em cada região do Japão, havendo assim inúmeros detalhes construtivos variando por regiões do Japão assim como o segredo, técnicas e métodos de cada mestre carpinteiro.

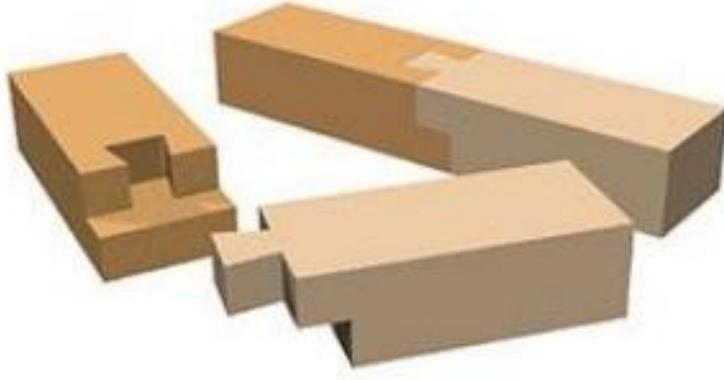
Yukihiro kimiyama explica em Sumiyoshi; Matsui (1991), que existem várias maneiras de se unir os elementos de madeira em uma estrutura. Podem ser utilizados, neste caso cordas, pregos, parafusos, colas e entalhes. As emendas utilizadas para erguer as estruturas japonesas eram extremamente elaboradas. Os mestres carpinteiros especializados na utilização de técnicas de emenda por entalhes tinham de levar em consideração alguns fatores como a resistência que as conexões precisavam ter para suportar forças de flexão, torção e cisalhamento, sem esquecer de ter uma boa aparência. Várias técnicas eram desenvolvidas sendo umas mais simples e outras mais complexas.

A seguir são apresentados alguns dos tipos de emendas utilizadas pelos carpinteiros no Japão, sendo que existem variações dos tipos de emenda conforme a região e do mestre carpinteiro.

4.3.1 *Koshikake aritsugi*

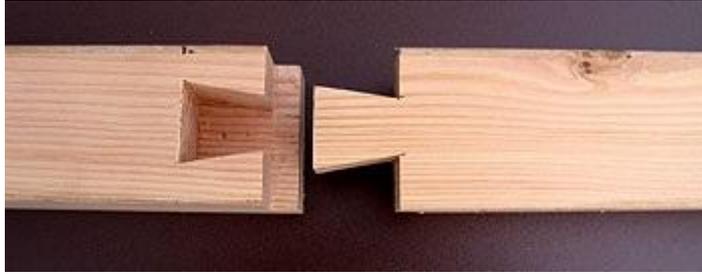
Esse tipo de encaixe é utilizado principalmente nos alicerces, sendo que esse entalhe resiste a tensões de compressão da estrutura, embora a sua resistência a tração seja pequena (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 20 – *Koshikake aritsugi*.



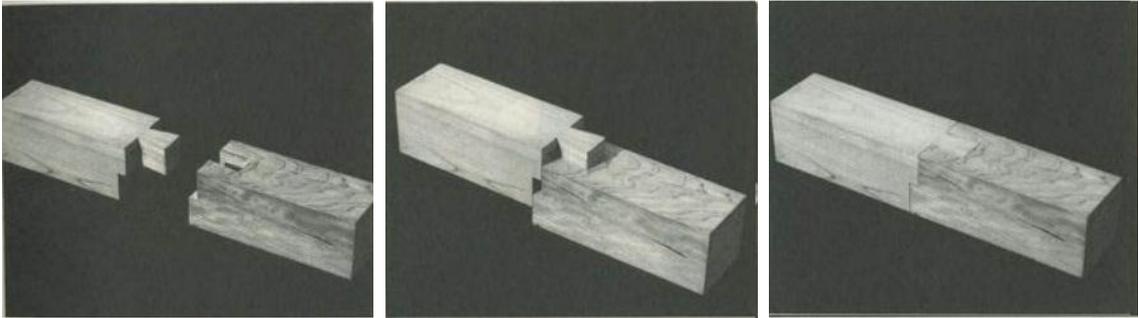
Fonte: JAANUS, (2015)

Figura 21 – *Koshikake aritsugi*.



Fonte: Hi-ho, (2015)

Figura 22 – Sequencia de encaixe do *koshikake aritsugi*.

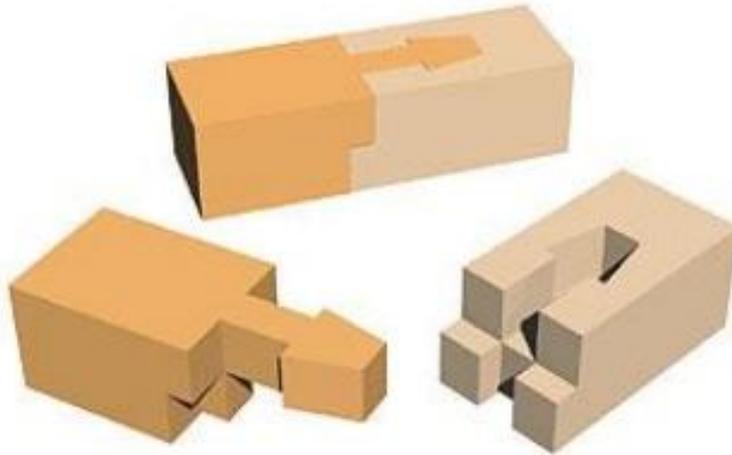


Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

4.3.2 *Koshikake kamatsugi*

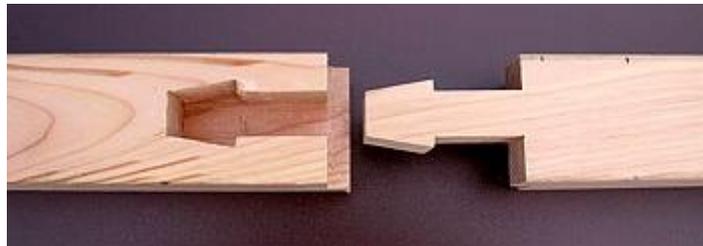
O *koshikake kamatsugi* também é utilizado nos alicerces da estrutura, possuindo, entretanto, uma resistência maior que a *koshikake aritsugi* (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 23 – *Koshikake kamatsugi*.



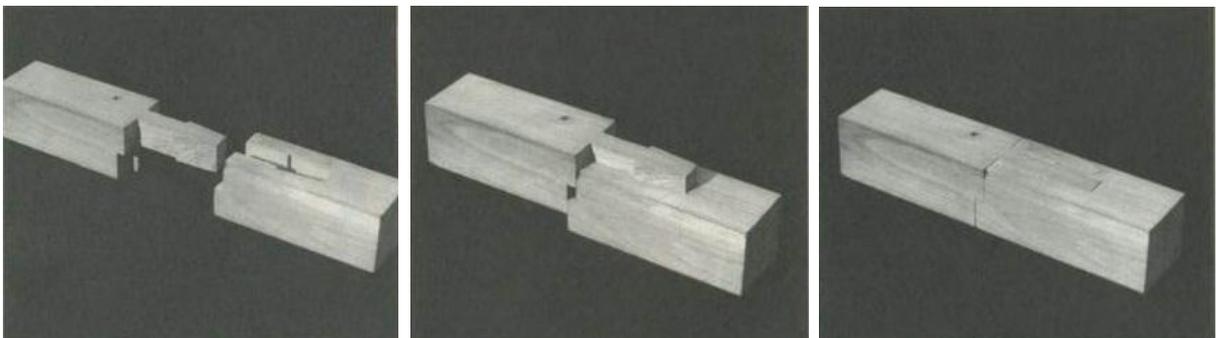
Fonte: Fonte: JAANUS, (2015)

Figura 24 – *Koshikake kamatsugi*.



Fonte: Hi-ho, (2015)

Figura 25 – Sequencia de encaixe do *koshikake kamatsugi*.

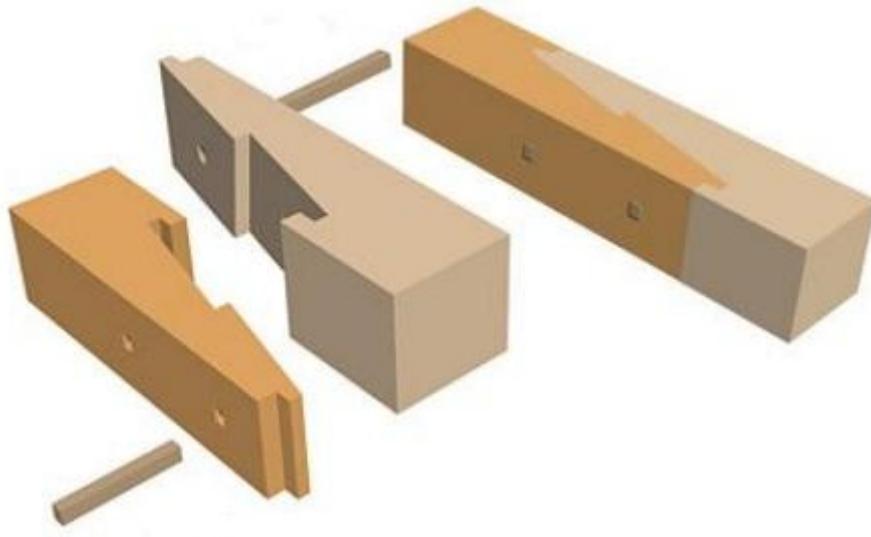


Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

4.3.3 *Okkake daisen tsugi*

Okkake daisen tsugi pode ser utilizado para unir alicerces e vigas. As duas peças são idênticas. E diferentes das peças que são chamadas macho e fêmea são denominadas madeira superior e inferior. Estas são encaixadas deslizando-se a face interna da madeira superior em relação a da madeira inferior sendo estas travadas por dois pinos (komisen). Os pinos são inseridos da extremidade mais larga para a extremidade menor em buracos feitos atravessando as duas partes da peça. Esse tipo de encaixe possui uma maior facilidade para reparos, pois não há necessidade de se mover no sentido axial (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 26 – *Okkake daisen tsugi*.



Fonte: JAANUS, (2015)

Figura 27 – Sequencia de encaixe do *okkake daisen tsugi*.

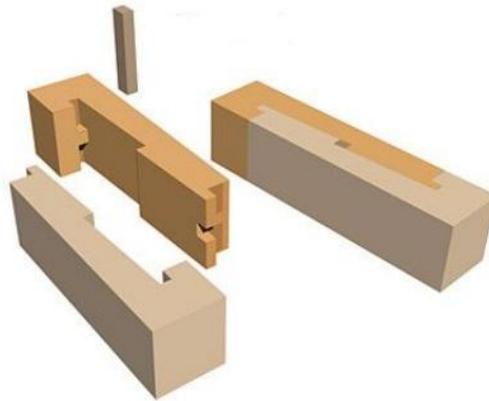


Fonte: Webry, (2015).

4.3.4 *Kanowa tsugi*

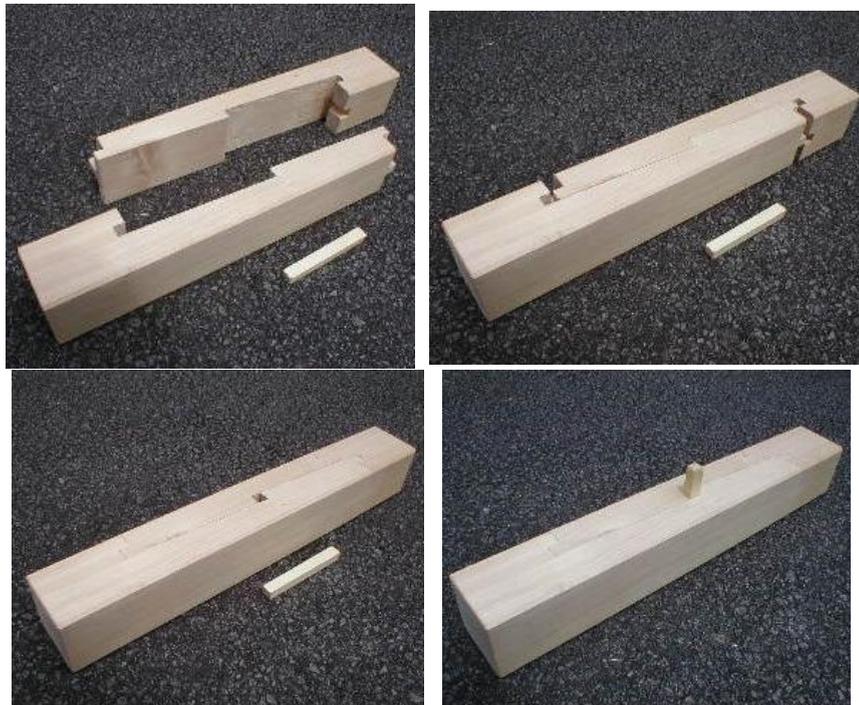
O *kanowa tsugi* lembra bastante o *okkake daisen tsugi* possuindo duas peças idênticas. Entretanto em vez de utilizar dois pinos de travamento, utiliza-se apenas um pino (komisen) no meio da junção entre madeira superior e a madeira inferior, forçando-as em direções opostas ao longo do eixo longitudinal, resultando assim em um encaixe resistente e rígido (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 28 – *Kanowa tsugi*.



Fonte: JAANUS, (2015)

Figura 29 – Sequencia de encaixe do *kanowa tsugi*.

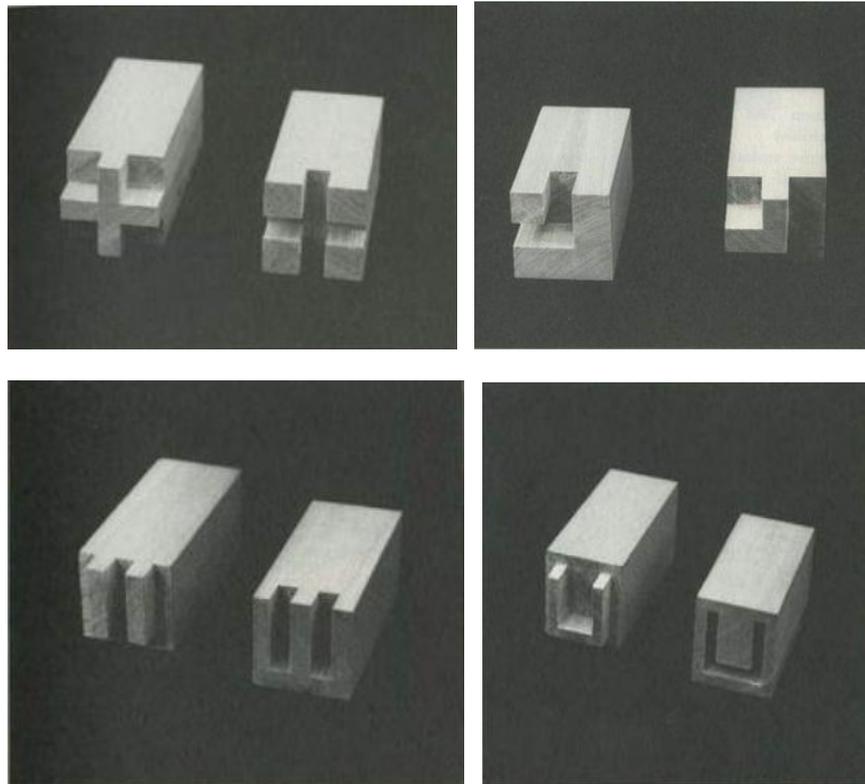


Fonte: Webry, (2015).

4.3.5 *Mechiire*

Estes tipos de peças possuem uma boa resistência a torção, sendo que não resistem a forças de tração. O tipo de encaixe nesse conjunto é do tipo macho e fêmea, e podem ser conseguidos por diferentes tipos de entalhes (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 30 – *Mechiire*.



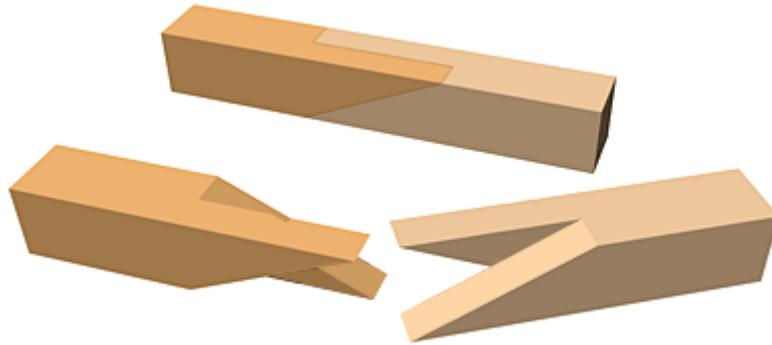
Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

4.3.6 *Isuka tsugi*

Emenda utilizada mais com fins decorativos para áreas expostas do telhado, não possuindo muito uso estrutural. Quando usado como fins estéticos o comprimento do plano inclinado é o dobro do tamanho da seção onde as peças se juntam. Para estruturas que necessitam de maior resistência, o comprimento do plano inclinado é igual ao tamanho da seção onde as peças se juntam. Há a variação onde são usadas travas de madeira (shachi) que são utilizadas com fins

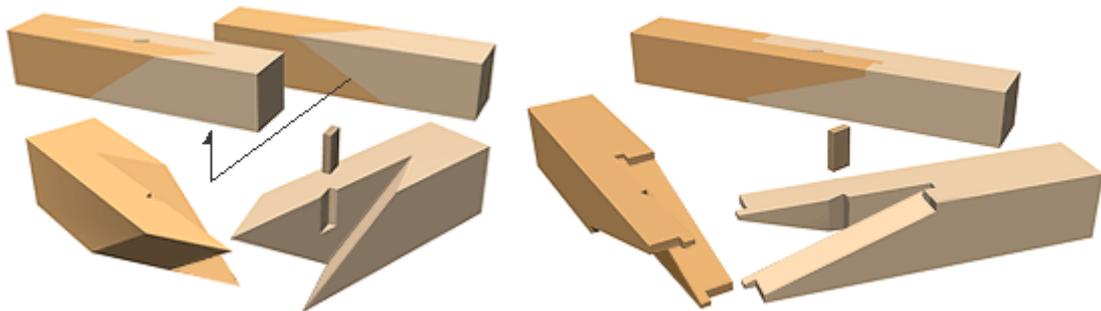
estruturais, sendo que as construções que utilizam essas peças com trava não dão tanta importância a parte estética da estrutura (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 31 – *Isuka tsugi*.



Fonte: JAANUS, (2015)

Figura 32 – *Isuka tsugi*.

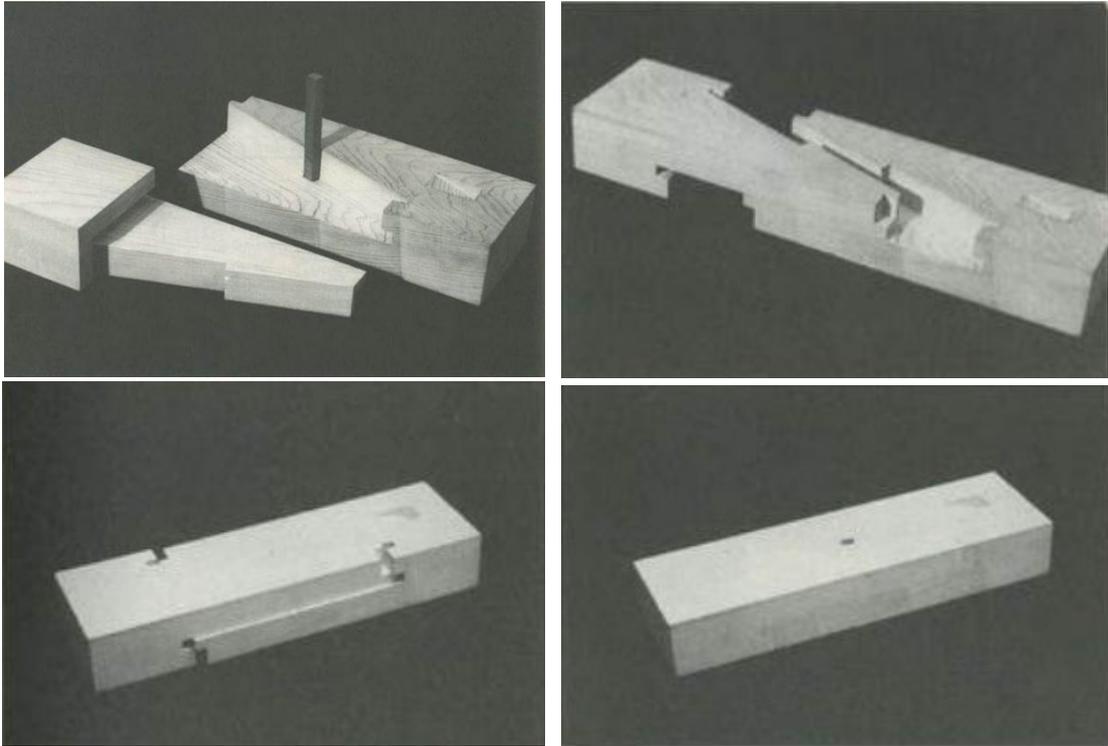


Fonte: JAANUS, (2015)

4.3.7 *Kakushi tsugi*

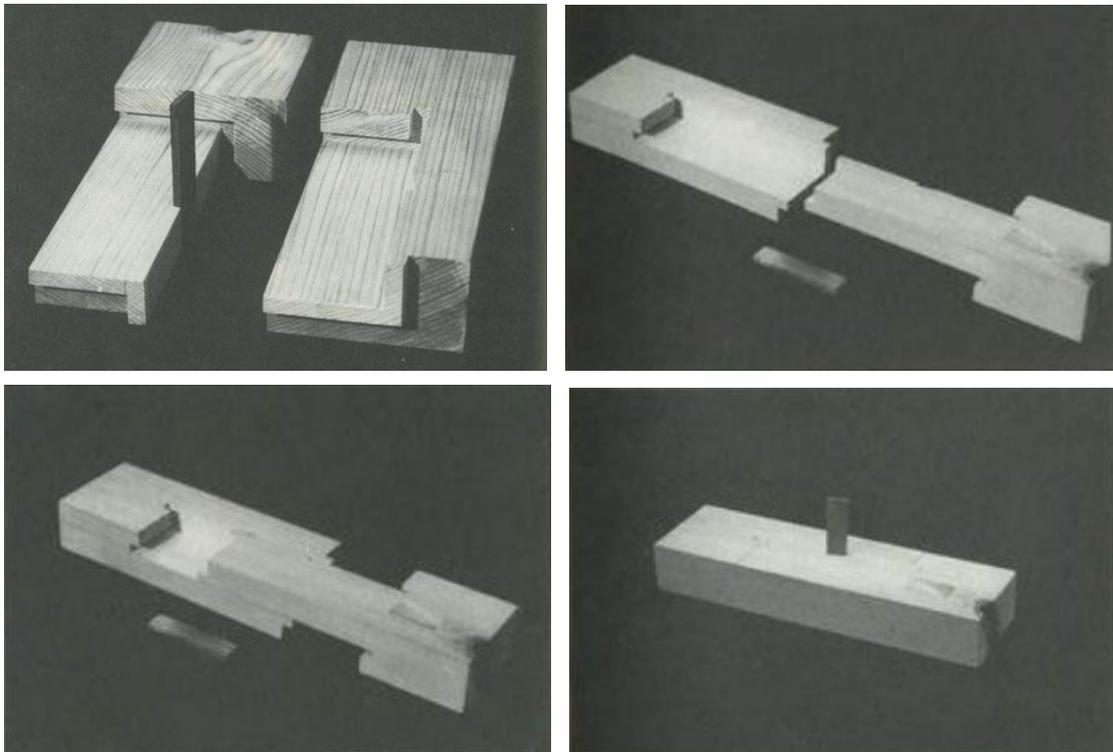
Junção utilizada para acabamentos. Bastante similar ao *isuka tsugi*, e neste tipo de emenda as peças são constituídas em macho e fêmea e são utilizadas travas de madeira (shachi). Este tipo de emenda é utilizado quando não existem grandes esforços atuando sobre a peça de madeira. A emenda possui diferentes tipos de entalhe e com nomes próprios como pode ser visto nas (Figuras 31), (Figuras 32), (Figuras 33), (Figuras 34) e (Figuras 35) (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 33 – Sequencia de encaixe do *Kakushi kanawa*.

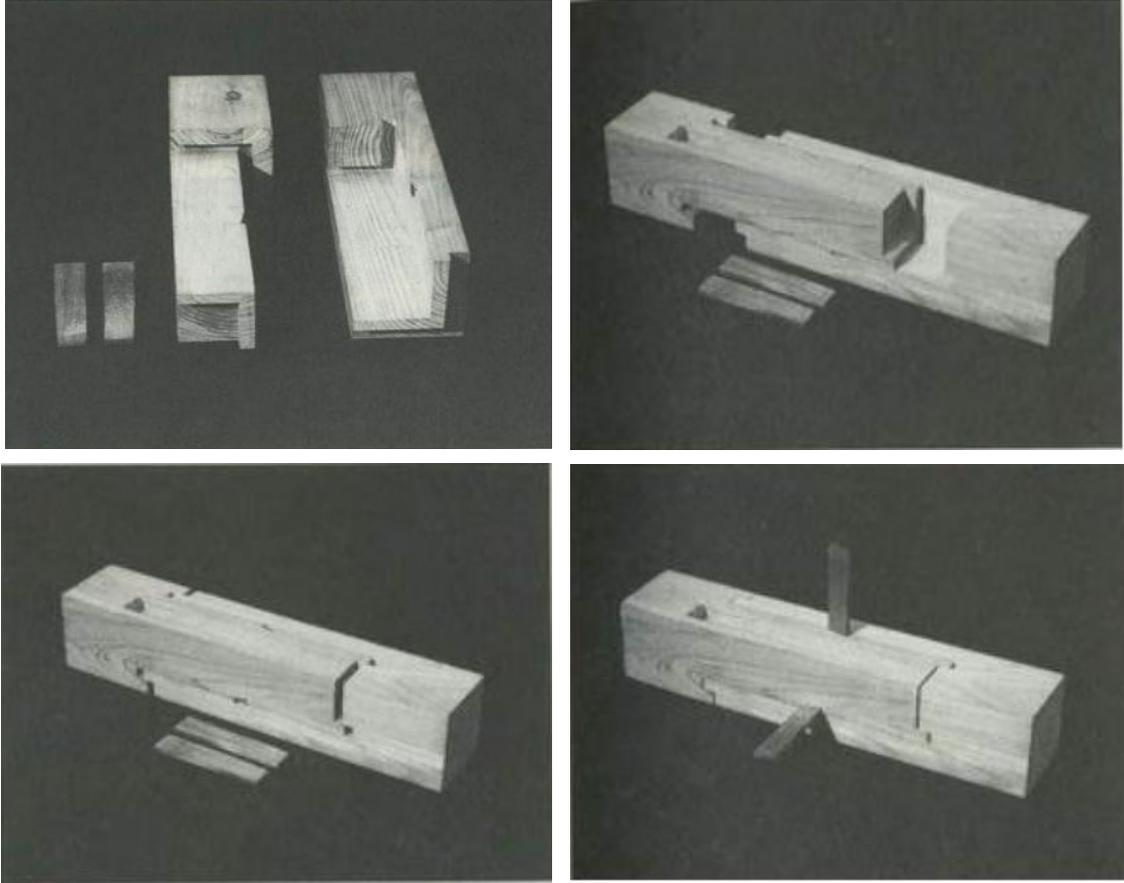


Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

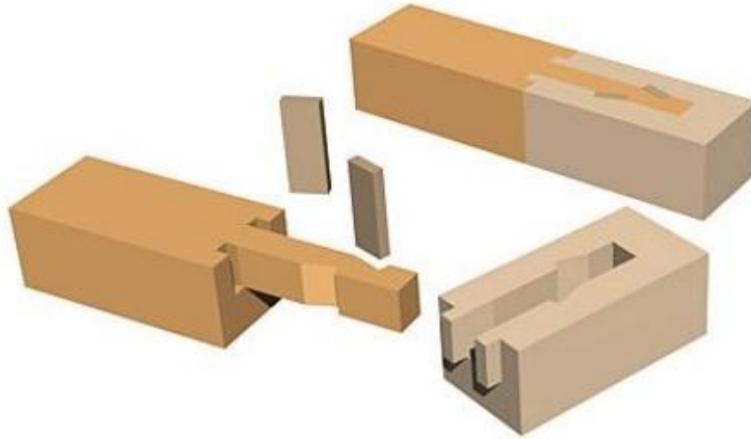
Figura 34 – Sequencia de encaixe do *hako daimochi*.



Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

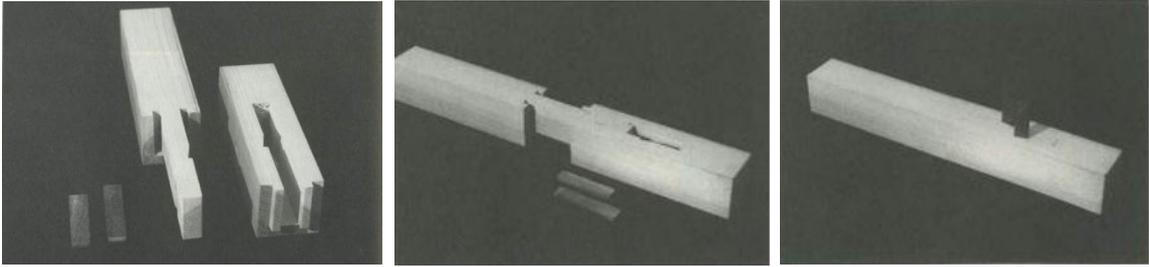
Figura 35 – Sequencia de encaixe do *hako sen*.

Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

Figura 36 – *Saotusgi*.

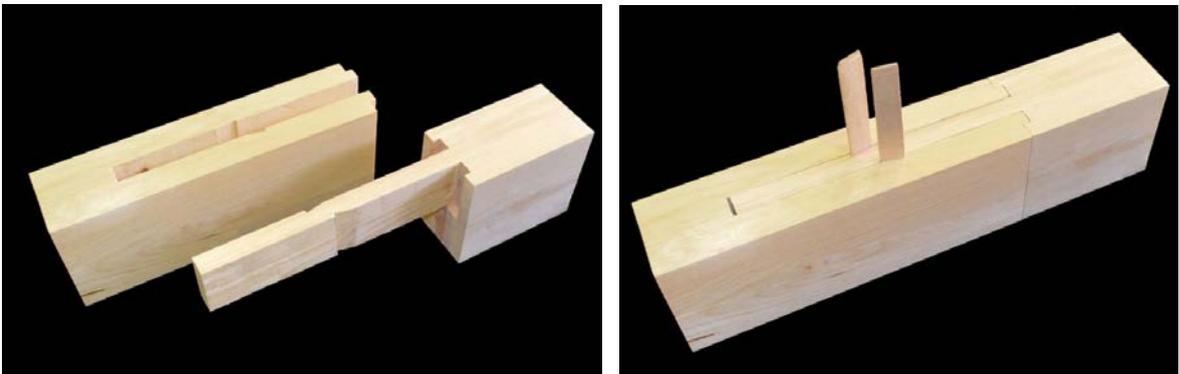
Fonte: JAANUS, (2015)

Figura 37 – Sequencia de encaixe do *Saotusgi*.



Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

Figura 38 – *Saotusgi*.



Fonte: Imoto (2015).

4.3.8 *Hashira tsugi*

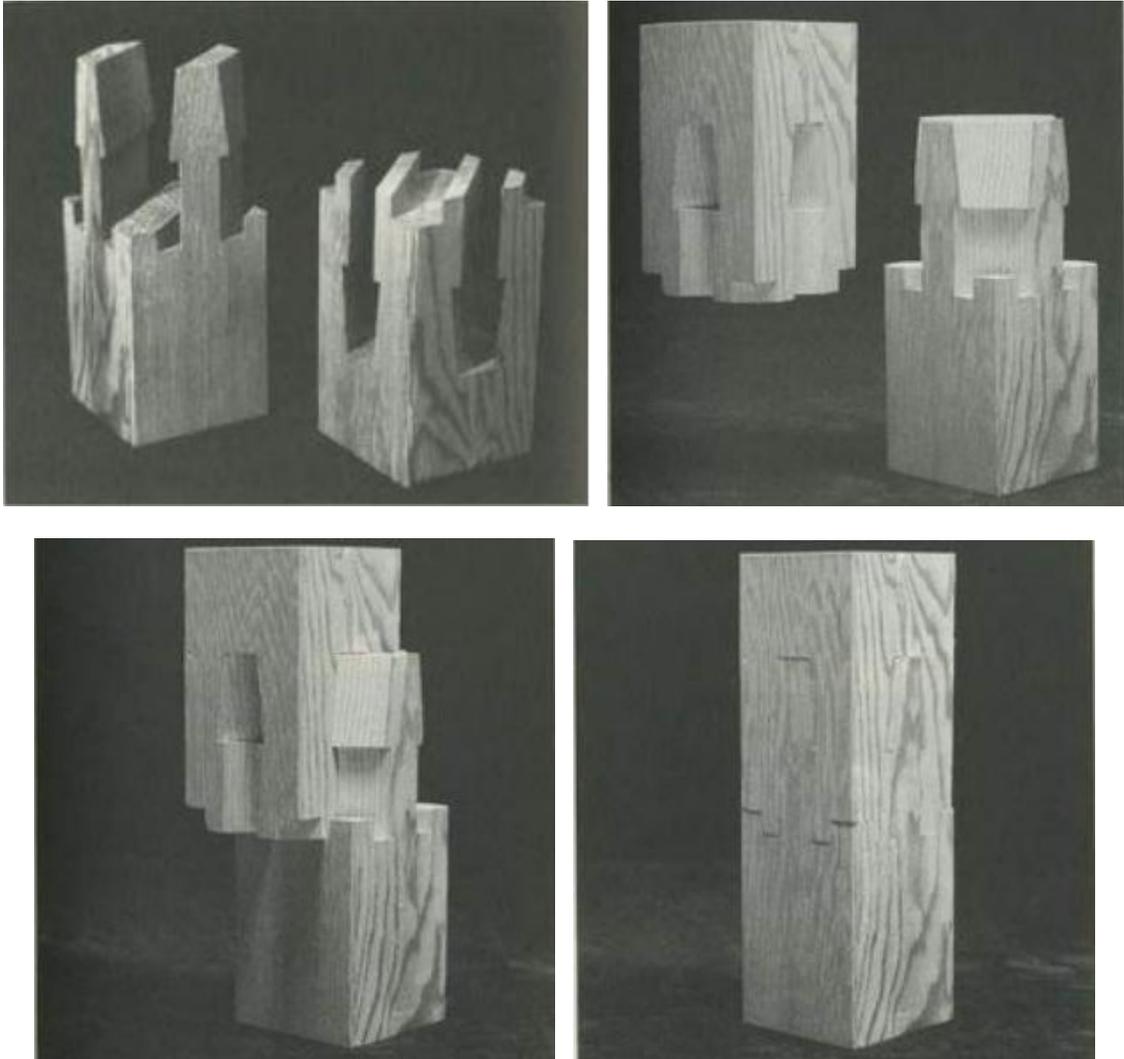
São emendas utilizadas em pilares. Possuindo diferentes tipos de entalhes. Como é o caso do *shihoukama* que são esculpido dois entalhes semelhantes ao formato do entalhe *koshikate kamatsugi* vista no item 4.3.2 diagonalmente na peça de madeira. Este tipo de emenda é adequado para grandes pilares. Um detalhe interessante deste tipo de peça são as quatro faces idênticas do formato *kamatsugi* (gooseneck). Já a *kai no guchi* observa-se um entalhe mais longo e algumas aplicações exclusivas em uma peça de madeira cilíndrica, geralmente é utilizado em colunas centrais (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 39 – *Shihoukama*.



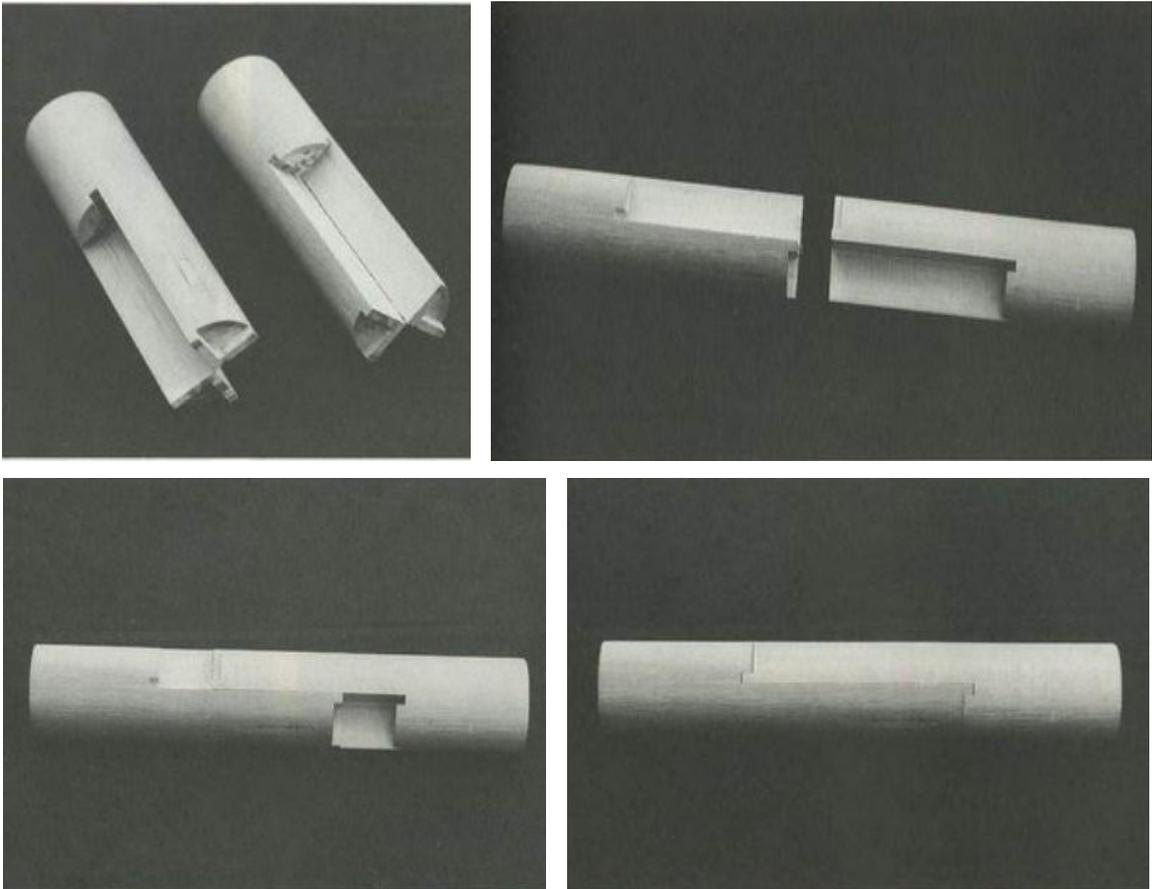
Fonte: Itomoku, (2015).

Figura 40 – Sequencia de encaixe do *shihoukama*.



Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

Figura 41 – Sequencia de encaixe do *kai no guchi*.



Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

A seguir serão apresentados alguns tipos de conexões entre vigas e colunas, e como no caso das emendas estas possuem vários tipos de formato conforme a região e o mestre carpinteiro.

4.3.9 *Katasage ari*

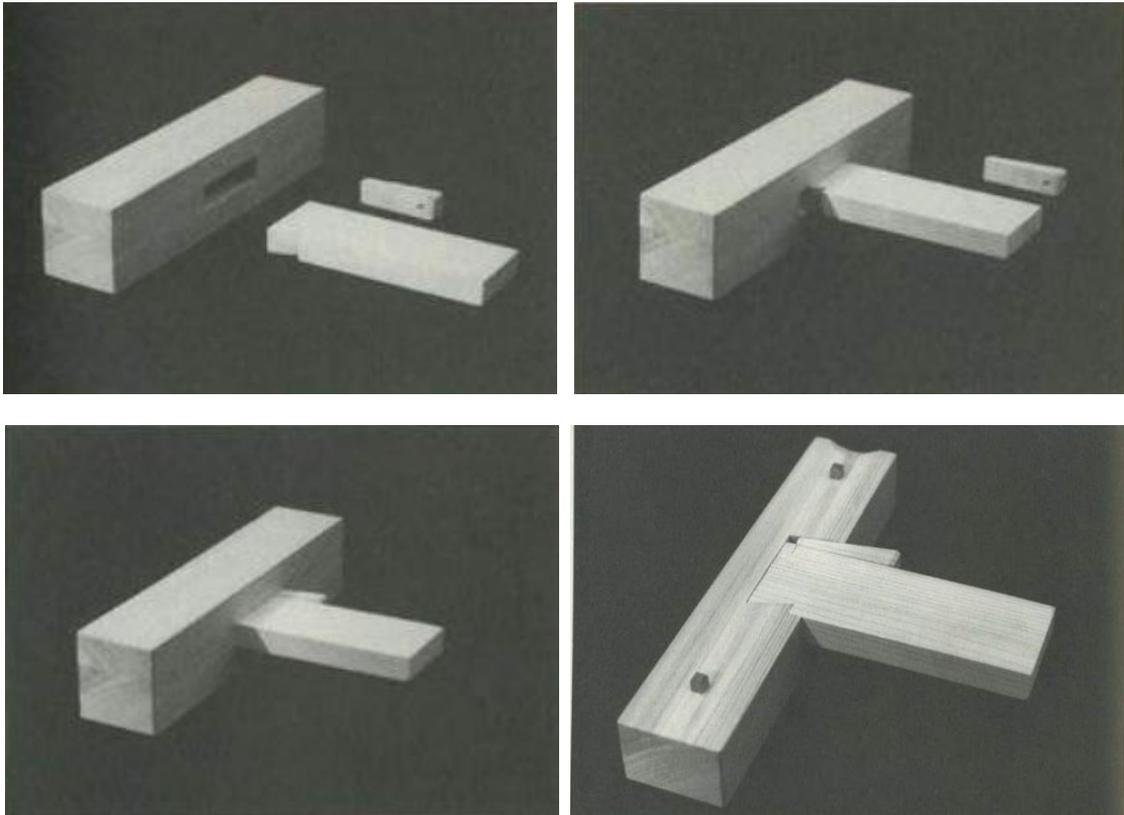
Utilizado para conectar elementos de parede a uma coluna. Na cultura japonesa não é estranho deixar as conexões a mostra. Este tipo de encaixe é feito entalhando um peça na forma meio *dove tail* (rabo de andorinha) e prendendo com uma cunha. O *dove tail* impede o movimento horizontal enquanto que a cunha impedindo o movimento vertical (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 42 – *Katasage ari*.



Fonte: Granite Mountain Woodcraft, (2015)

Figura 43 – Sequencia de encaixe do *katasage ari*.

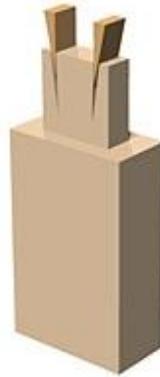


Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

4.3.10 *Wari kusabi*

Este tipo de emenda é utilizado para fazer as ligações entre colunas, vigas e fundações. A conexão é feita através da ligação tipo espiga passante com reforço de duas cunhas (Figura 45) e (figura 45). Já no caso da *jigoku hozo* (Figura 47) e (Figura 48) utiliza-se as duas cunhas mas, no entanto, com uma espiga não passante. Nesse caso o comprimento da espiga deve ser um pouco menor do que a caixa na qual a mesma vai ser encaixada. A montagem ocorre de modo que as cunhas sejam encaixadas nos cortes feitos na espiga e em seguida a espiga é colocada na caixa fazendo com que as cunhas abram a espiga como um leque. Algumas vezes utiliza-se água na ligação para melhorar a junção (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 44 – Espiga com cunhas.

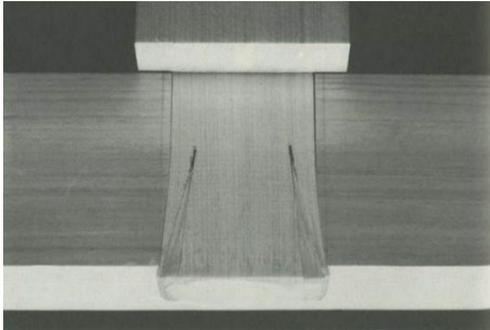
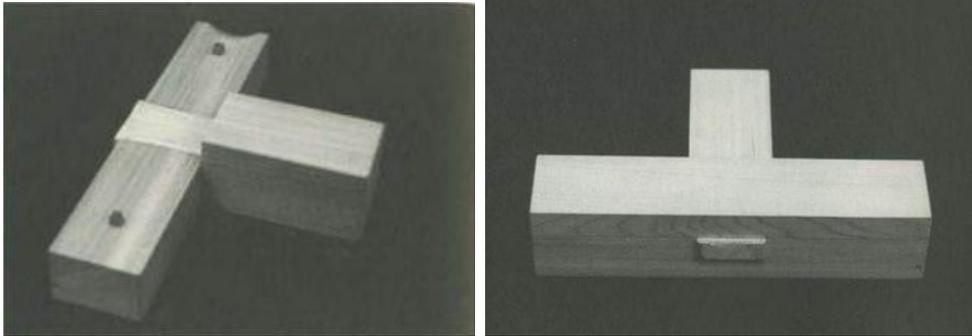


Fonte: JAANUS, (2015)

Figura 45 – *Wari kusabi*.



Fonte: Hasekoubou, (2015)
Figura 46 – *Wari kusabi*.

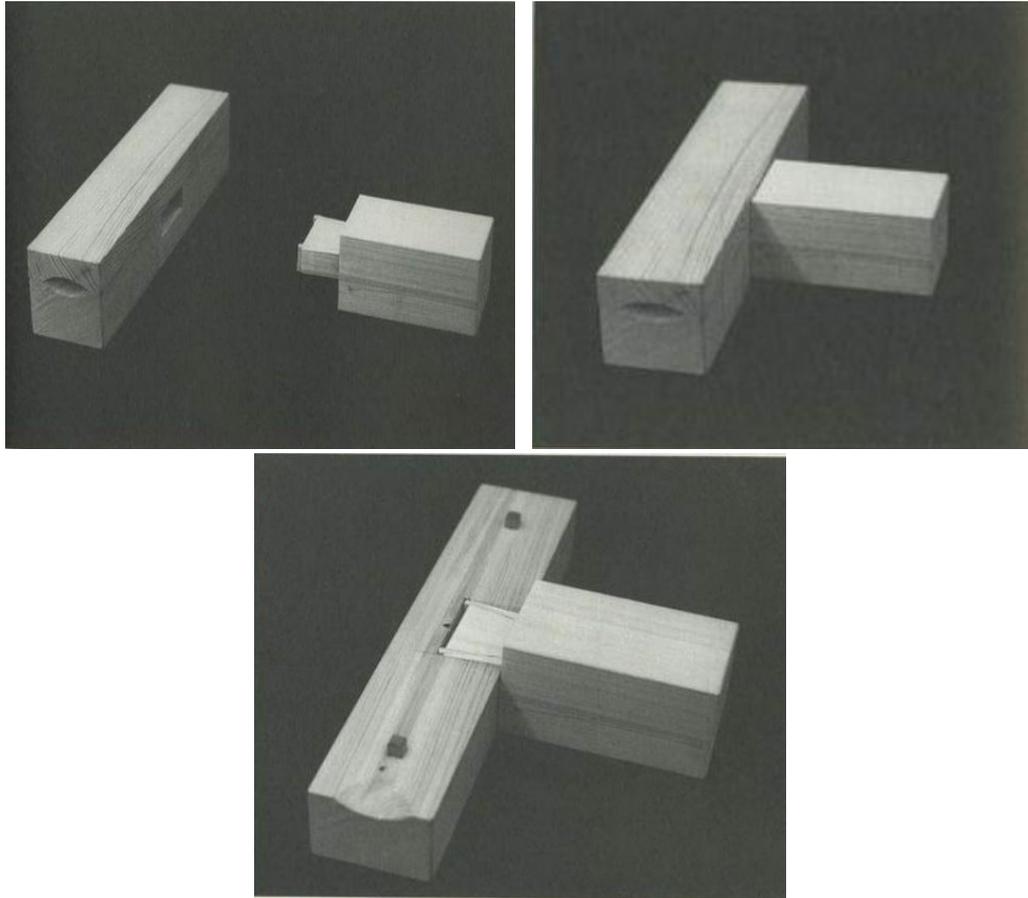


Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

Figura 47 – *Jigoku hozo*.



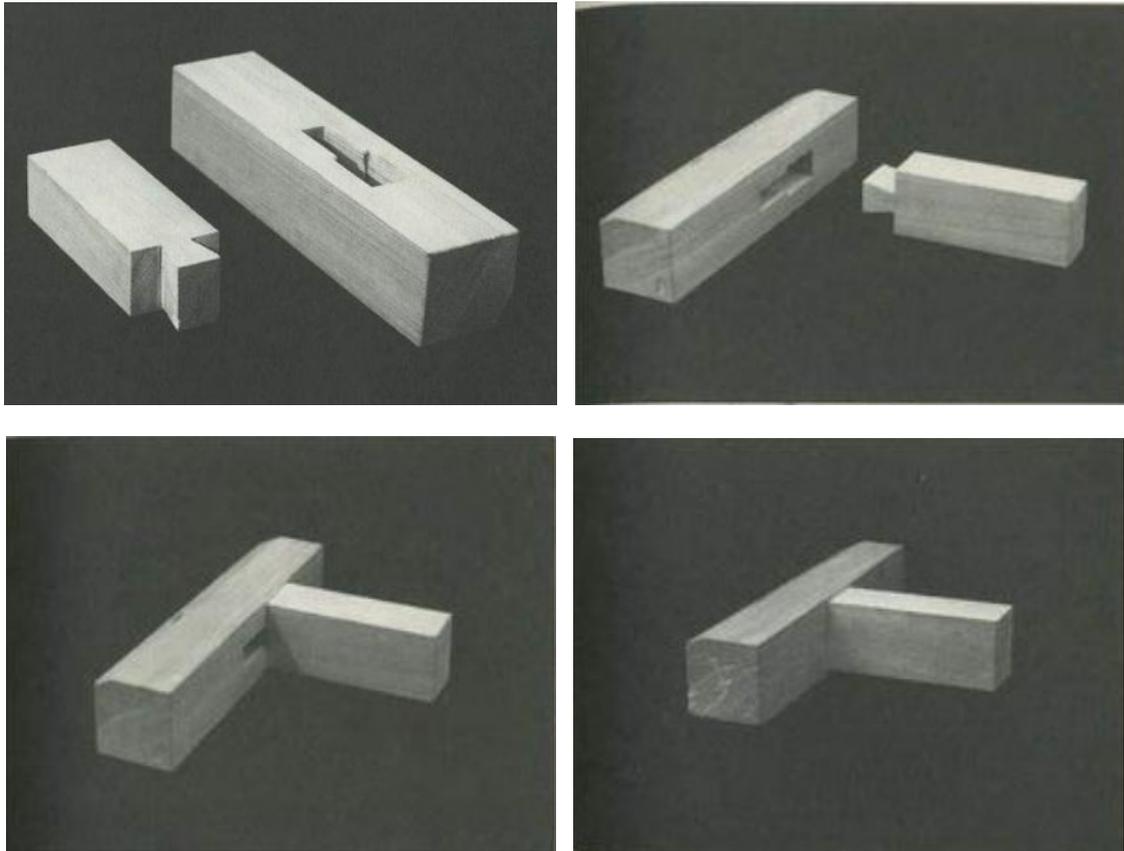
Fonte: Andokobo, (2015).

Figura 48 – *Jigoku hozo*.

Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

4.3.11 *Okuri ari*

Geralmente utilizados em *tsurizuka* (poste que sustenta a viga de apoio central e viga do teto). A ligação é feita pelo sistema macho e fêmea, com a peça macha no formato de dove tail (rabo de andorinha) sendo esta conectada em uma abertura que se estreita e por fim presa com um plugue de madeira para que a ligação não se desfaça facilmente (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 49 – Sequencia de encaixe do *okuri ari*.

Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

4.3.12 *Ashikatame*

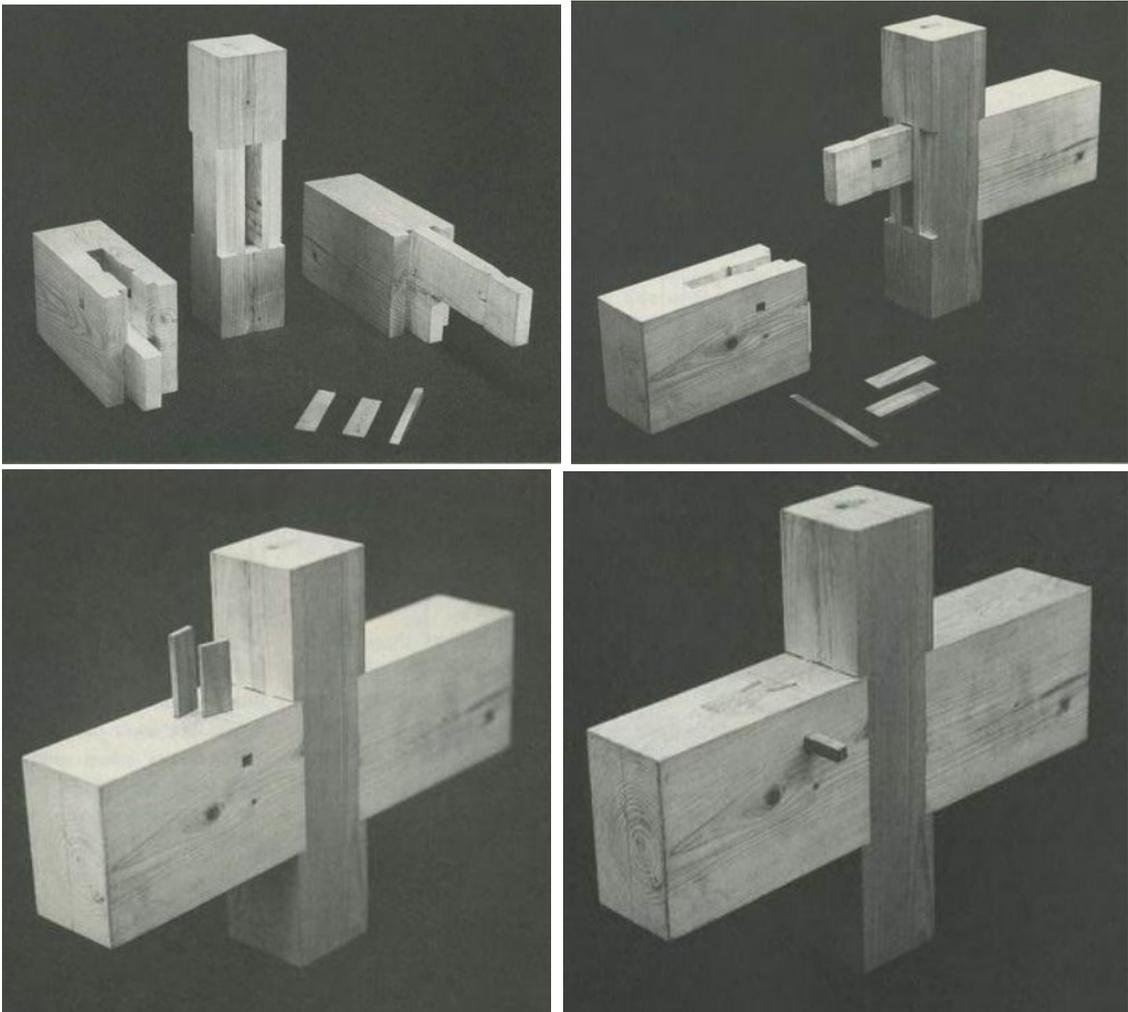
Este tipo de conexão liga duas peças em lados opostos de uma coluna. Peças com maiores entalhes resultam em conjuntos mais resistentes. A peça com o maior entalhe é conectada primeiro a coluna. A segunda peça é deslocada até o entalhe encostar na coluna. Para que a conexão tenha um boa resistência a tração são fixados duas travas (shachi) e um pino (komisen) de madeira. É importante fixar bem a peças antes de colocar as travas e o pino (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 50 – *Ashikatame*.



Fonte: Sumika (2015).

Figura 51 – Sequencia de encaixe do *ashikatame*.

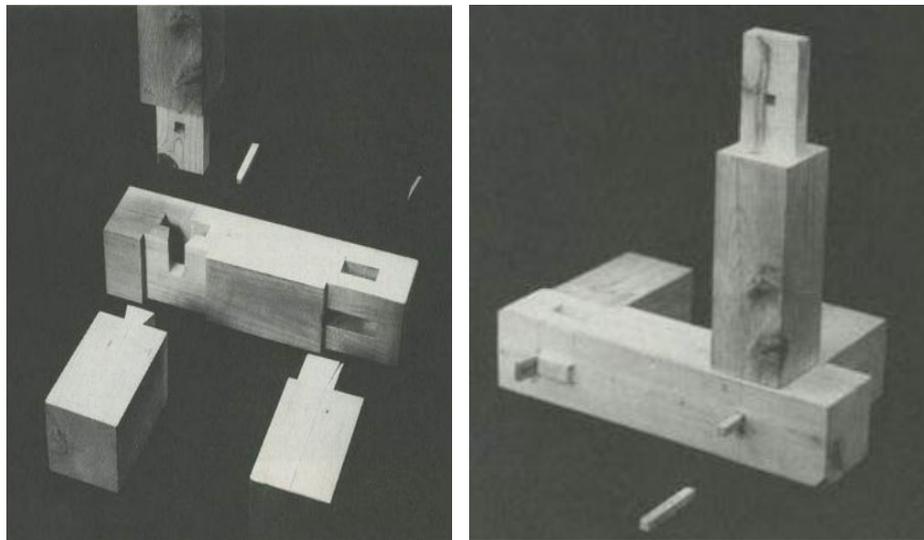


Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

4.3.13 *Dodai shiguchi*

São conexões usadas para as ligações entre as fundações e as vigas. No *ari otoshi* possui ligação em forma *dove tail* (rabo de andorinha) para a fundação, e logo atrás do entalhe *dove tail* o encaixe para a viga do tipo encaixe retangular é preso com pino de madeira (*komisen*). Já o *kone hozo sashi* usa o sistema de entalhe e cunha para fixar a ligação da fundação. Caso tenha espaço suficiente na peça fêmea é possível encaixar a viga com entalhe simples. Esse tipo de conexão é geralmente utilizado para as partes dos cantos da fundação (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 52 – *Ari otoshi*.



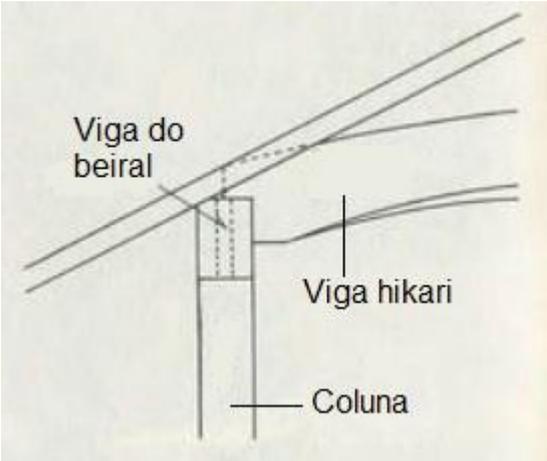
Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

4.3.14 *Kyoro*

Sistema utilizado para telhados, no qual a viga de beiral é encaixada na coluna da parede externa. Sobre a viga é encaixada a viga *hikari*, através de uma ligação *dove tail* (rabo de andorinha). Para fixar o caibro são feitos entalhes na viga de beiral e na viga *hikari*. O ponto de apoio sobre a viga *hikari* é determinado por uma ferramenta chamada *hikari ita* (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

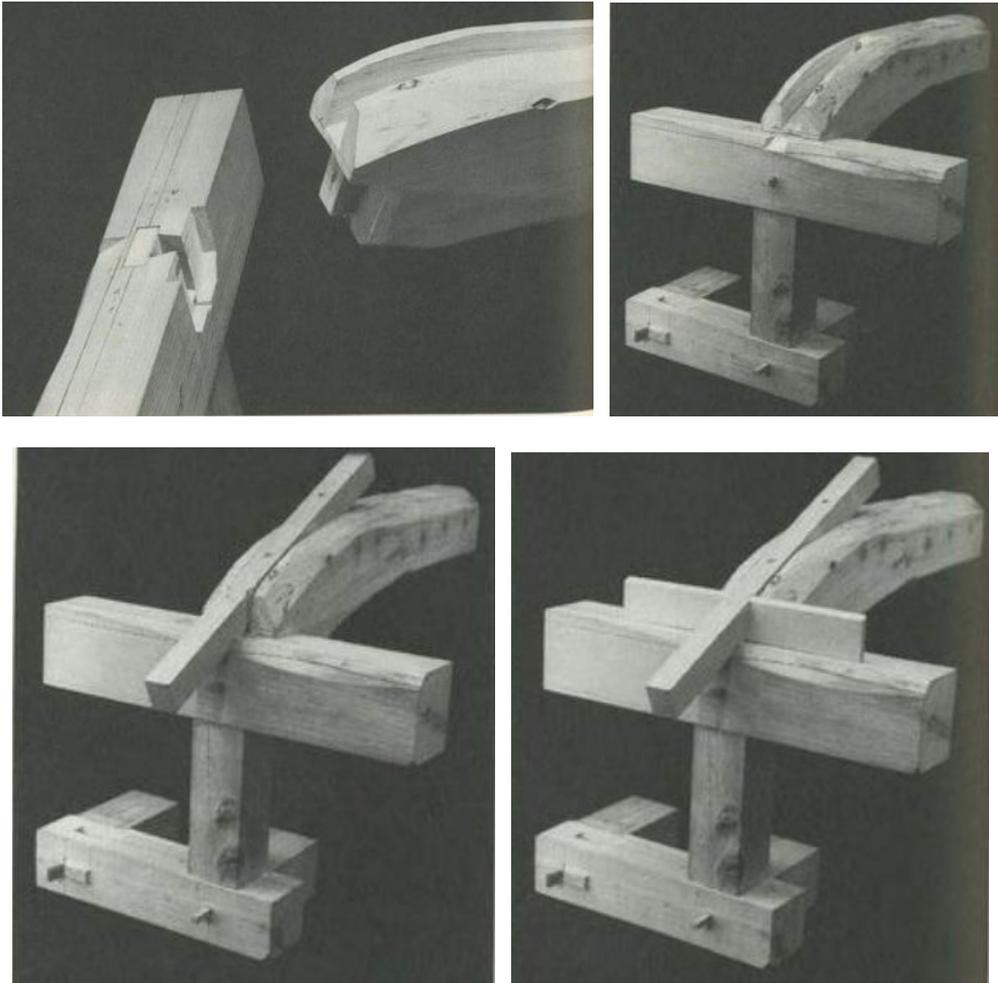
Com a cultura de respeito à natureza os carpinteiros japoneses tem o costume de até mesmo utilizarem troncos tortuosos em suas construções, o que permite uma beleza arquitetônica natural.

Figura 53 – Telhado utilizando sistema *kyoro*.



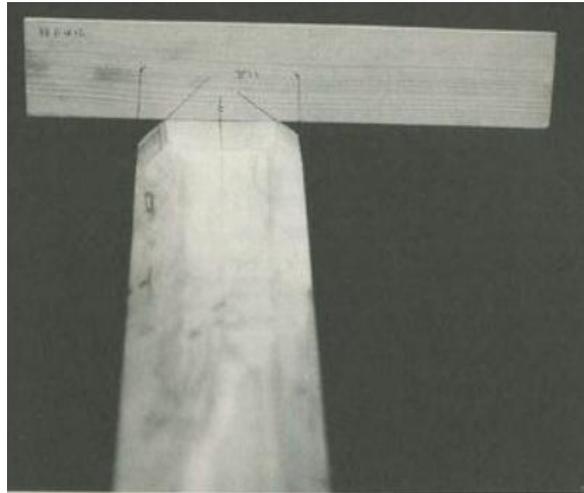
Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

Figura 54 – Sistema *kyoro*.



Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

Figura 55 – Utilizando o *hikari ita* para determinar o ponto de apoio.

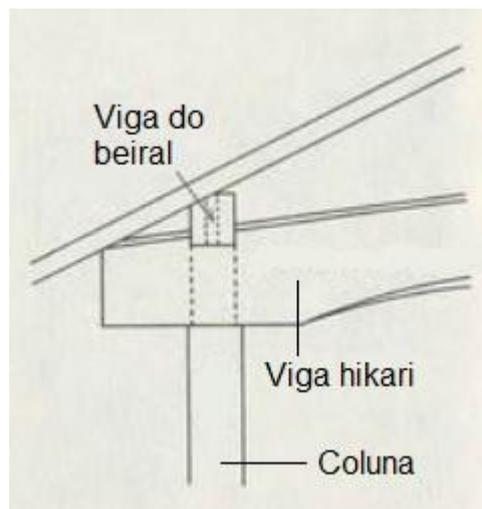


Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

4.3.15 Orioku

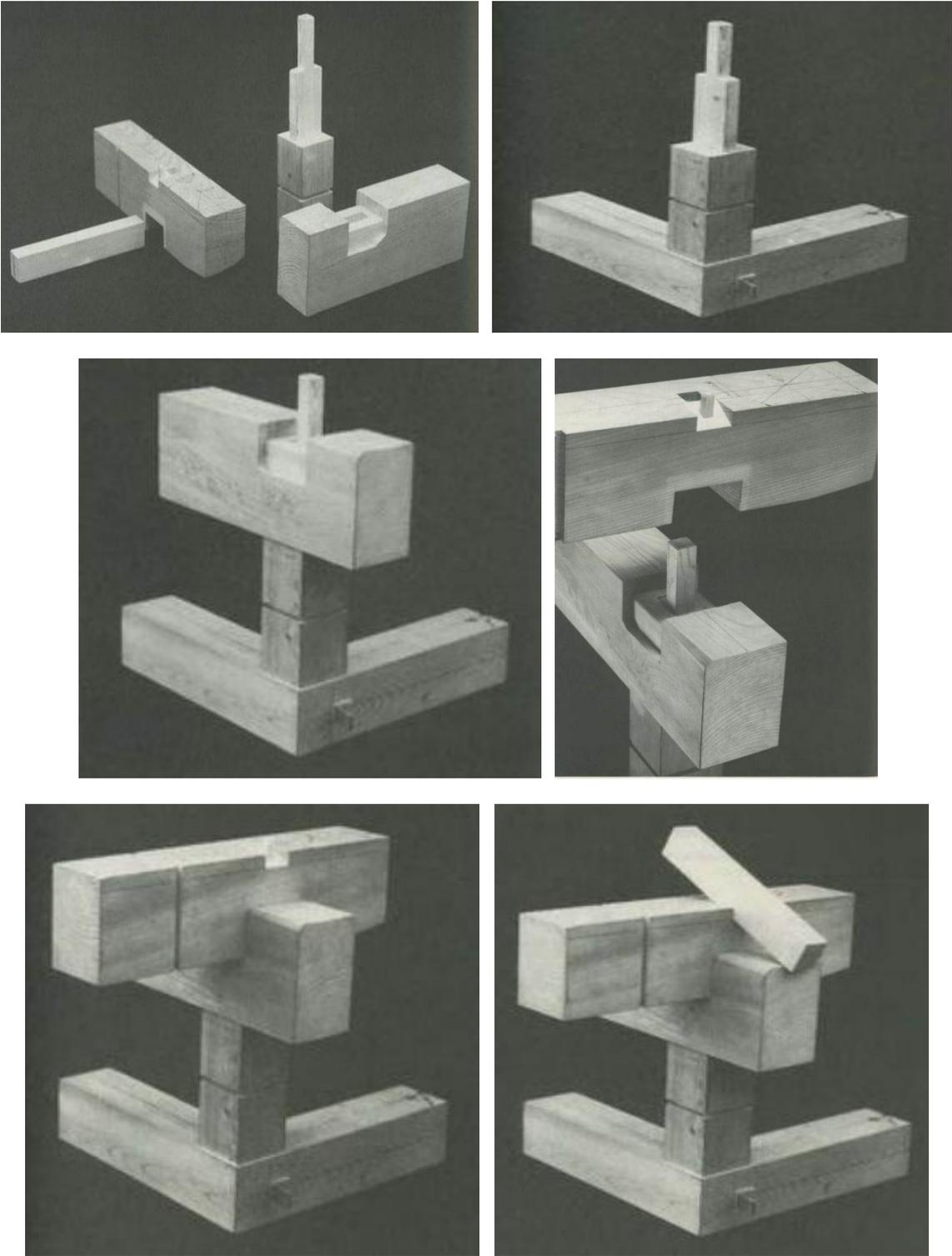
Neste método a viga de beiral fica acima da viga *hikari* que está diretamente sobre a coluna. No sistema *orioku* tem-se uma altura do teto menor do que o sistema *kyoro* (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 56 – Telhado utilizando sistema *orioku*.



Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

Figura 57 – Sistema *orioku*

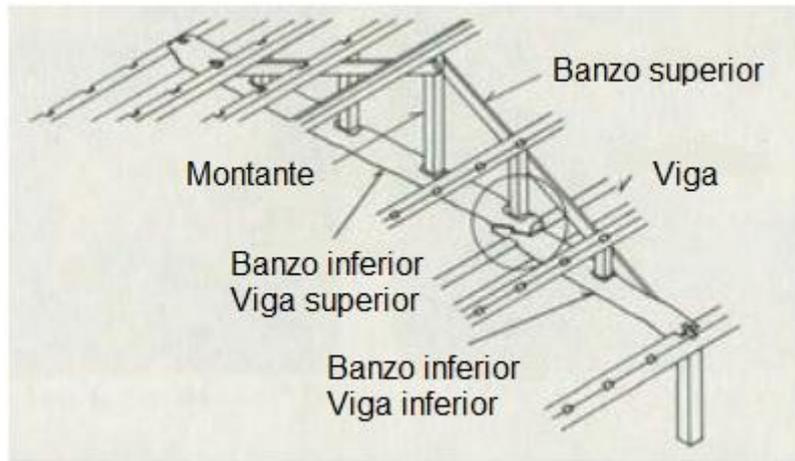


Fonte: (Sumiyoshi; Matsui, 1991).

4.3.16 *Koya daimochi*

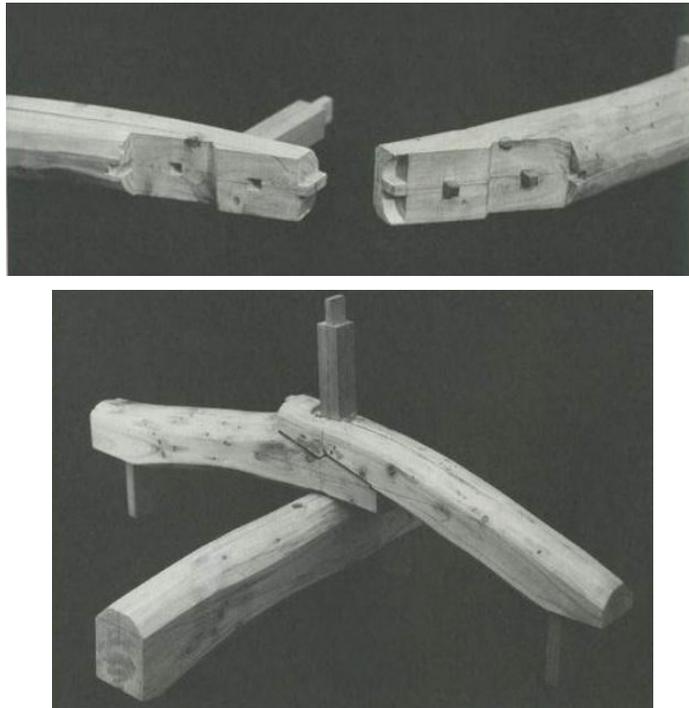
Há casos em que a madeira utilizada para a viga não apresenta comprimento suficiente, necessitando assim de uma emenda. Utiliza-se neste caso o *koya daimochi*. As cavilhas que são utilizadas para unir as vigas possuem geralmente 30 mm de diâmetro e são perfuradas sempre na vertical. (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

Figura 58 – Demonstração de uma viga de telhado emendada.



Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

Figura 59 – *Koya damimochi*



Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

Há ainda alguns outros tipos de junções que não entram nas categorias apresentadas acima como os casos dos exemplos abaixo.

4.3.17 *Ogami*

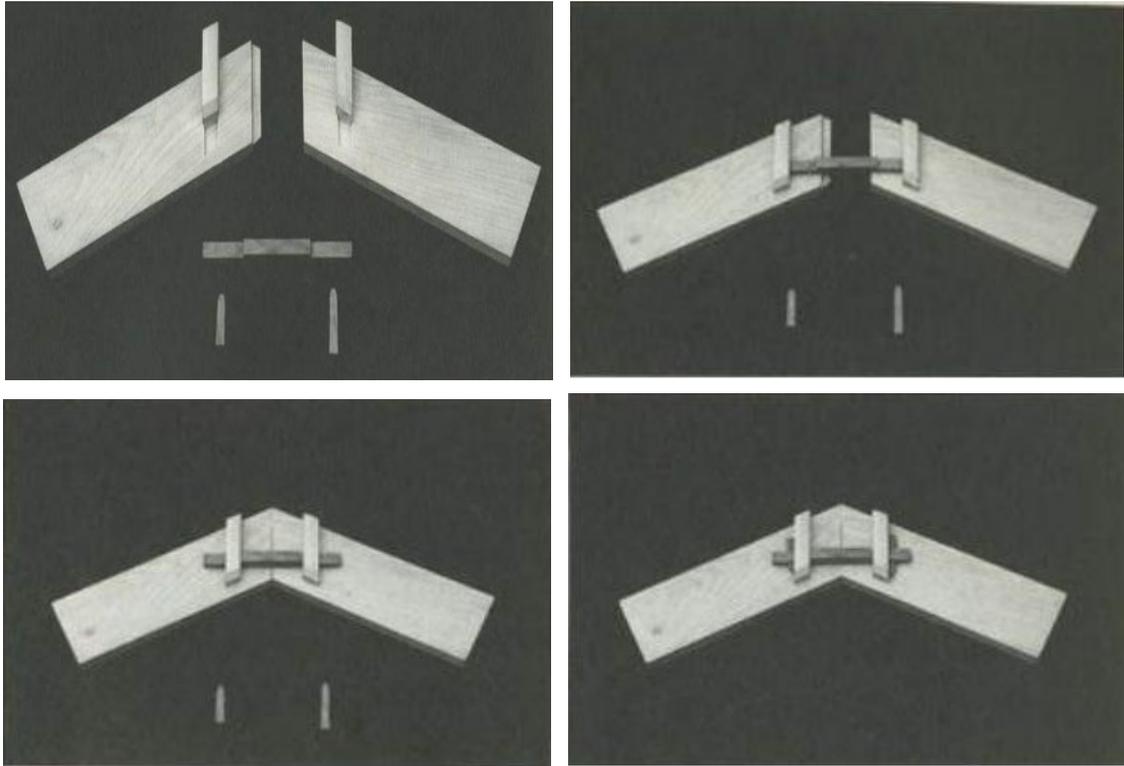
Ogami é a ligação utilizada para unir as tábuas que compõem o beiral dos telhados. O beiral é utilizado para cobrir as extremidades de vigas e terças sendo apenas estético e não apresenta resistência. A ligação *ogami* é a parte mais frágil do beiral e se sujeita a um carregamento elevado esta pode vir a desmontar. (SUMIYOSHI; MATSUI, 1991).

A seguir são apresentadas duas variações de ligações *ogami*.

Figura 60 – *Ogami*.



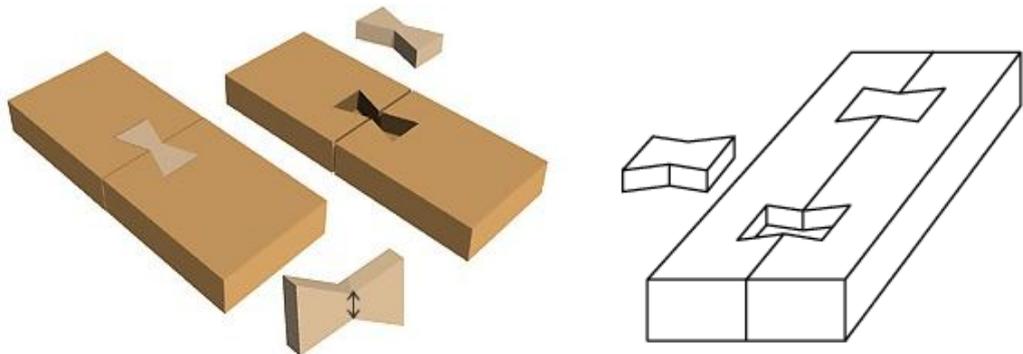
Fonte: JAANUS, (2015)

Figura 61 – *Ogami*

Fonte: Sumiyoshi; Matsui, (1991).

4.3.18 *Chigiritsugi*

Como pode ser visto em JAANUS (2001), os *chigiritsugi* usam pequenos pedaços de madeira para unir peças maiores através de sistema de cavilha e ranhura. Geralmente as cavilhas possuem o formato de duas *dove tail* em lados opostos, e as ranhuras acompanham o formato das cavilhas.

Figura 62 – *Chigiritsugi*.

Fonte: JAANUS, (2015)

Figura 63 – Chigiritsugi.



Fonte: Fonte: Kobayashikenkou, (2015)

4.4 Detalhes construtivos

De acordo com Numazawa (2009), antes de iniciar a construção era importante definir o posicionamento da mesma de acordo com a direção do vento, pois os antigos carpinteiros acreditavam que o vento tinha o poder de purificar o ambiente. Por esse motivo as estruturas que estavam mais em contato com a água como banheiros e cozinha eram construídas na direção oposta do vento, atrás da construção principal. Essa escolha além das crenças tradicionais tem por finalidade evitar que o vento leve umidade para a construção principal, evitando assim a proliferação de agentes xilófagos nas estruturas. A grande maioria das árvores utilizadas nessas construções eram as coníferas como o Sawara (*chamaecyparis pisifera*), Matsu (*pinus sp*), Sugi (*Cryptomeria japonica*), entre outros.

Segundo Condephaat, Kuniyorhi e Pires (1984), as árvores utilizadas pelos carpinteiros japoneses são escolhidas cuidadosamente. O período para o abate das árvores deveria ser nas estações outono inverno, e na quarta minguante da lua, pois se acreditava que nesse período as árvores apresentavam uma melhor resistência. Após o abate das árvores se iniciava o tratamento de lixiviação, onde as toras eram deixadas por aproximadamente duas semanas debaixo de água corrente

e limpa para a retirada da seiva elaborada. Por fim, após o processo de lixiviação as toras eram descascadas, secas e polidas.

O detalhe de se abater a árvore no período da quarta minguante é reforçado por Carlier (1987), que explica que nesse período os efeitos da gravidade da lua sobre a terra são menores resultando assim em uma menor quantidade de seiva elaborada nas copas e mais na raiz das árvores contribuindo assim com o processo de lixiviação.

Matsuura (2002) explica que as fundações eram feitas sobre blocos de pedra para que ficassem elevadas do solo. Uma das maneiras para fixar a fundação no bloco era o de entalhar um buraco na pedra e encaixar a madeira da fundação sobre ela. Entretanto utilizando esse método poderia ocorrer o acúmulo de água que apodreceria a madeira. Um meio mais eficiente era o de entalhar uma ponta na pedra para ser encaixada na madeira. Um terceiro método era pintar a superfície de um bloco de pedra e em seguida apoiar a madeira em cima para deixar uma impressão da pedra no fundo da madeira. Seguindo esse registro de impressão a madeira era entalhada de modo a ter um melhor encaixe entre a pedra e a madeira, aproveitando assim a rugosidade natural da pedra para que ela se mantivesse fixada em casos de terremotos. Nos casos citados acima, o encaixe entre o bloco de pedra e a madeira nunca era perfeitamente justo, pois sempre havia uma folga para que a umidade pudesse escapar.

5 MATERIAIS E MÉTODO

5.1 Coleta de materiais

Com o intuito de embasar o texto deste trabalho sobre o método de construção japonesa foi efetuada uma pesquisa bibliográfica com base no material disponível até o momento. Vale mencionar que as informações aqui apresentadas foram coletadas durante aproximadamente 1 ano de pesquisa.

Como uma análise preliminar foi realizada inicialmente uma busca de material bibliográfico primeiramente na internet e na biblioteca do campus da UNESP/Itapeva. Vale mencionar aqui que não foram encontrados trabalhos dessa natureza na UNESP/Itapeva e, além disso, é importante registrar a enorme dificuldade de encontrar material bibliográfico sobre esse assunto no Brasil como também no exterior. Parte do material obtido estava no idioma japonês, e em alguns casos em inglês.

Em alguns estados do Brasil como, por exemplo, São Paulo, Pará e Paraná são encontrados poucos exemplos de construções que utilizam a técnica japonesa.

O material bibliográfico utilizado, neste trabalho, foi adquirido em parte com professores da área de arquitetura e Urbanismo da USP de São Carlos os quais forneceram alguns livros para pesquisa. Outra parte do material bibliográfico foi adquirida a partir de contatos no exterior com posterior importação de material bibliográfico do Japão. Este material original no idioma japonês foi traduzido para o português para posterior utilização no trabalho.

Assim foram utilizados no embasamento deste trabalho livros, artigos e demais bibliografias com os títulos sobre: chave de construção japonesa, carpintaria japonesa, marcenaria japonesa, métodos construtivos japoneses, encaixes em madeira do Japão, ferramentas manuais japoneses, ferramentas japonesas, daiku, miya daiku e sukiya daiku. Todos esses títulos foram pesquisado em japonês, inglês e português.

5.2 Análise do material coletado

Com base nos poucos materiais bibliográficos obtidos, neste caso, foram verificados quais dos temas poderiam ser incorporados neste trabalho, levando em conta a importância do assunto e a quantidade do assunto disponível. Dentre os assuntos analisados considerou-se como de maior interesse os assuntos abordando a história dos mestres carpinteiros como suas tradições e crenças, as ferramentas utilizadas, alguns tipos de encaixe e alguns detalhes de construção.

5.3 Estruturação do trabalho

Na primeira parte deste trabalho foi feita uma introdução sobre o assunto, propostos os principais objetivos e expostas as justificativas.

Posteriormente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o assunto buscando apresentar um pouco da cultura japonesa no sentido de mostrar a educação para com a madeira e também para apresentar as principais ferramentas utilizadas assim como os métodos construtivos adotados para as construções japonesas. Por fim foi feita uma discussão dos pontos mais importantes do trabalho e foram elaboradas as principais conclusões.

Vale dizer também que como boa parte do material utilizado foi adquirida fora do Brasil, e por ser este um assunto novo e de pouco interesse devido a tradição cultural no país ser completamente diferente, houve certa dificuldade em se encontrar a tradução exata de alguns termos técnicos utilizados para os detalhes japoneses. Algumas palavras em japonês não possuem tradução para a língua portuguesa.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Histórico

A partir da análise dos materiais encontrados foi possível compreender um pouco mais da tradição e cultura dos carpinteiros japoneses, como por exemplo, o respeito à matéria prima utilizada no sentido de manter a vida útil das construções em madeira. Segundo esse princípio se os construtores utilizam uma árvore de mil anos a construção deverá durar pelo menos mil anos para pagar o débito moral criado com a natureza.

O processo para se tornar um mestre carpinteiro é longo e árduo, e necessita de muita dedicação além de um mestre carpinteiro disposto a treinar um aprendiz. Esse processo de aprendizagem pode levar até 15 anos para ser concluído, sendo que no primeiro ano o aprendiz irá aprender apenas a afiar as ferramentas e treinar o manuseio da plaina, além dos afazeres domésticos.

Há diversas subdivisões na categoria dos carpinteiros do Japão, cada um com sua especialidade, como construtores de templos, casas de chá, barcos entre muitos outros.

Apesar de utilizarem técnicas primitivas, as construções japonesas possuem grande resistência, podendo durar por vários séculos. Isso se deve ao extremo cuidado com os detalhes construtivos. Outro fator que ajuda a preservar essas construções por tanto tempo e a manutenção cuidadosa das estruturas.

Se fizermos um paralelo com o panorama da área de estruturas e madeira no Brasil, observaremos que grande parte das estruturas de madeira no Brasil são construída com pouco ou nenhum conhecimento tecnológico o que tem gerado estruturas de baixa qualidade. Não há manutenção preventiva e nem tratamento preservativo. É uma questão cultural a falta de conhecimento sobre as propriedades da madeira e suas possibilidades de aplicação. No entanto, a madeira quando bem utilizada é muito competitiva com outras alternativas de construção como o aço e o concreto.

6.2 Ferramentas

Há quem diga que as ferramentas são a alma dos carpinteiros japoneses tamanha a sua importância.

As ferramentas utilizadas pelos mestres carpinteiros são de extrema importância, tendo este muito cuidado no manuseio e com a manutenção. Muitas vezes é gasto mais tempo na afiação e manutenção das ferramentas do que utilizando-a em serviço. Carpinteiros habilidosos com ferramentas bem cuidadas são capazes de fazer detalhes com precisões milimétricas.

As ferramentas de cortes como plainas e formões tinham suas lâminas compostas por dois tipos de aço, o aço macio e o aço mais duro, que garantia uma boa flexibilidade e boa resistência.

Um fator impressionante é a habilidade que os mestres carpinteiros têm com a plaina, onde são capazes de tirar tiras finas e contínuas de até dez micrometros de espessura (Figura 53).

Figura 64 – Utilização da plaina por uma pessoa treinada.



Fonte: Kobayashikenkou, (2015)

Uma característica curiosa no manuseio das ferramentas em comparação ao ocidente é a direção da força aplicada nas ferramentas, como o serrote e a plaina. No oriente a força é aplicado puxando a ferramenta para o corpo enquanto no ocidente a força é feita empurrando para longe do corpo.

Apesar dos diferentes tipos de ferramentas, há uma grande variedade de tamanho e formato de uma única ferramenta como o serrote plaina e formão, o que permite a fabricação de uma enorme variedade de entalhes e estruturas.

6.3 Tipos de encaixes

O destaque das construções antigas do Japão fica por conta de não utilizarem nenhum elemento metálico nas ligações. As ligações e emendas são feitas por diversos tipos de entalhes e encaixes que requerem muita habilidade e o uso das ferramentas corretas. Por ser uma habilidade que vai sendo passada de mestre pra aprendiz, existem variações nas técnicas e tipos de encaixe. A diferença de região também é um fator que ajuda a aumentar a diversidades dos encaixes.

Como no Japão há muitos abalos sísmicos, construções que utilizam o método de encaixes conseguem resistir melhor a esse tipo de situação por serem mais flexíveis. A madeira apresenta um bom comportamento a abalos sísmicos por ser um material que absorve o impacto.

6.4 Detalhes construtivos

Outros fatores que contribuem para a longevidade das estruturas está nos detalhes como, por exemplo, a escolha cuidadosa da árvore a ser abatida, a época do corte, o tratamento da madeira por lixiviação em água corrente, a fundação elevada, a posição da construção em relação ao vento, a boa ventilação da estrutura para combater a umidade, e o mais importante uma boa manutenção das estruturas.

Sobretudo vale dizer que os encaixes utilizados na madeira pelos japoneses fazem com que as solicitações na madeira se distribuam de uma melhor maneira diferentemente da técnica brasileira onde se utilizam ligações metálicas nas ligações entre elementos de madeira. O uso de ligações metálicas promove a concentração de tensões nas ligações e nessas regiões a madeira fica mais suscetível aos problemas de resistência e ruptura já que enquanto todo o material

trabalha em regime linear nas regiões das ligações por pinos metálicos a madeira pode atingir o estado limite último de resistência.

6.5 Tradições japonesas

Infelizmente essa tradição de técnicas de construção dos mestres carpinteiros está em extinção. Isso provavelmente se deve ao rigoroso treinamento e o tempo que se leva para se tornar um mestre carpinteiro, já que hoje em dia existem alternativas mais fáceis e rápidas.

7 CONCLUSÕES

Por ser uma técnica que é passada de mestre para aprendiz no Japão existe atualmente grande dificuldade de se encontrar material bibliográfico que aborde esse assunto principalmente no Brasil. Muitos materiais encontrados mostram as belezas arquitetônicas que impressionam pelos detalhes, porém os detalhes construtivos de tais ligações entre peças de madeira não disponibilizam claramente como os detalhes devem ser confeccionados.

A cultura japonesa associa a utilização da madeira com a preservação da floresta e com o respeito à natureza. Os japoneses não dispõem de florestas de madeira plantada e de rápido crescimento como no Brasil e nesse sentido a madeira por eles utilizada deve ser aproveitada da melhor maneira possível no que se refere à durabilidade e vida útil. Segundo a tradição dos japoneses a madeira deve ter vida útil semelhante pelo menos à idade da árvore abatida que geralmente é centenária.

As estruturas de madeira no Japão passam por manutenção periódica para mantê-las em boas condições de uso. No Brasil não existem programas de manutenção preventiva para as estruturas de madeira e esse é um dos grandes fatores geradores de problemas nessas estruturas.

Por outro lado existe toda uma preparação técnica dos japoneses desde cedo para introduzi-los nos trabalhos com a confecção dos detalhes na madeira. Essa preparação vai desde a afiação e entendimento do funcionamento das ferramentas a serem utilizadas até o aprimoramento da confecção dos detalhes na madeira propriamente ditos.

Os detalhes construtivos de encaixes na madeira utilizados pelos japoneses são feitos basicamente de maneira artesanal e não utilizam equipamentos sofisticados. Nos países desenvolvidos da América do Norte e Europa as construções são industrializadas e as ligações usam elementos metálicos. O Brasil segue a mesma tendência. Nesse contexto, um dos principais problemas a ser resolvido é a questão de proposição de um modelo de cálculo para modelar exatamente o comportamento das ligações.

No Japão, os encaixes por serem feitos basicamente de madeira apresentam uma melhor distribuição das tensões oriundas das solicitações externas na madeira. Esse fato diminui em muito a questão da concentração de tensões

observadas nas ligações tradicionais brasileiras efetuadas com pinos metálicos na madeira. Melhor distribuição de tensões nas regiões das ligações significa diminuição dos problemas de ruptura nessas regiões e aumento da vida útil da estrutura de madeira como um todo.

O tema de construção em madeira utilizando técnicas japonesas possui um grande potencial para trabalhos futuros, principalmente no Brasil. Com base no exposto propõem-se algumas recomendações para outros trabalhos que vierem a complementar esse em questão.

8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Verificar os métodos de cálculo utilizados para verificar os entalhes na madeira quando se utiliza o método japonês.

Confecção de alguns detalhes de ligações por entalhes na madeira que utilizam técnicas japonesas e comparação da resistência mecânica obtida por ensaios comparada com a ligação por pinos metálicos.

Confecção das ligações japonesas utilizando a CNC e a verificação das resistências mecânicas através de ensaios.

9 REFERÊNCIAS

ANDOKOBO. Disponível em: < <http://andokobo.blog73.fc2.com/blog-entry-212.html>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

BROWN, Azby. **The genius of japanese carpentry**: secrets of an ancient craft. North Clarendon: Tuttle, 2013.

BUTLER, Lee. Patronage and the Building Arts in Tokugawa Japan. **Early Modern Japan: An Interdisciplinary Journal**. Michigan, p. 39-52. Outono - inverno 2004.

CALIL JUNIOR, Carlito; BRITO, Leandro Dussarrat. **Manual de Projeto e Construção de Estruturas com Peças Roliças de Madeira de Madeira de Reflorestamento**. São Carlos: Eesc-usp, 2010.

CARLIER, Hans. The moon and agriculture. **Leisa Magazine**: Low External Input Sustainable Agriculture Magazine, Netherlands, v. 3, n. 1, p.20-24, 1987. Bimestral.

CONDEPHAAT (São Paulo); KUNIYORHI, Celina; PIRES, Walter. **Casarão do chá**: Mogi das Cruzes. São Paulo: IMESP, 1984.

FP NO IE. **Sumitsubo te nanidarou?**. Disponível em: <<http://www.fp-fujiken.com/character.htm>> Acesso em: 17 ago. 2015.

GOTO, Hisao; SINOTO, Kazuko; SPOEHR, Alexander. Craft History and the Merging of Tool Traditions: Carpenters of Japanese Ancestry in Hawaii. In: REHBOCK, Philip F.. **THE HAWAIIAN JOURNAL OF HISTORY**. Honolulu: Hawaiian Historical Society, 1983. p. 156-184.

GRANITE MOUNTAIN WOODCRAFT. **Joinery etude**. Disponível em: <<http://granitemountainwoodcraft.com/2015/07/18/joint-no-4-katasage-ari/>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

HASEKOUBOU. **Kusabi**. Disponível em: <<http://www.hasekoubou.com/knowledge/k012.htm>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

HI-HO. **Wood deck no tsugite to chiguti**. Disponível em: <<http://www.hi-ho.ne.jp/shaka/kouhou.html>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

IIDA TOOL. **“Chona” by Takaki**. Disponível em: <<http://japantool-iida.com/axe/2008/08/chona-by-takaki.html>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

IMOTO. Disponível em: <<https://www.imoto-building.co.jp/premium/art/>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

ITOMOKU. Disponível em: < <http://itomoku.exblog.jp/>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

JAPANESE ARCHITECTURE AND ART NET USERS SYSTEM(JAANUS). **CHIGIRITSUGI**. Disponível em: <<http://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/c/chigiritsugi.htm>>. Acesso em: 15 set. 2015.

JAPANESE ARCHITECTURE AND ART NET USERS SYSTEM(JAANUS). Disponível em: < <http://www.aisf.or.jp/~jaanus/>>. Acesso em: 27 set. 2015.

KOBAYASHIKENKOU. Disponível em: <https://www.facebook.com/kobayashikenkou/photos_stream?ref=page_internal>. Acesso em: 27 set. 2015.

KYOMACHIYA. **Sumitsubo**. Disponível em: <<http://www.kyomachiya.net/hazimeni/yogo/sumitsubo.html>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

MATSUURA, Shoji. **Miya daiku sennem no te to waza**: katari tsugitai ki wo ikasu niponjin no tie. Tokyo: Shodensha, 2005.

MATSUURA, Shoji. **Miya daiku sennem no tie**: katari tsugitai nipon no kokoro to waza to utsukushisa. Tokyo: Shodensha, 2002.

NUMAZAWA, Camila Thiemy Dias. **Arquitetura Japonesa no Pará**: Estudo de caso em edificações de técnica construtiva que favorecem uma maior durabilidade da arquitetura em madeira no município de Tomé-açu. 2009. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

ODATE, Toshio. **Japanese woodworking tools**: their tradition, spirit and Use. USA: Linden Publishing. 2006. 189 p.

RODERICK, John. **Minka**: My farmhouse in japan. New York: Princeton Architectural Press, 2008.

SPICA. **Daiku teshigoto ~ chonanagaske**. Disponível em: <<http://spicahouse.com/%E4%BD%8F%E3%81%BE%E3%81%84%E3%83%BB%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%86%E3%83%AA%E3%82%A2/779/>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

SUIHEIYA. **Sumitsubo**. Disponível em: <<http://www.suiheiya.com/world/doitsukesuroukai/doitsu.html>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

SUMIKA. **Daiku no hitorigoto**. Disponível em: <<http://sumika2008.exblog.jp/16569610/>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

SUMIYOSHI, Torashichi; GENGO Matsui. **Wooden joints in classical japanese architecture**. Tokyo: Kajima Institute Publishing Co., 1991.

TWEETY'S PEREGRINATIONS. **Nara, "the deer city" and Horuji**. Disponível em: <<http://www.wingsunfurled-web.com/en/travel/asia/japan/nara-horyuji-temple.html>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

WEBRY. **Kigumi**. Disponível em: <http://73138102.at.webry.info/200806/article_4.html>. Acesso em: 14 nov. 2015.

WEIMER, Günter. **Arquitetura Popular Brasileira**. São Paulo: Martins Fontes, 2005. Coleção Raízes.

YAHOO AUCTION. Disponível em: <<http://auctions.yahoo.co.jp>>. Acesso em: 30 ago. 2015.

YAMAMOTO TOISHITEN. Disponível em: <http://www.yamamoto-toishi.jp/?page_id=42&paged=2>. Acesso em: 17 ago. 2015.