



# Design para Sustentabilidade: Projeto e Produção em Arquitetura e Design

Departamento de Design

Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - FAAC – UNESP - SP

Prof. Dr. Tomás Queiroz Ferreira Barata

- Materiais de fontes renováveis (Madeira e Bambu)
- Projetos, pré-fabricação e montagem de sistemas construtivos em madeira e bambu
- Protótipos de conexões estruturais em bambu
- Design de mobiliários e produtos sustentáveis com materiais sustentáveis

# Materiais de fonte renovável Madeira de florestas plantadas



## Condições favoráveis

- Clima, solo e disponibilidade fundiárias para produção em escala.
- Investimentos constantes em pesquisas e desenvolvimento para melhoria genética,
- Qualidade da mão de obra na cadeia produtiva

# Materiais de fonte renovável

## Madeira de florestas plantadas

Eucalipto

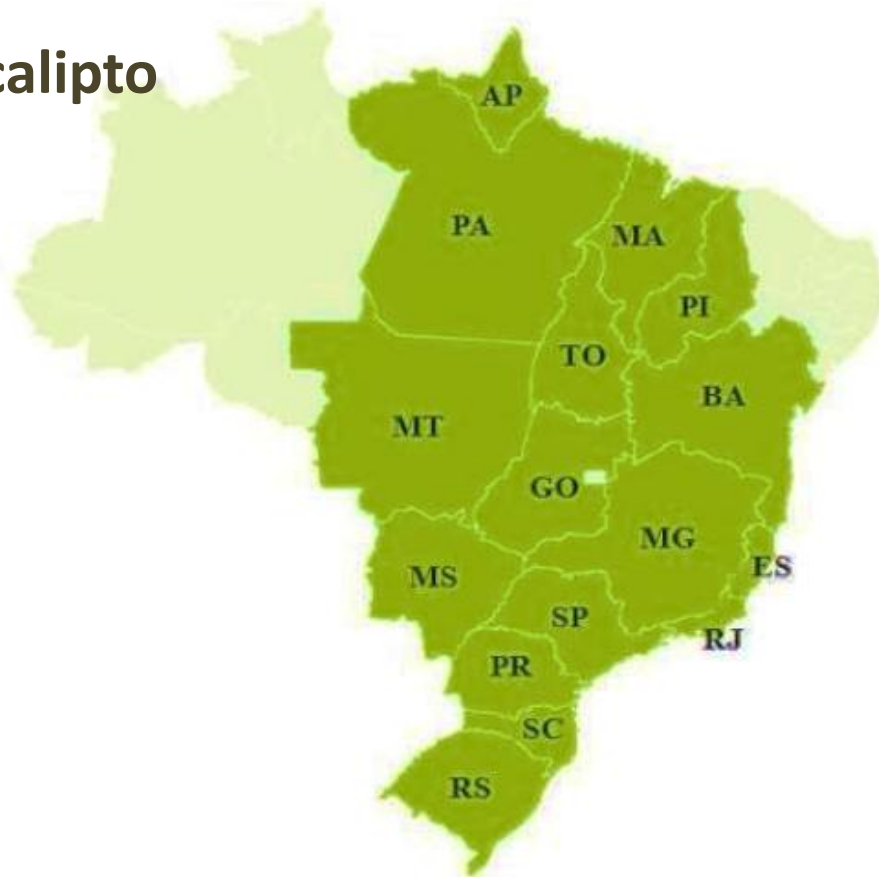


Figura 9 - Madeira plantada. Estados produtores de *Eucalyptus*  
Fonte: PUNHAGUI (2014)

Pinus

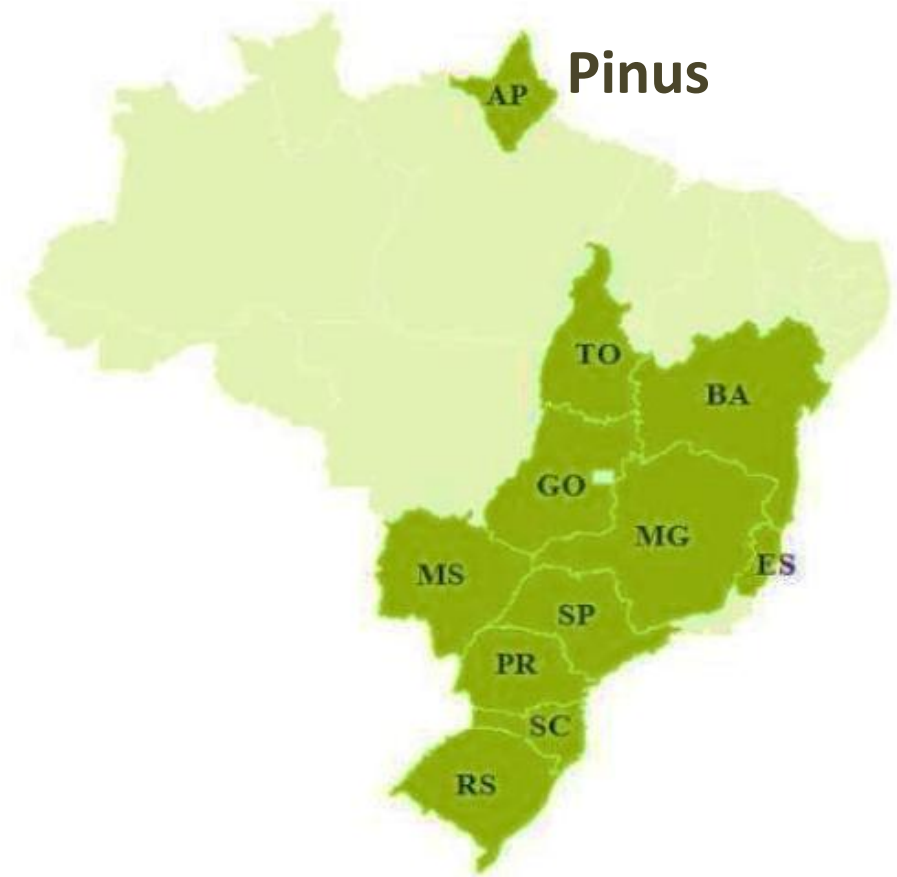


Figura 10 - Madeira plantada. Estados produtores de *Pinus*  
Fonte: PUNHAGUI (2014)

# Materiais de fonte renovável

## Madeira de florestas plantadas



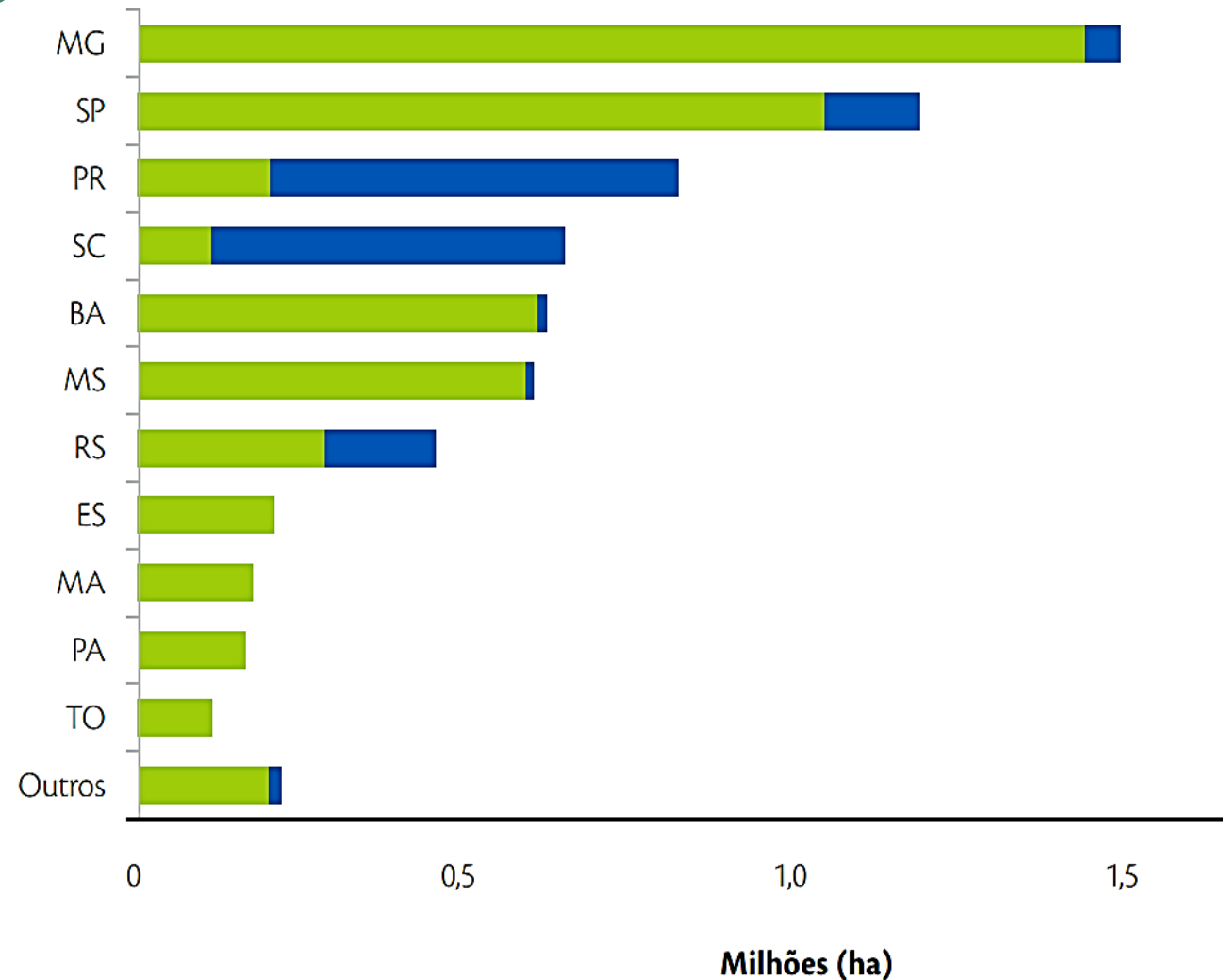
*Eucalyptus*



*Pinus*

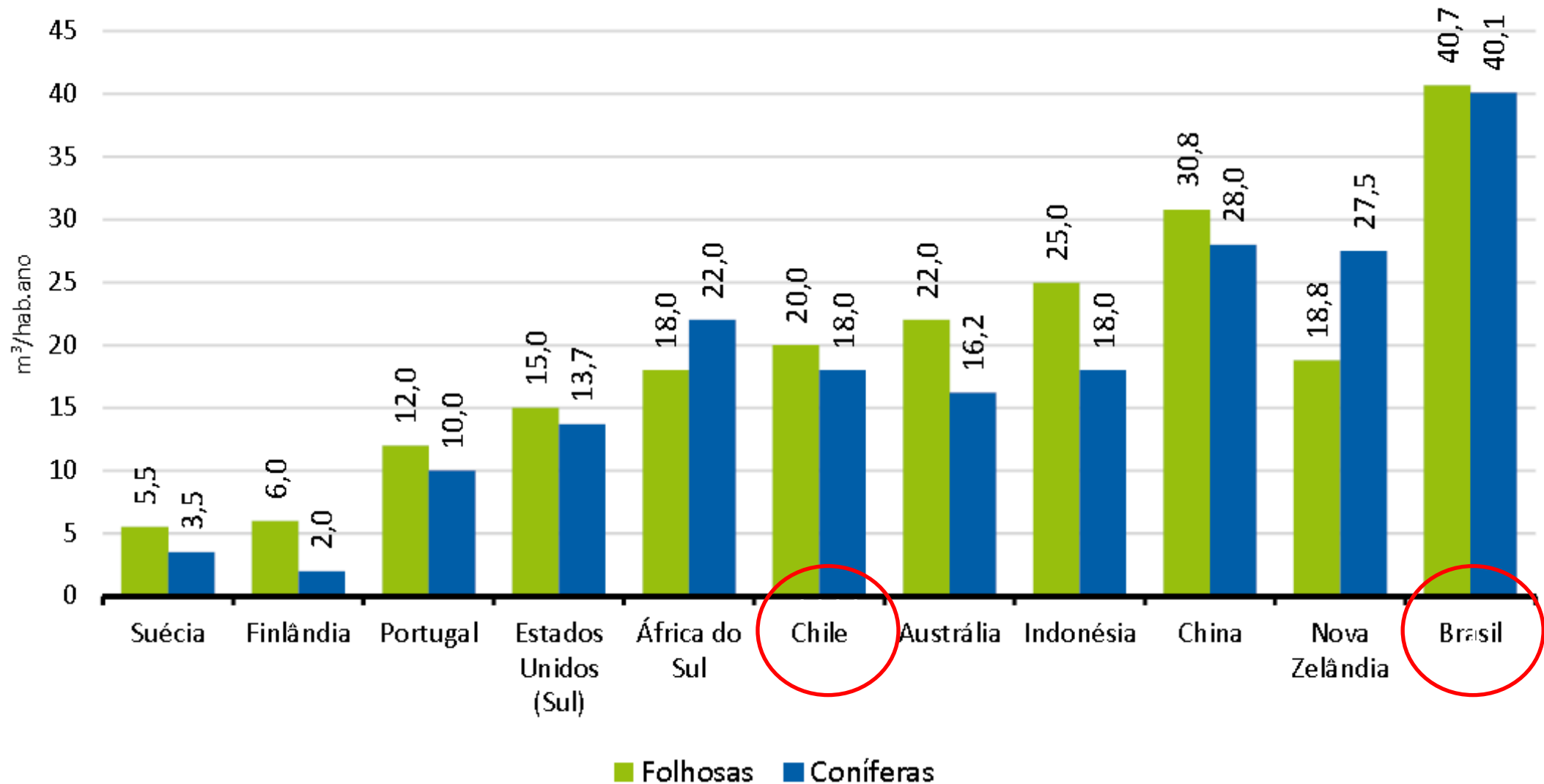


Distribuição de áreas de plantios florestais com *Pinus* e *Eucalyptus* no Brasil. Fonte: ABRAF (2013)



# Materiais de fonte renovável

## Madeira de florestas plantadas



**Gráfico 7 - Comparação da produtividade florestal de coníferas e de folhosas no Brasil com países selecionados, 2012**  
Fonte: ABRAF (2013)

# Materiais de fonte renovável

## Bambu no Brasil

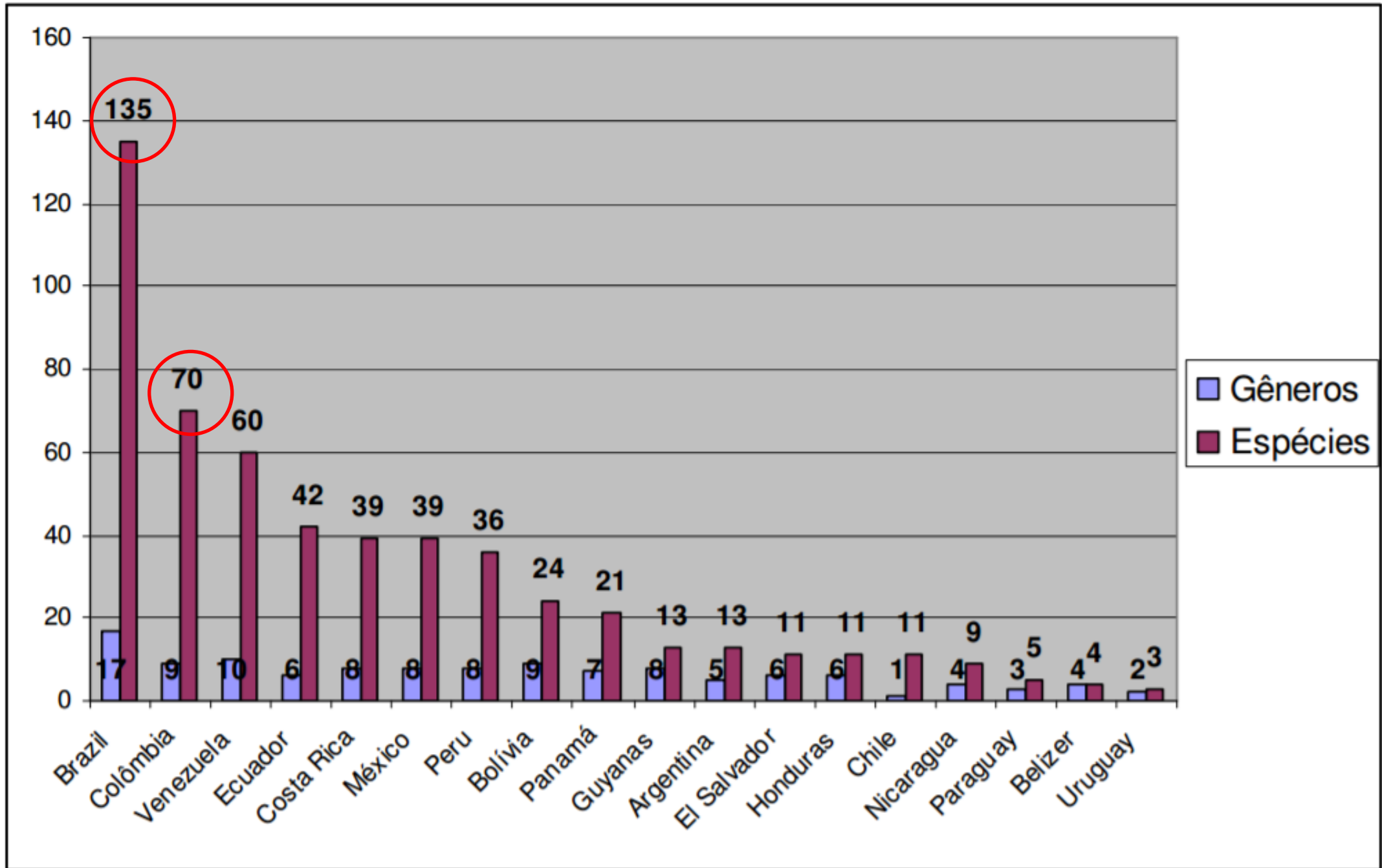
### Condições favoráveis

- Material de fonte renovável, ótimo sequestrador de carbono.
- Facilidade de poder ser trabalhado com ferramentas manuais simples.
- Excelentes características físicas, químicas e mecânicas (leveza e resistência).
- Protetor e regenerador ambiental
- Substituto à madeira



# Materiais de fonte renovável

## Números de gêneros e espécies entre os países da América Latina





## **PROJETOS DE ARQUITETURA**

Construções pré-fabricadas em madeira e bambu

# Sede do Instituto de Manejo Florestal e Agrícola (Imaflora)

- Localização: Piracicaba – SP
- Pavimentos: 2 com pé-direito duplo e mezanino
- Área: 330,00 m<sup>2</sup>



# Sede do Instituto de Manejo Florestal e Agrícola (Imaflora)

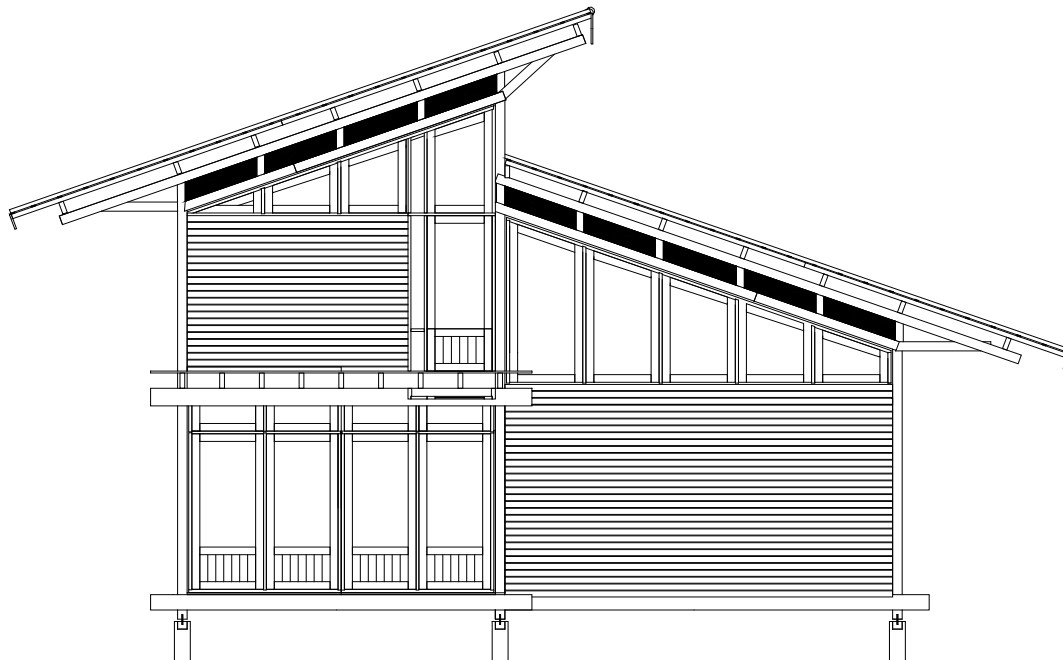
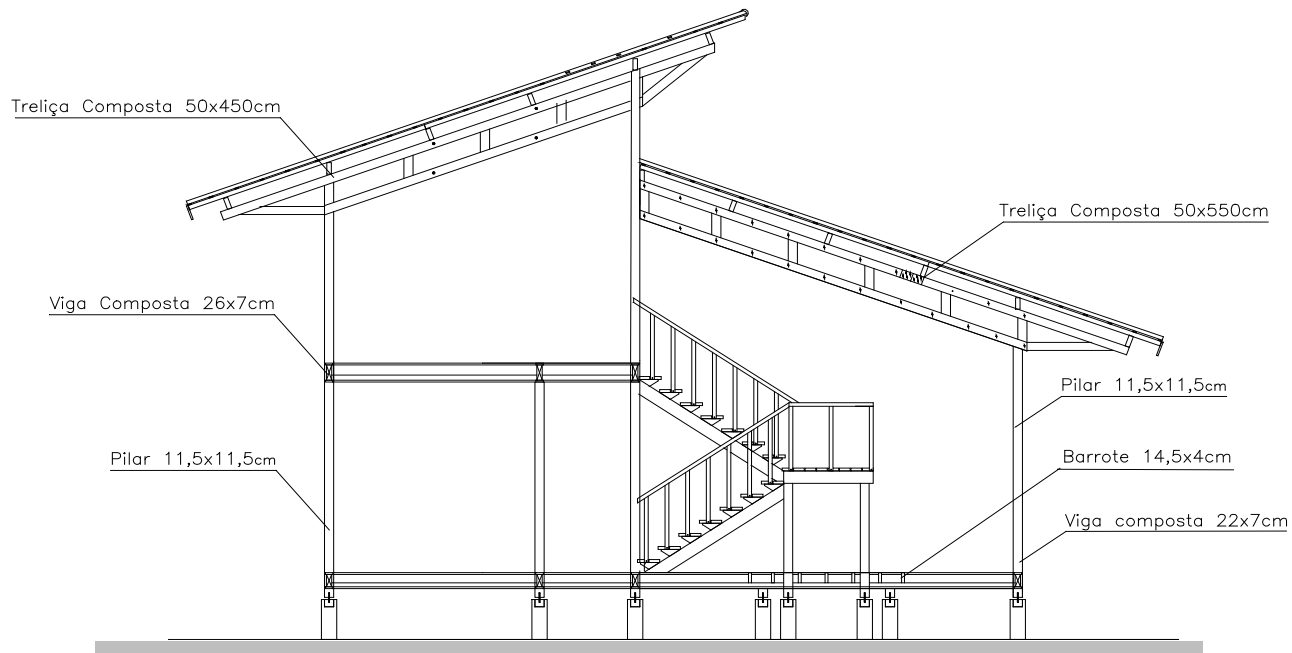
## Tipologia do sistema construtivo

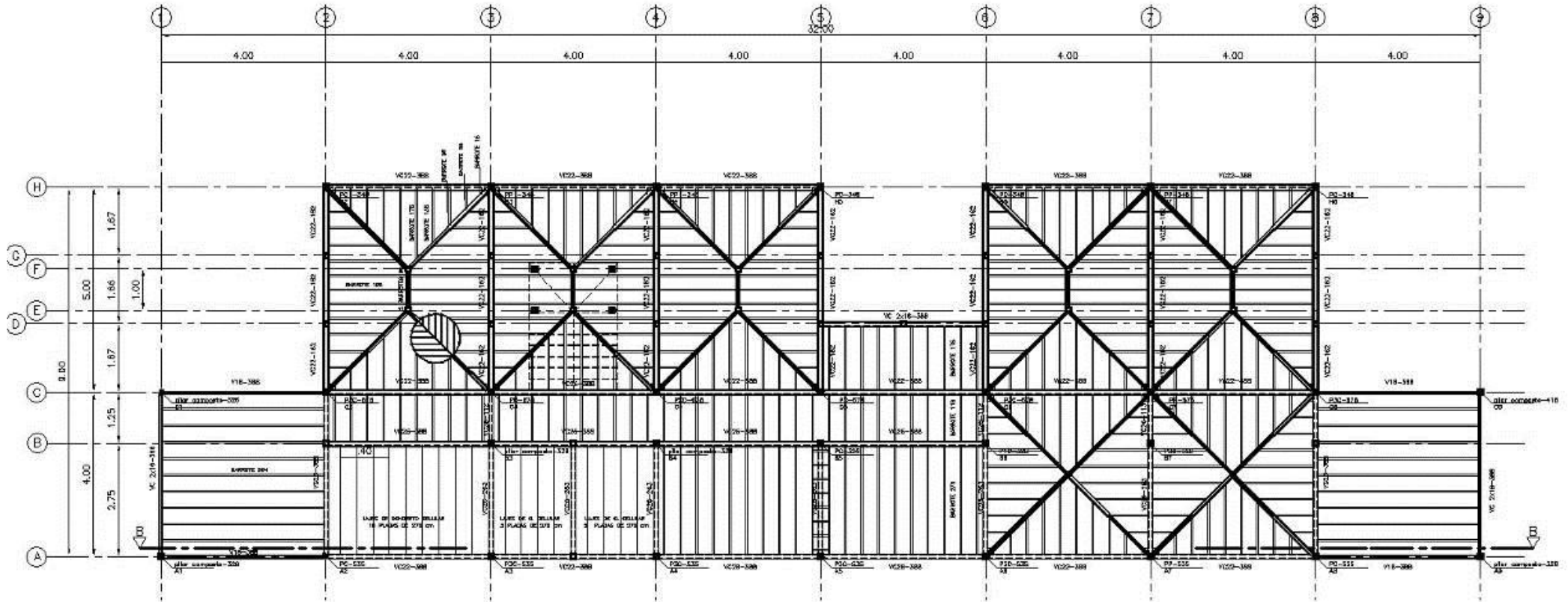
- Sistema pré-fabricado tipo pilar-viga
- Componentes pré-fabricados com
- Madeira de florestas plantadas e nativas proveniente de áreas certificadas



# Sede do Instituto de Manejo Florestal e Agrícola (Imaflora)

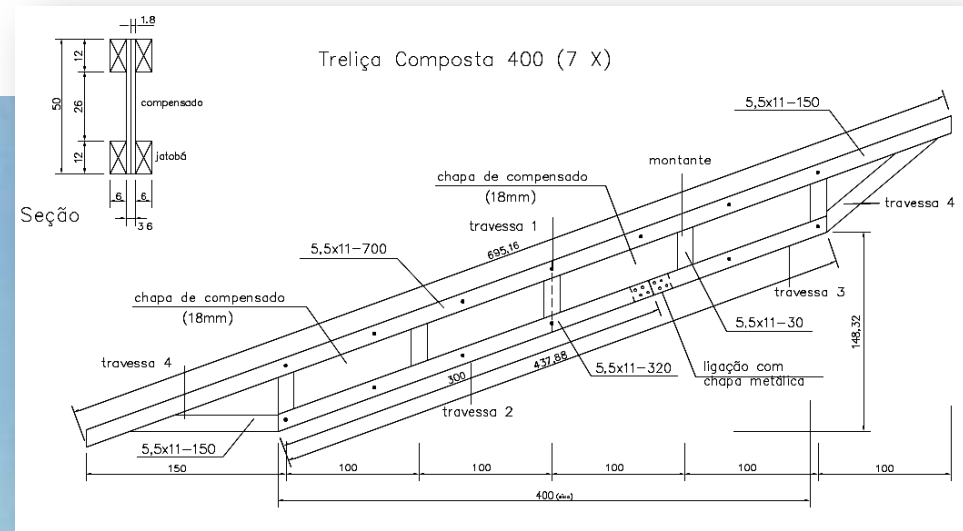
## Processo de montagem





Planta de vigamento e barrotes de piso

## Etapas de pré-fabricação e montagem - vigas compostas da estrutura de cobertura

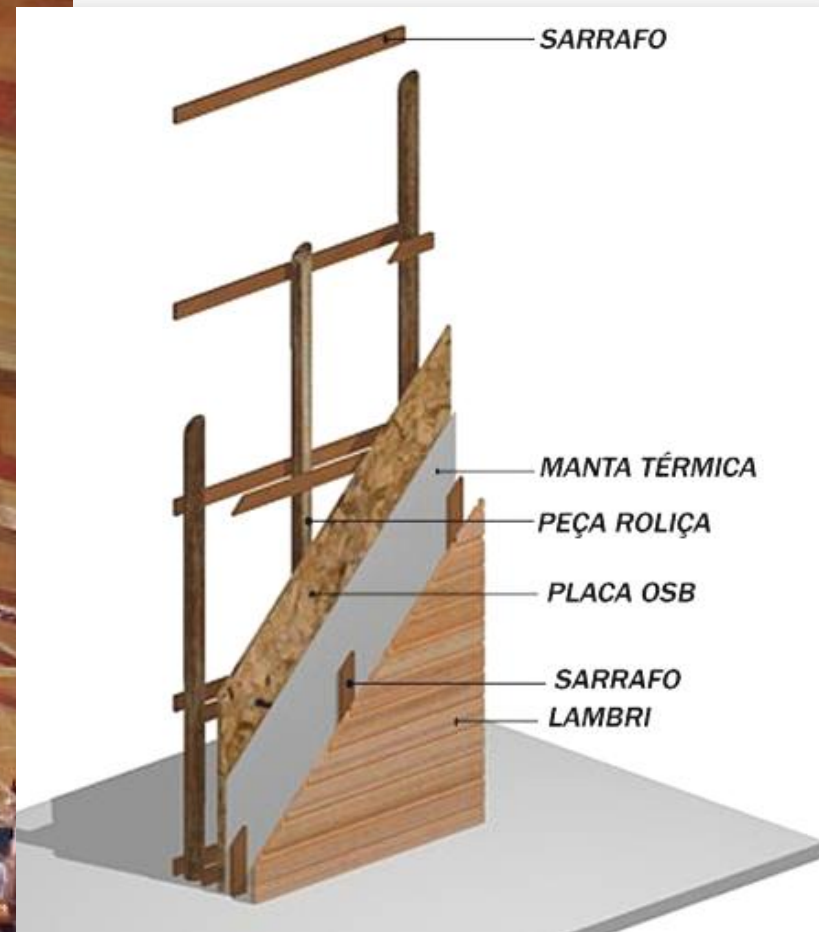




**Estrutura e  
cobertura concluída**



## Etapas de montagem – Painéis de vedação pré-fabricados (Ossatura)



Placas de compensado sem acabamento

Ossatura do painéis



## Etapas de montagem – Painéis de vedação pré-fabricados (acabamento)



Placas de compensado interna com acabamento

## Projeto 2

# Galpão Oficina do Grupo VIVERDE

Localização: Pederneiras, SP  
Material: Bambu in natura da espécie  
*Dendrocalamus asper*



# Galpão Oficina do grupo VIVERDE

## Método projetivo e produtivo de estrutura em bambu

1.

Levantamento de projetos de edificações que bambu



2.

Processo projetivo da estrutura e conexões



3.

Processo de pré-fabricação dos componentes



4.

Montagem da estrutura em canteiro de obras.



# Galpão Oficina do grupo VIVERDE

Levantamento de projetos de edificações que empregam bambu



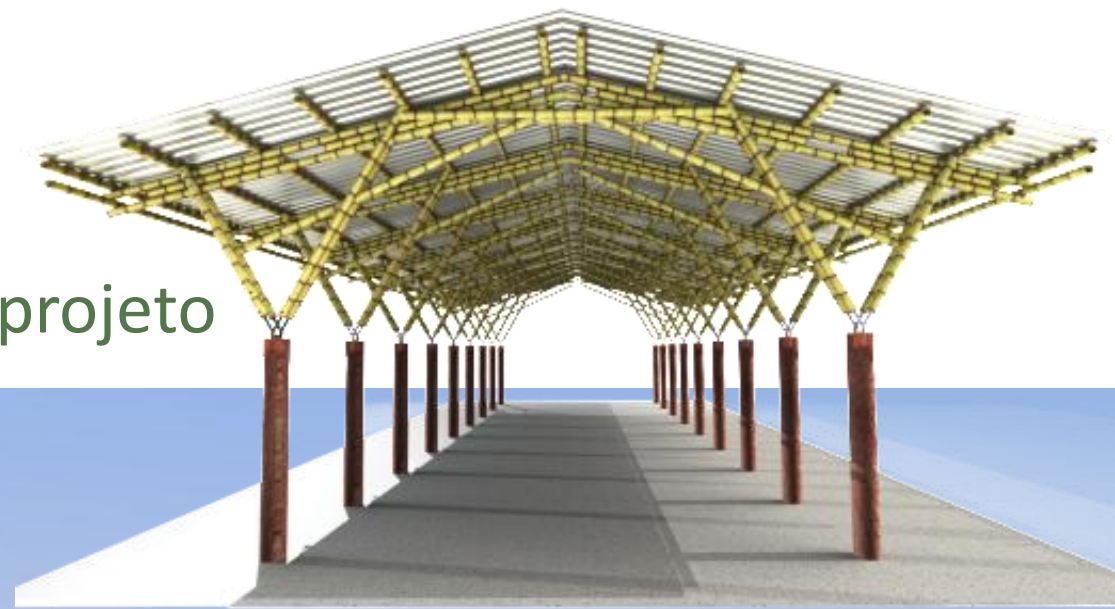
**Iglesia sin Religion, Colômbia, arquiteto Simon Vélez**



**Centro de Cultura Max Feffer, na cidade de Pardinho, São Paulo, Brasil**

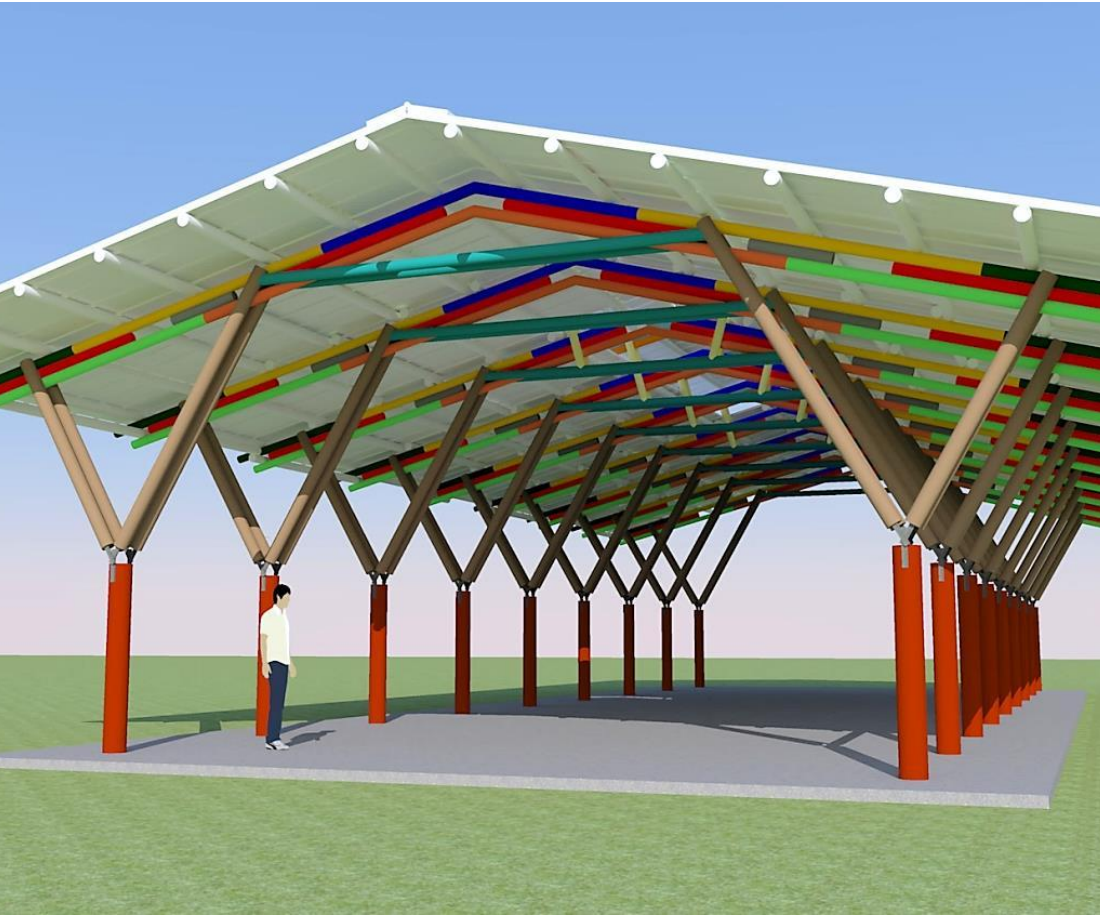
# Galpão Viverde

Modelagem virtual paramétrica do projeto

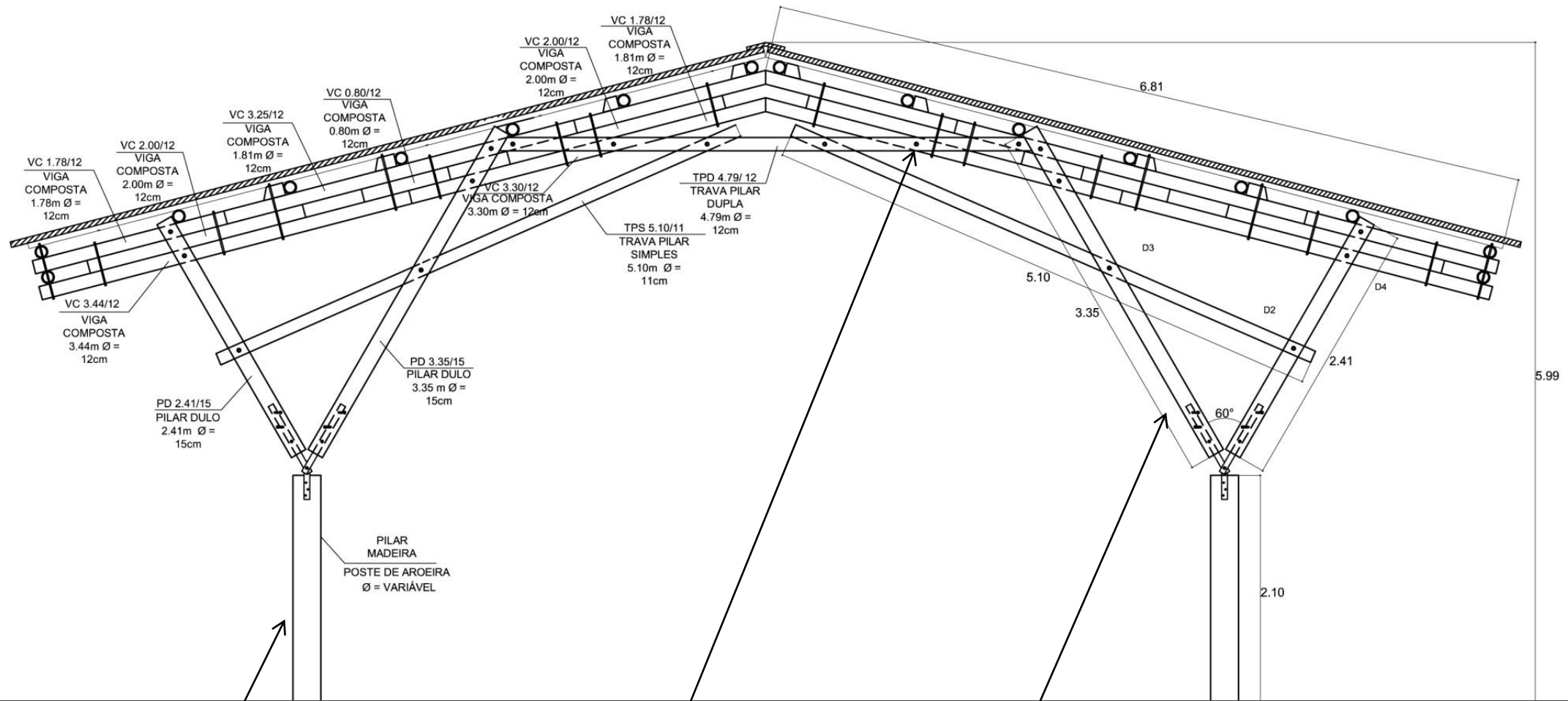


# Galpão Viverde

## Modelagem virtual paramétrica do projeto



## Projeto executivo - detalhamento



Pilares de aroeira

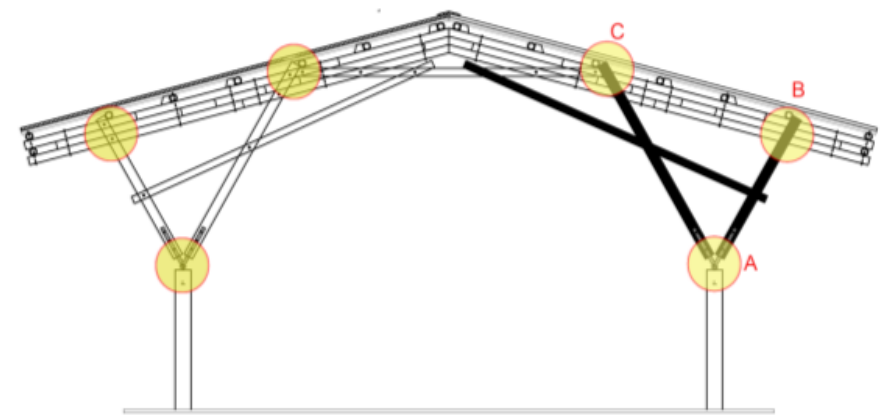
Vigas triplas

Pilares duplos inclinados

# Galpão Viverde

Processo projetivo da estrutura e conexões

Modelagem virtual paramétrica da **conexão A**

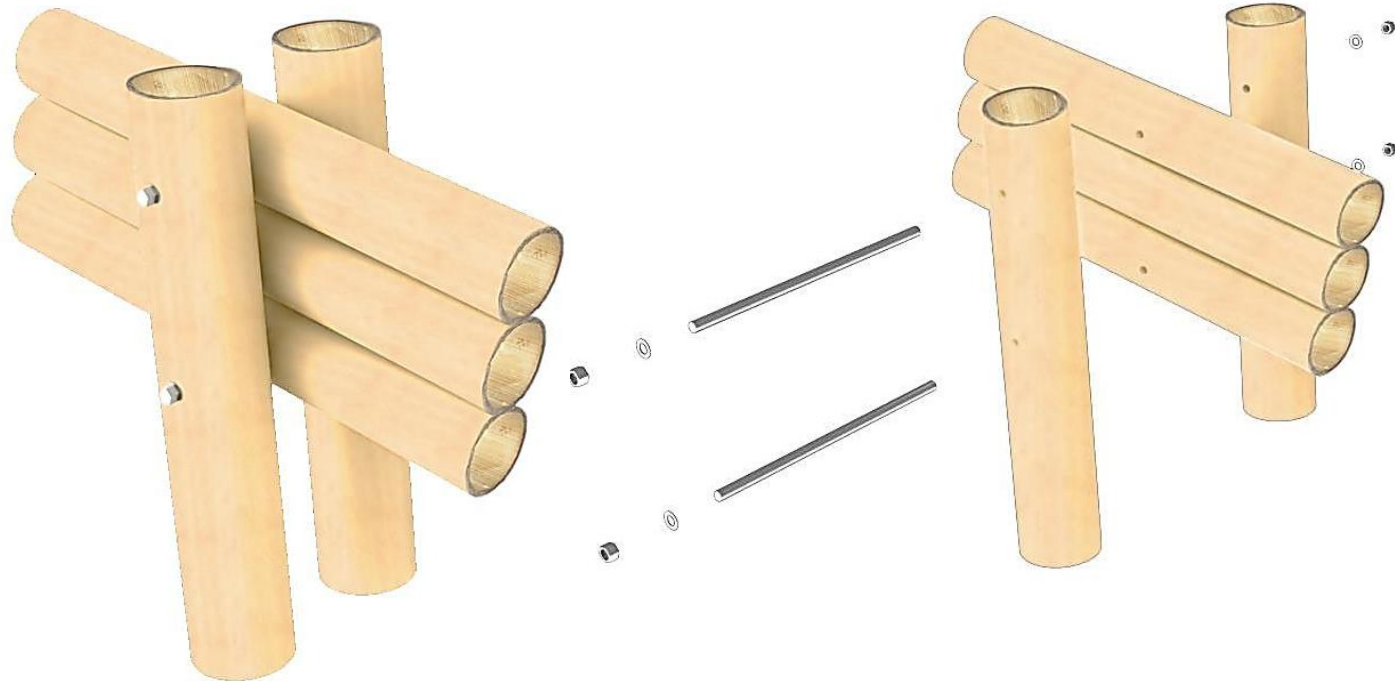
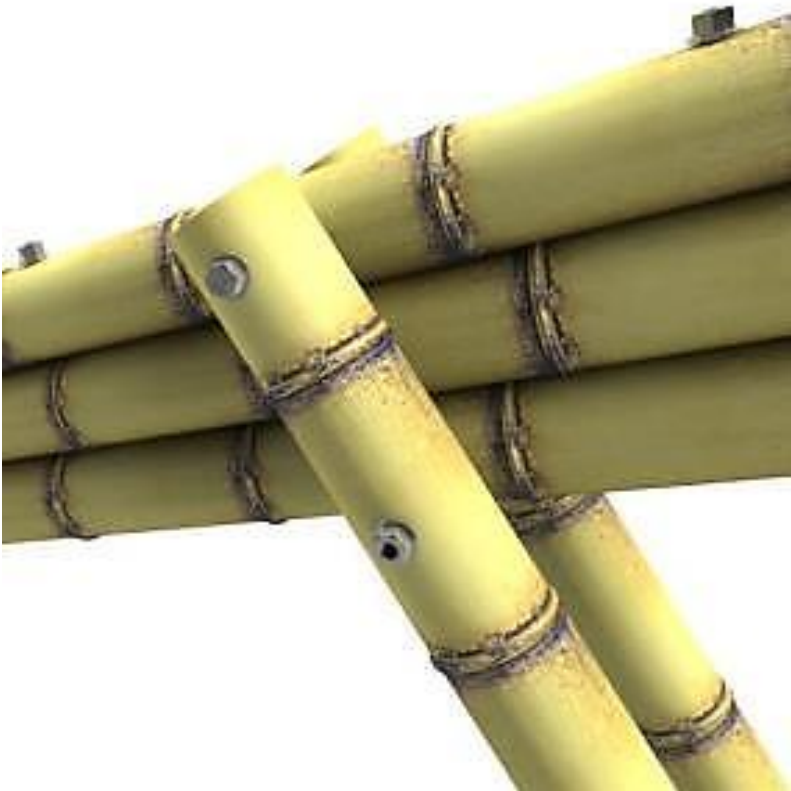
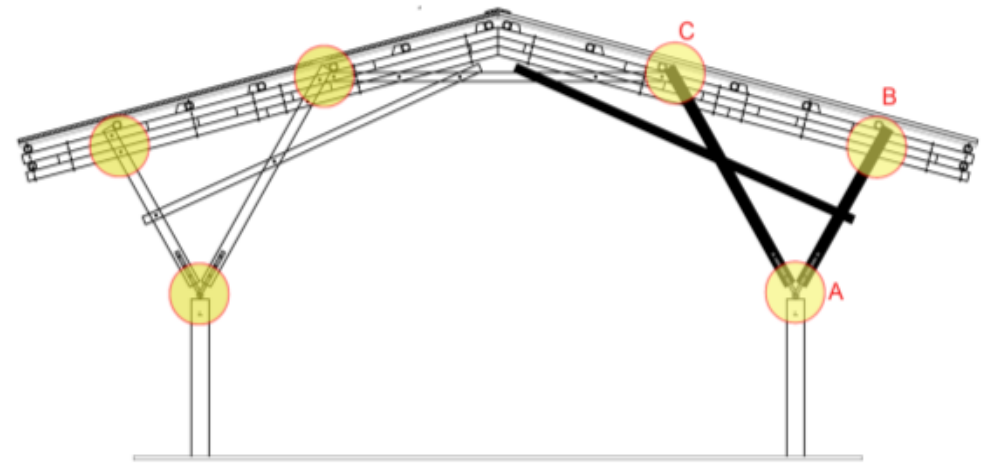




# Galpão Viverde

Processo projetivo da estrutura e conexões

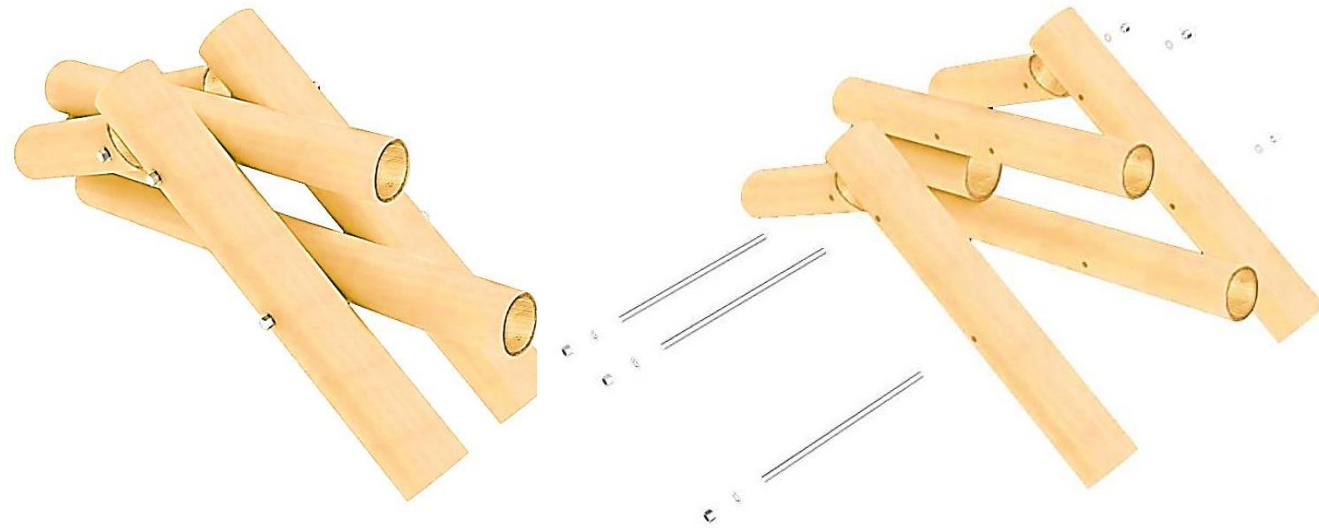
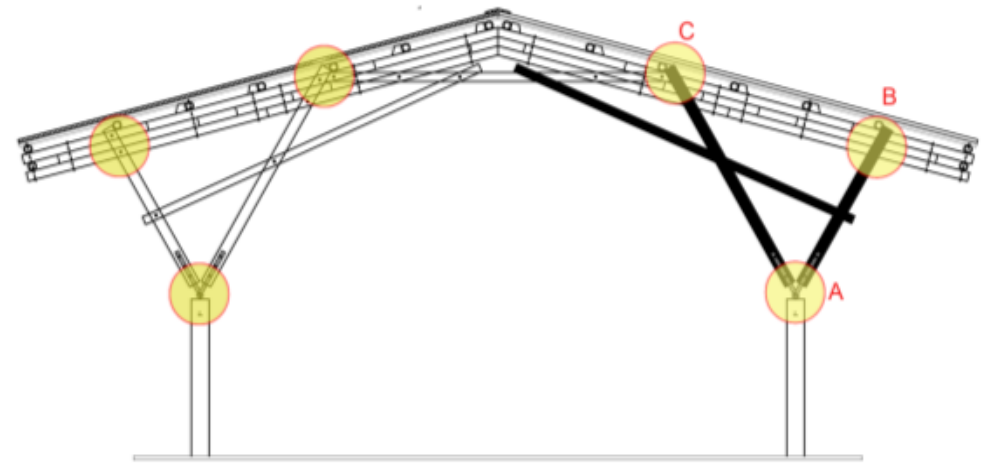
Modelagem virtual paramétrica das conexões **conexão B**



# Galpão Viverde

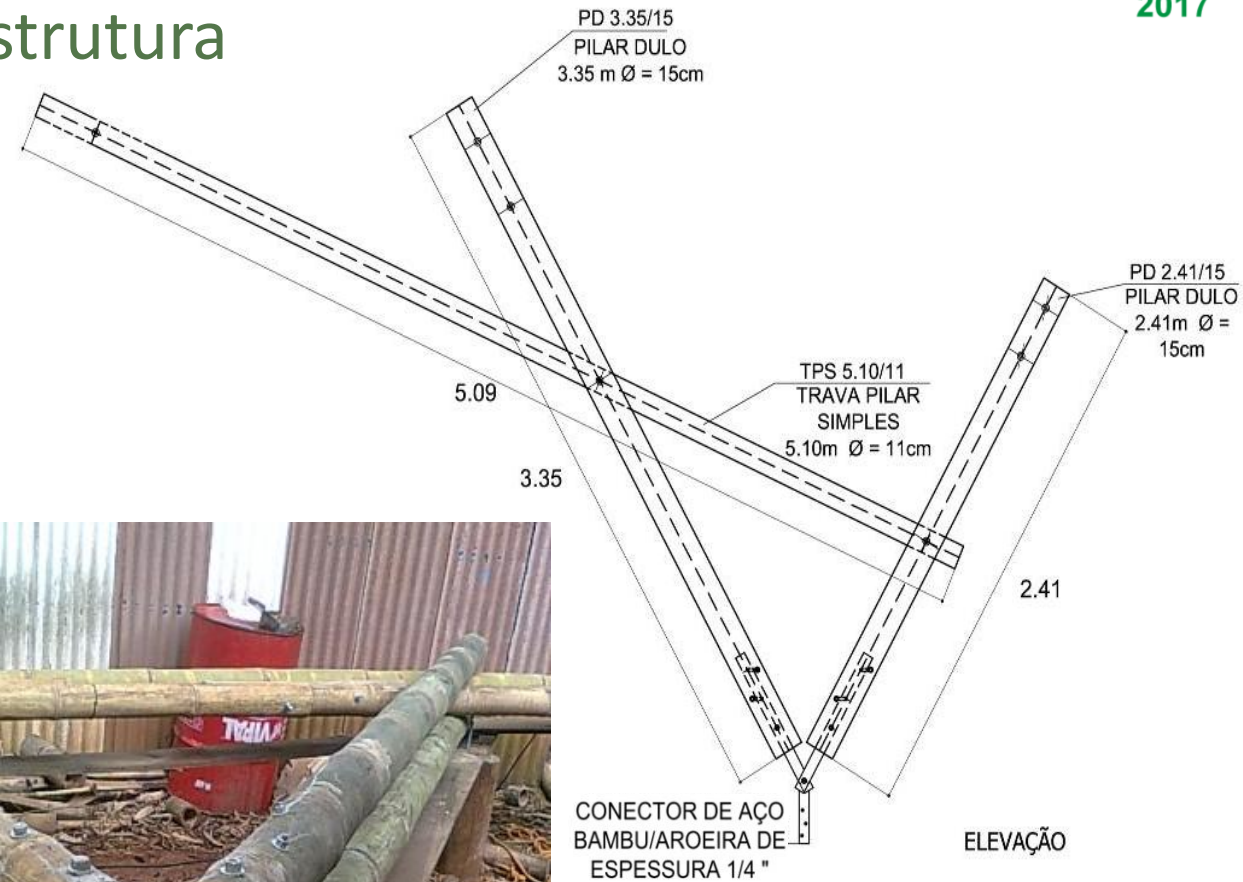
Processo projetivo da estrutura e conexões

Modelagem virtual paramétrica da **conexão C**



# Galpão Viverde

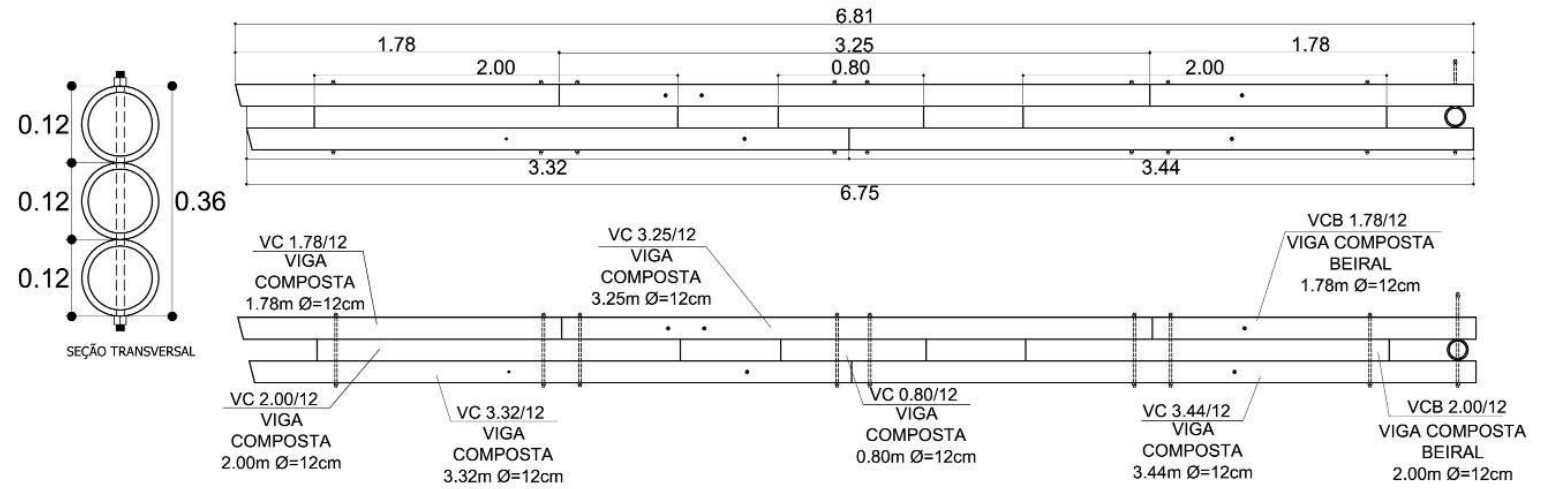
## Etapa de pré-fabricação da estrutura Pilares duplos inclinados



# Galpão Viverde

# Etapa de pré-fabricação da estrutura

## Vigas triplas



# Galpão Viverde

## Etapas de construção da estrutura



Fonte: do autor

# Galpão Viverde

Etapas de construção da estrutura



# Galpão Viverde

## Etapas de construção da estrutura



Conexão A



Conexão B



Conexão C





# Galpão Viverde

## Etapas de construção da estrutura



# Galpão Viverde

## Etapas de construção da estrutura



Fonte: do autor

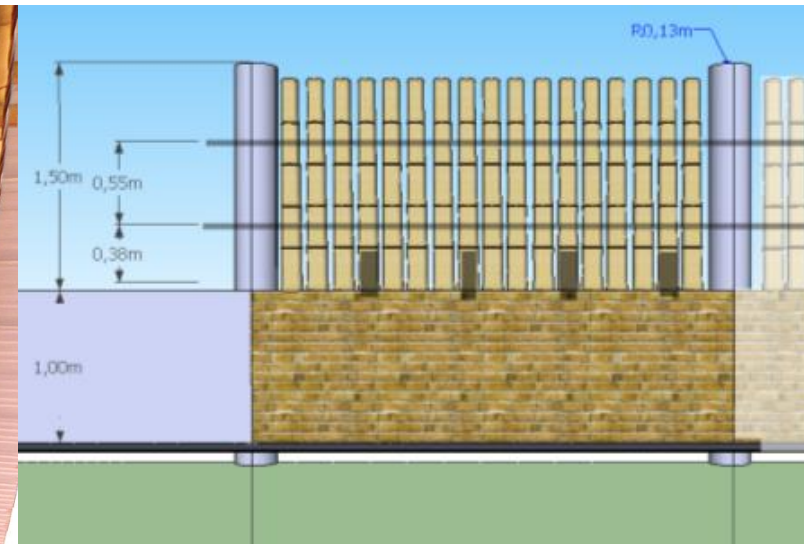
# Galpão Viverde

Etapas de construção da estrutura



# Galpão Viverde

## Construção dos painéis de vedação vertical



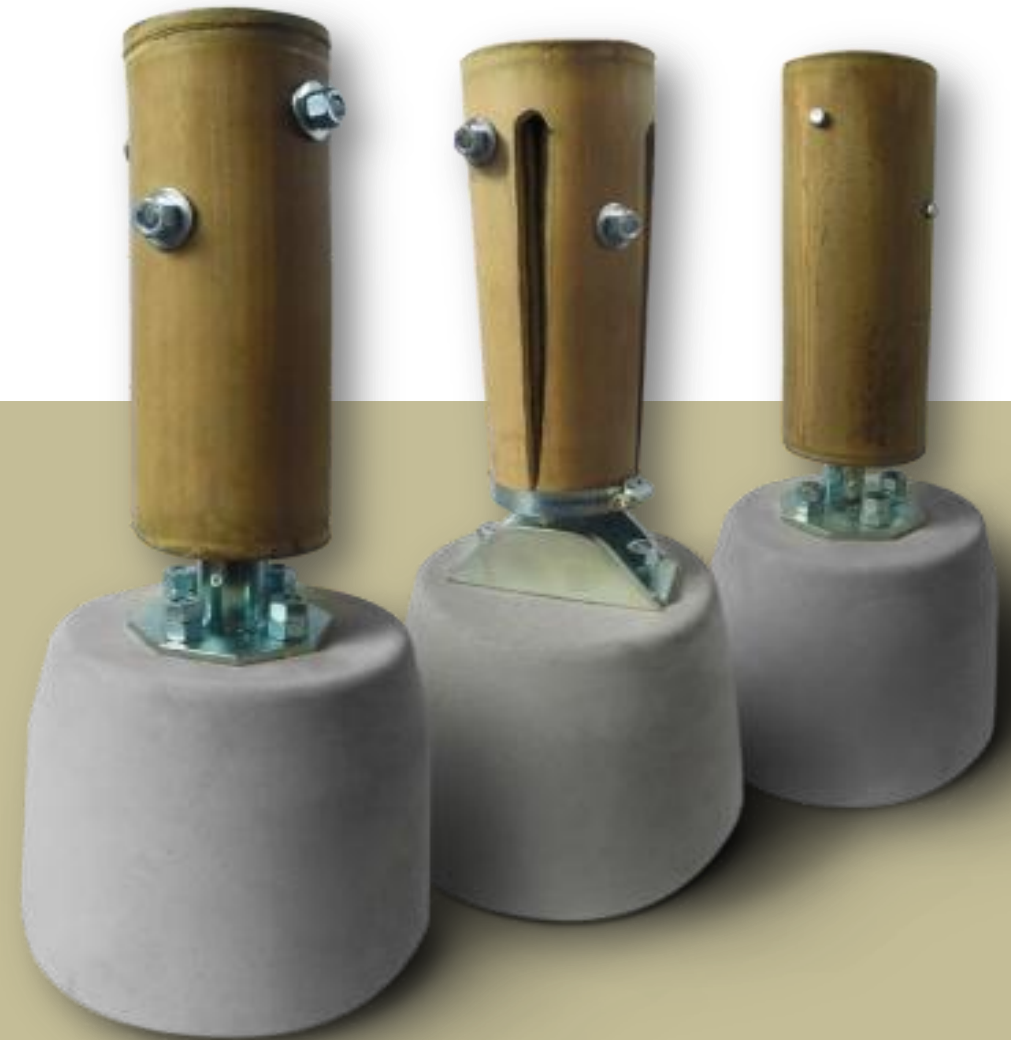


# **DESIGN DE COMPONENTES CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS**

Pesquisa com conexões estruturais com madeira e bambu

# Projeto 3

## Estudo de conexões estruturais empregando bambu *in natura*



Pesquisador

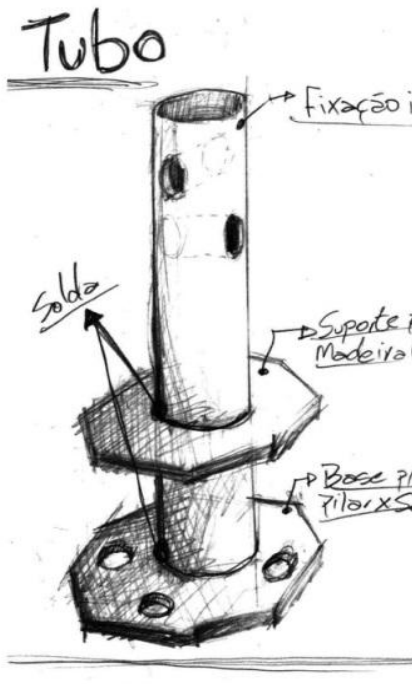
João Victor Gomes dos Santos

Programa RENOVE - PROCESSO 0060/008/13 PROPe/CDC

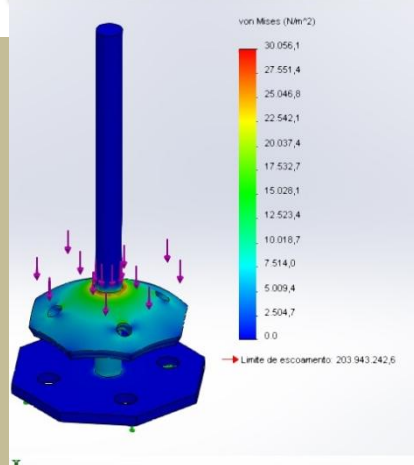
# Estudo de conexões estruturais empregando o bambu *in natura*

## Método projetivo e produtivo de conexões com bambu

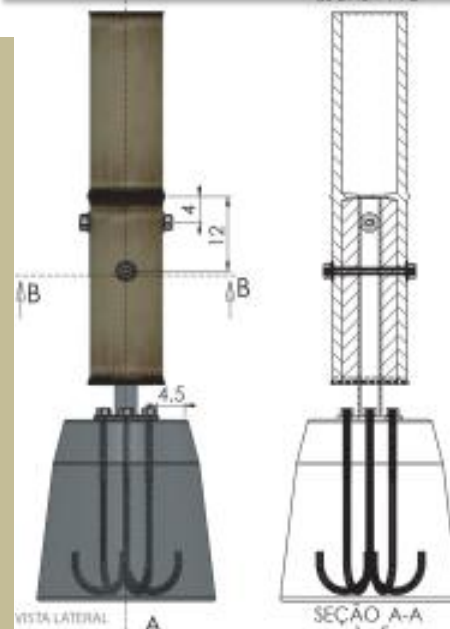
1.  
Geração de alternativas de conexões



2.  
Modelagem e simulação para análise de resistência



3.  
Detalhamento de projeto e experimentação de peças



4.  
Execução de protótipos físicos.

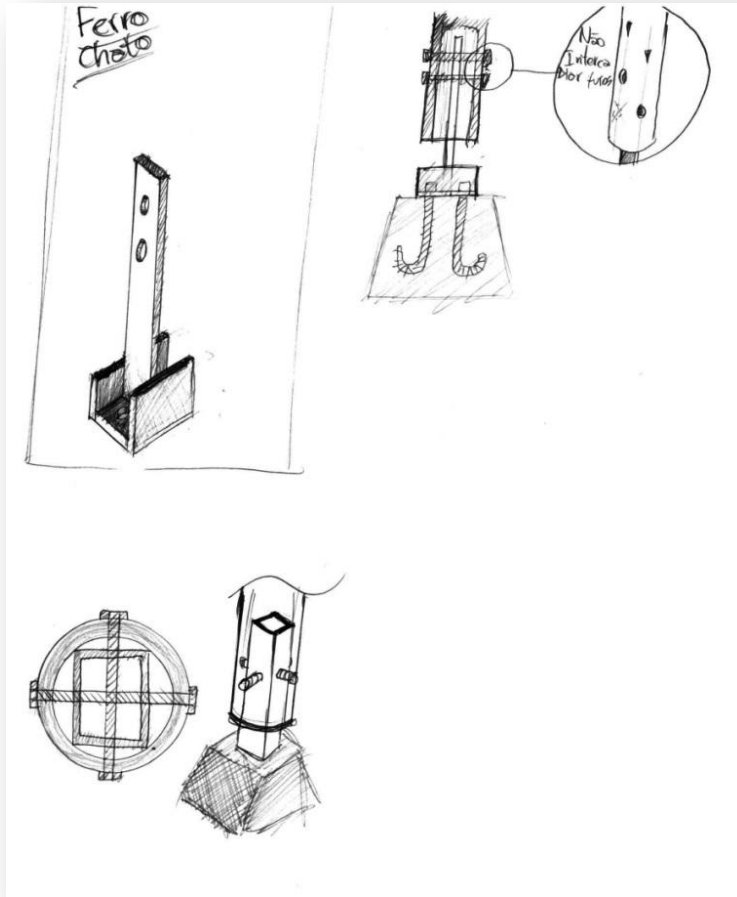




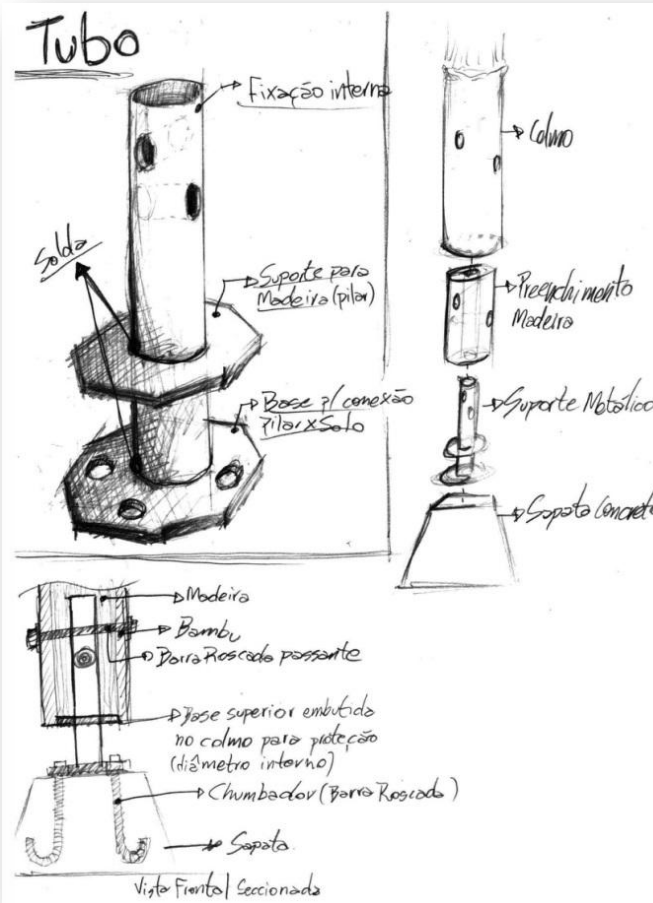
# Estudo de conexões estruturais empregando o bambu *in natura*

## Geração de alternativas

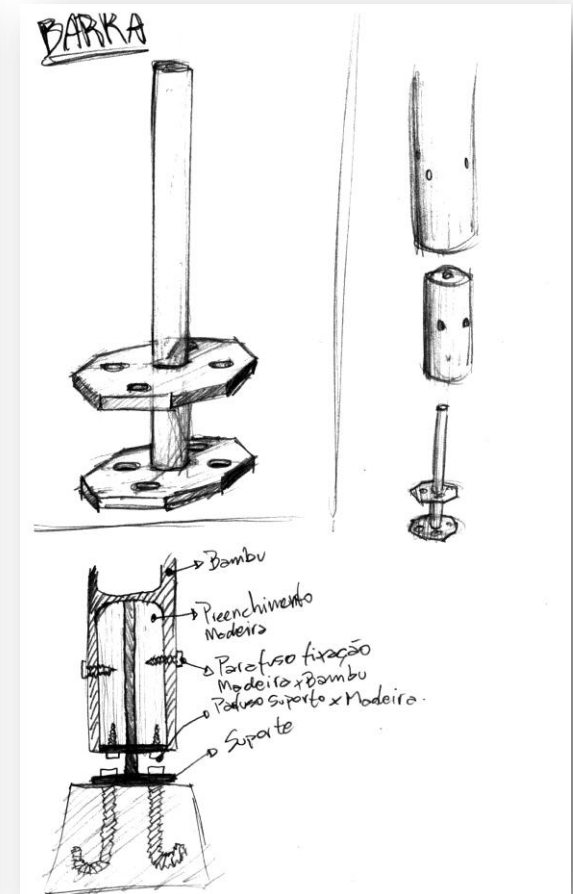
Elaboração de esboços para detalhe de interface do pilar de bambu



Modelo 1



Modelo 2

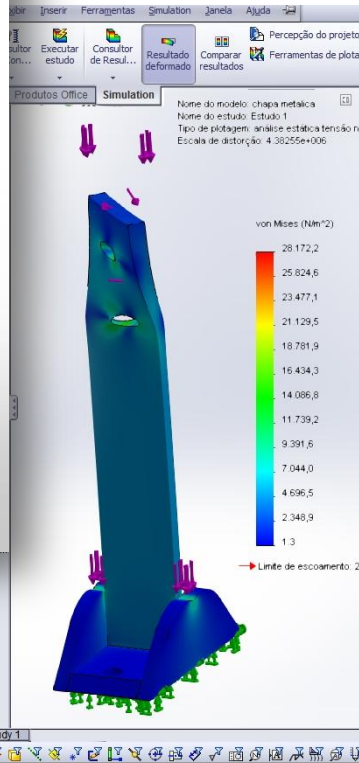
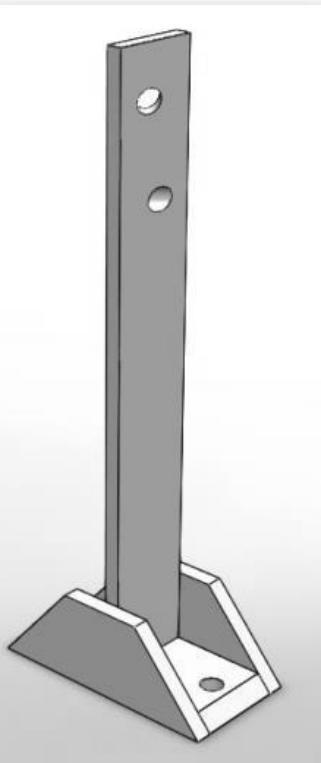


Modelo 3

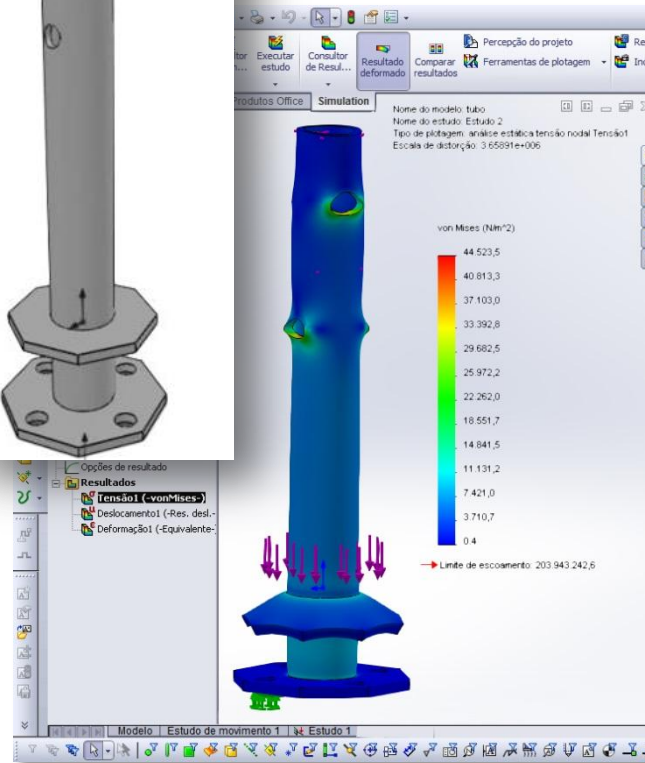
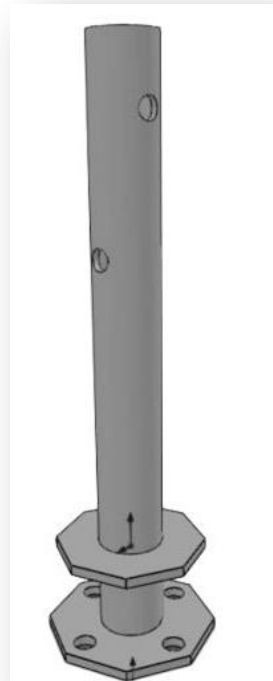
# Estudo de conexões estruturais empregando o bambu *in natura*

## Processo de desenvolvimento de projeto - Modelagem Virtual

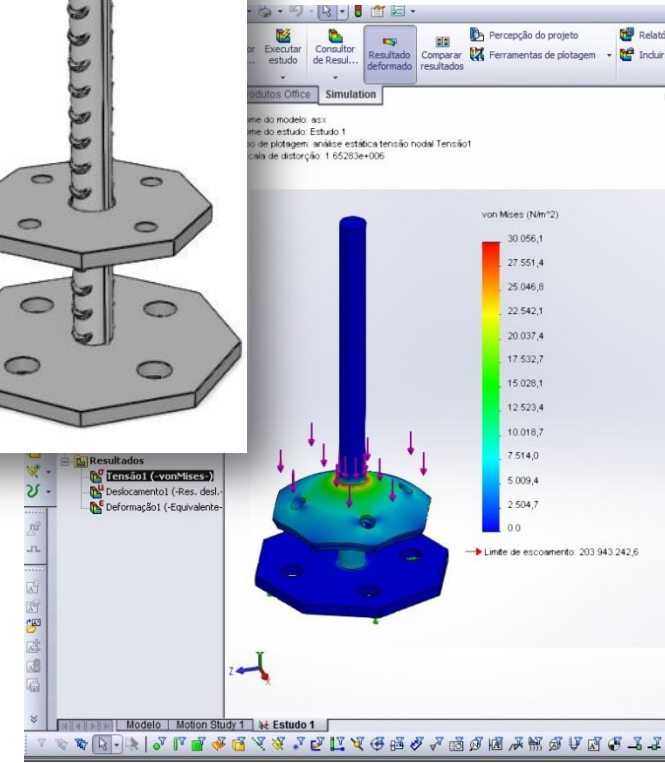
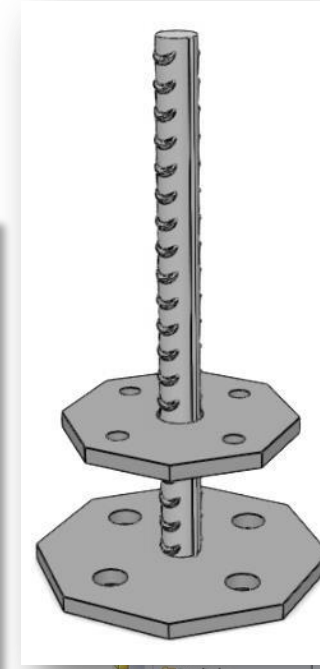
Modelagem dos componentes metálicos e simulação de deformação no modelo virtual



Modelo 1



Modelo 2



Modelo 3

# Estudo de conexões estruturais empregando o bambu *in natura*

## Processo de desenvolvimento de projeto - Prototipagem Virtual

Detalhe das conexões com a montagem das peças e componentes metálicos



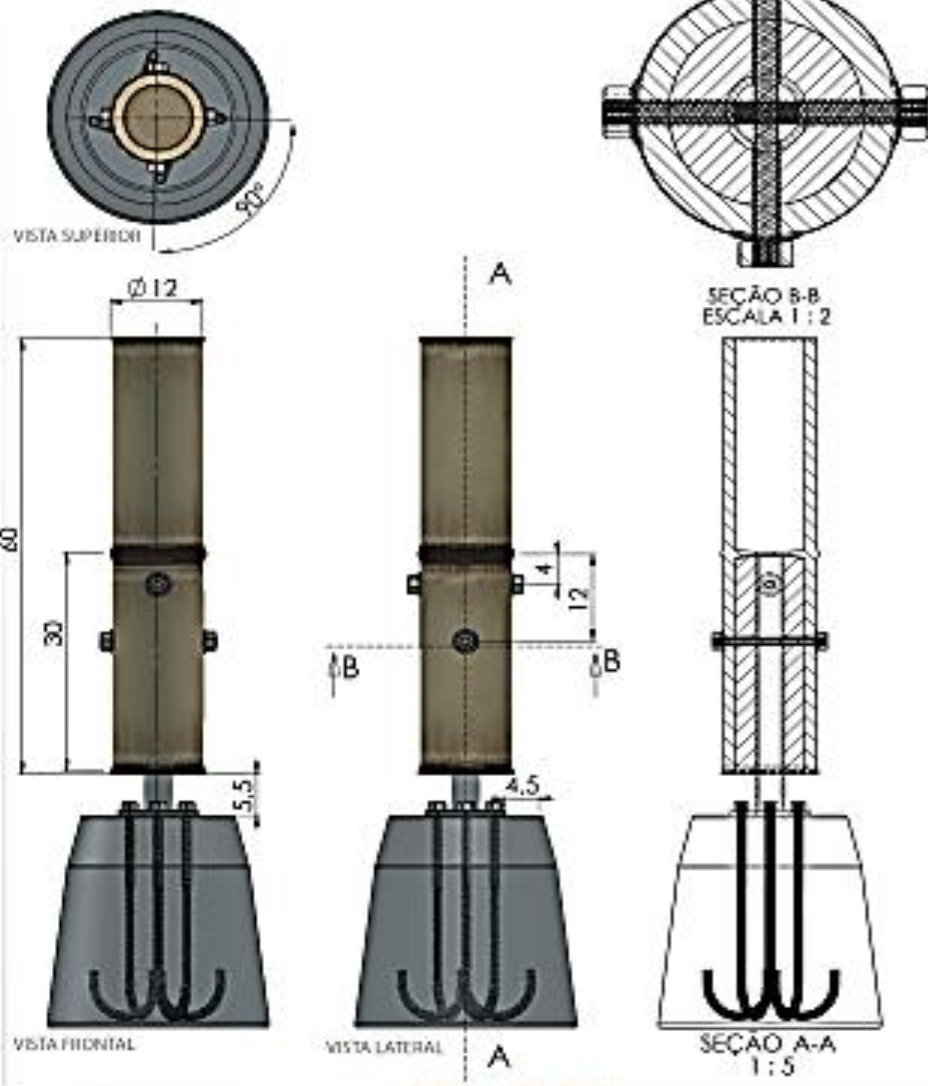
Alternativa 1 – Detalhe e perspectiva explodida

## Detalhamento de projeto e experimentação de peças

### PILAR SIMPLES - TUBO METÁLICO

FRANCHA TÉCNICA DE MONTAGEM

PROJEÇÕES ORTOGONAIS - Escala 1:5 - COTAS EM CENTÍMETROS



VISTA EXPLODIDA (fora de escala)

#### COLMO DE BAMBU

Espécie Prioritária: Guadua  
Diâmetro: 10 à 11cm  
Idade: 4 à 5 anos

#### BARRA ROSCADA

Diâmetro: 1/2"  
Material: Aço Inoxidável

#### PORCAS E ARRUELAS

Diâmetro: 1/2"  
Material: Aço Inoxidável

#### PRENCHIMENTO DE MADEIRA

Espécie Prioritária: Eucalipto  
Diâmetro: 9cm (variável)

#### CONECTOR METÁLICO

Tubo de Aço 1.1/2" x 3/20"

#### SAPATA

Material: Concreto

#### BARRA CURVA

Diâmetro: 1/2"  
Material: Aço Inoxidável



PROJETO E PRODUÇÃO  
João Victor Gomes dos Santos  
joavictor@gmail.com (11) 9 9612-4944



### OBSERVAÇÕES

As dimensões relacionadas nesta prancha estão sujeitas à alterações uma vez que as medidas do bambu (diâmetro externo, interno e espaçamento entre nós) são variáveis. Os cortes e perfurações devem ser executados, sempre que possível, próximos aos nós do bambu, para melhor proveito da resistência mecânica da região.

### QUANTIFICAÇÃO DE COMPONENTES

Esta quantificação é apenas uma estimativa e está sujeita à alterações uma vez que as medidas do bambu (diâmetro externo, interno e espaçamento entre nós) são variáveis.

#### Colmo de Bambu

1 unidade de 10 à 12 cm Ø

#### Preenchimento de Madeira

1 unidade de 9 cm Ø

#### Conector Metálico

72 cm total (variável) 1/4" x 8

#### Sapata de Concreto

1 sapata de 14761,8 cm<sup>3</sup>

#### Porcas

8 unidades de 1/2" Ø

#### Arruelas

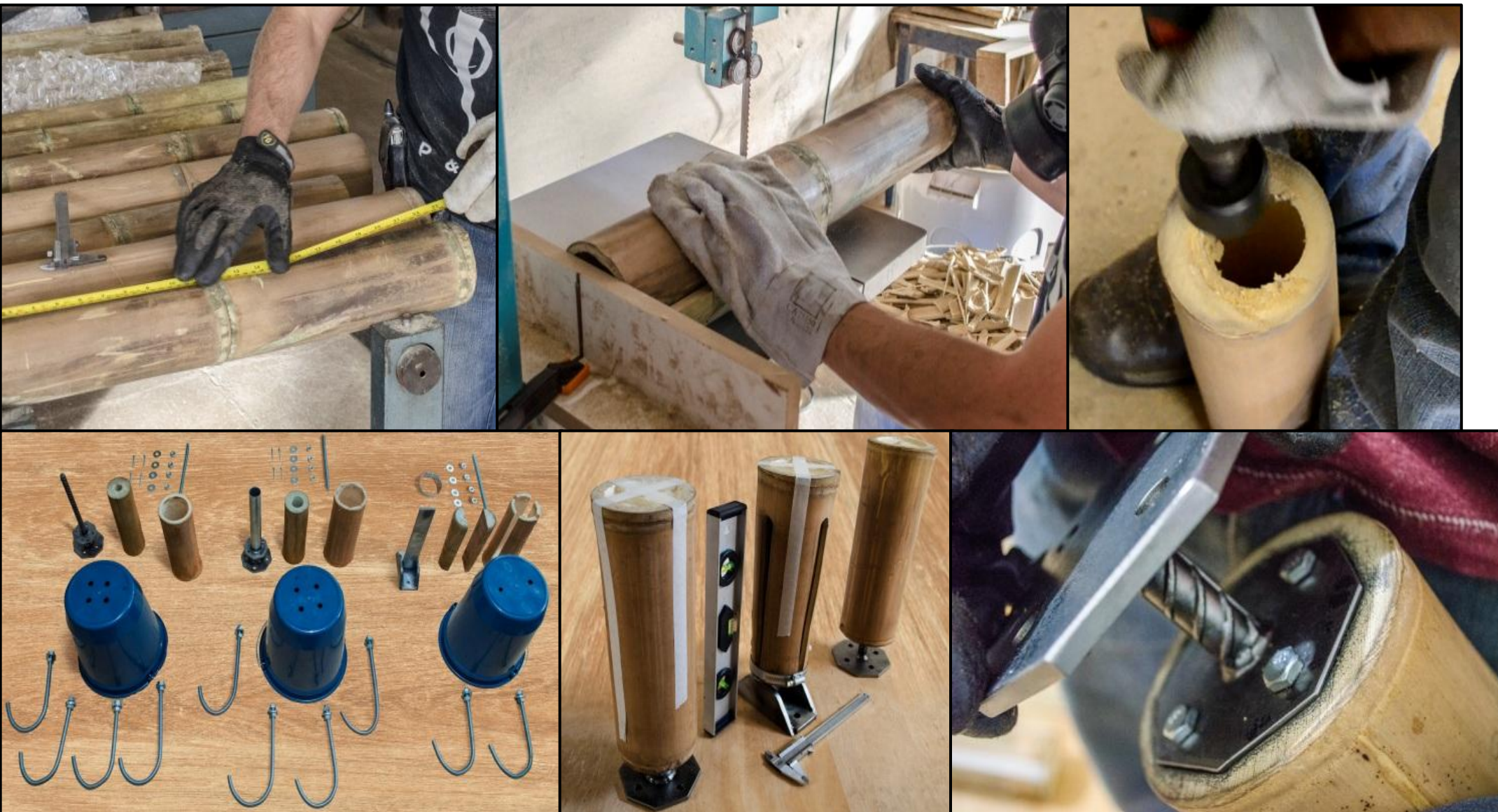
4 unidades de 1/2" Ø

#### Barra Roscada

180 cm total (variável) 1/2" Ø

# Estudo de conexões estruturais empregando o bambu *in natura*

Processo de experimentação e produção em laboratório



Alternativa 1 - Detalhe e perspectiva explodida

# Estudo de conexões estruturais empregando o bambu *in natura*

Protótipo físicos finalizado



## Projeto 4

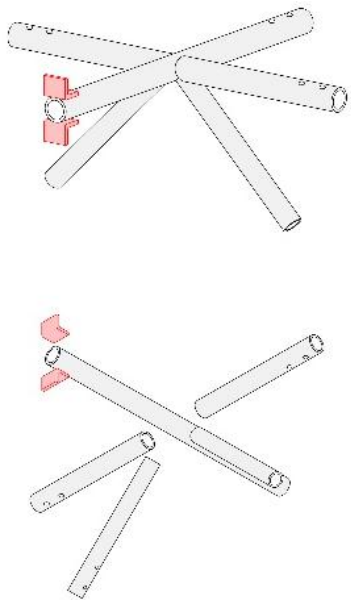
Subsistema construtivo de treliça espacial com peças de bambu *in natura*



Pesquisador /Arquiteto  
Pedro Aniceto

## Método projetivo e produtivo de conexões com bambu

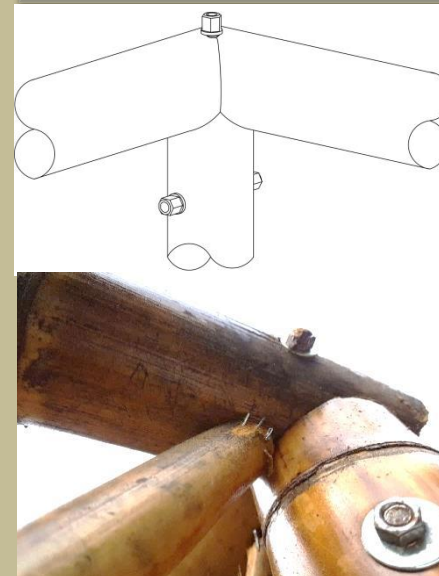
1. Pesquisa de sub-sistemas de treliças espaciais e conexões



2. Experimentações com materiais e componentes metálicos em protótipos físicos.



3. Detalhamento de conexões do subsistema construtivo

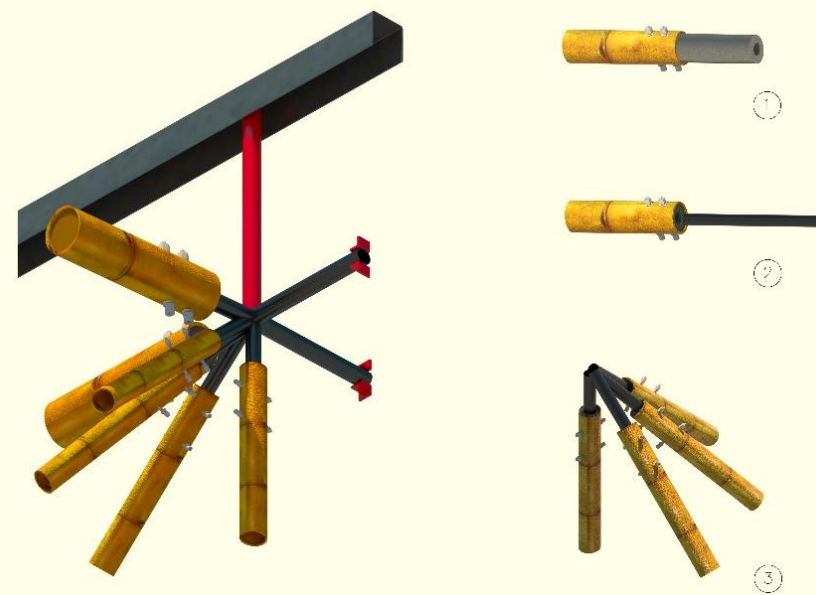
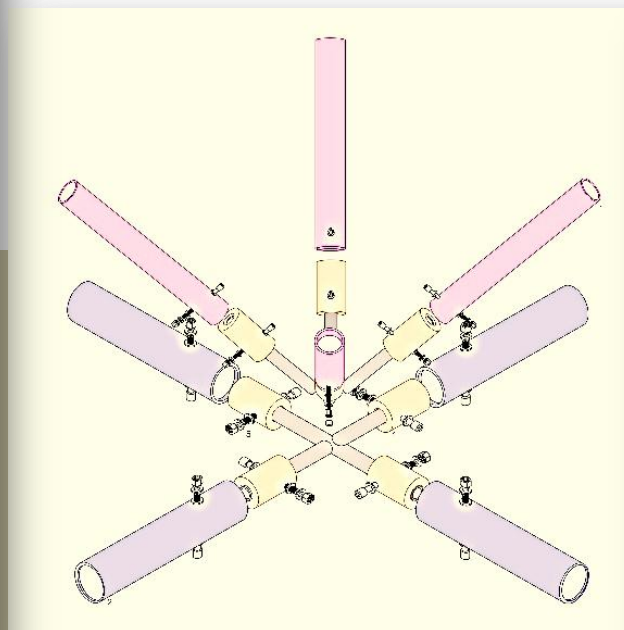
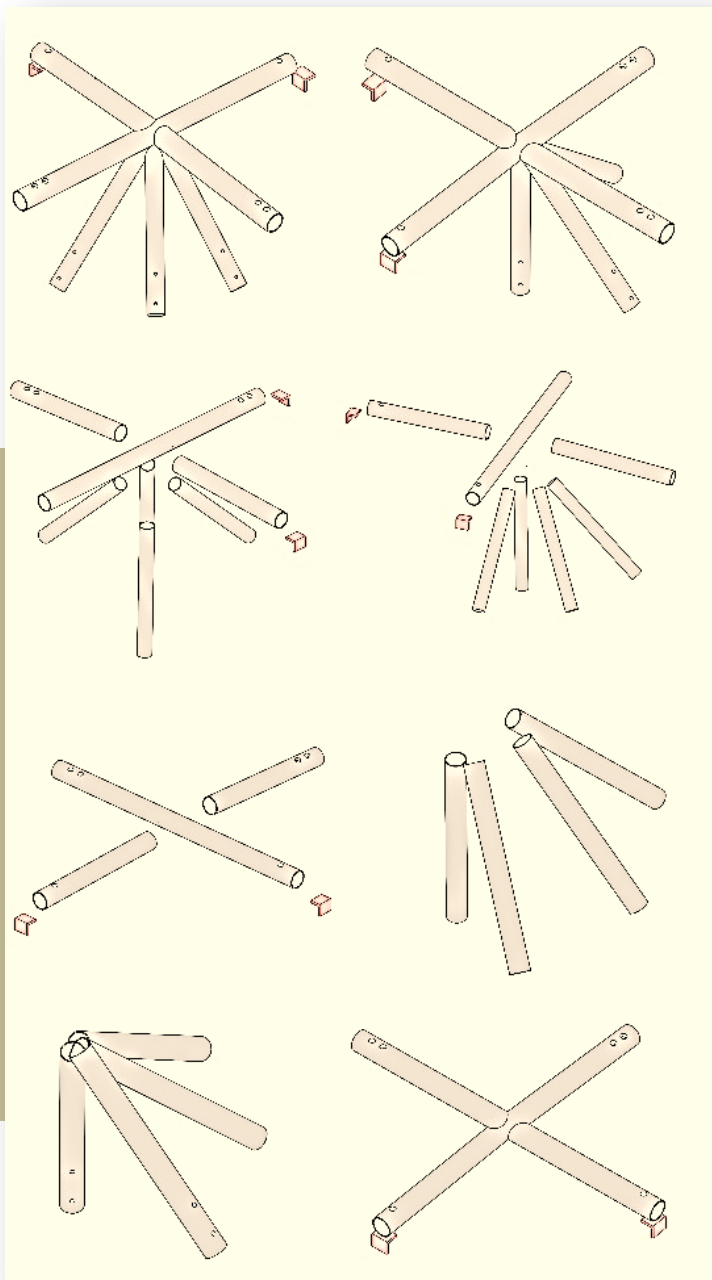


4. Montagem da treliça espacial estrutural.





# Pesquisa de sub-sistemas e conexões



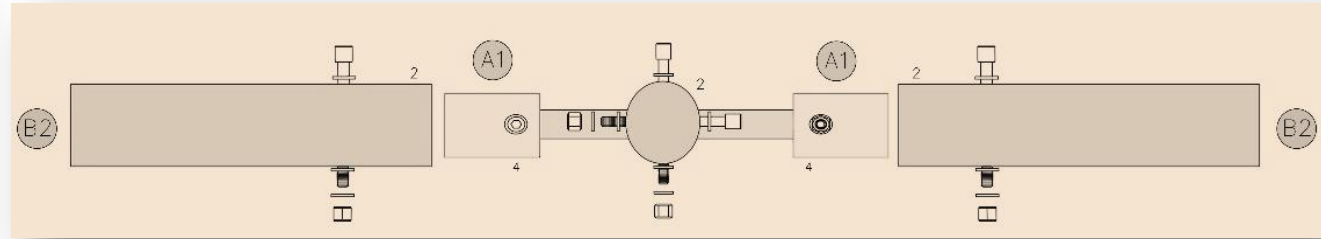
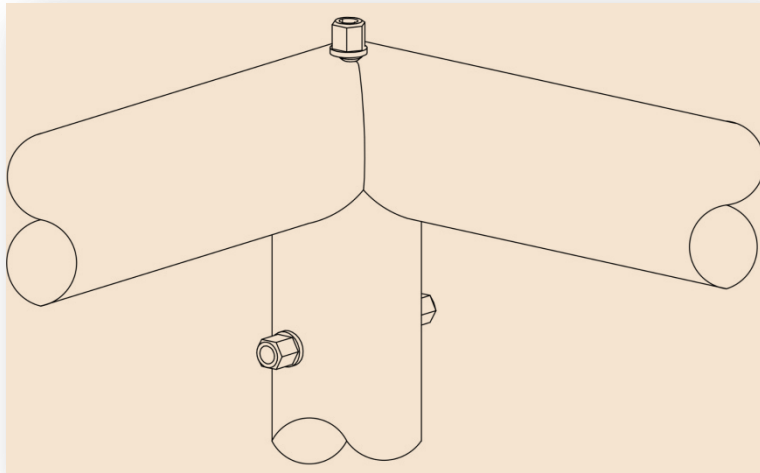
# SUBSISTEMA CONSTRUTIVO DE TRELIÇA ESPACIAL COM PEÇAS DE BAMBU IN NATURA

## Experimentações com protótipos físicos



# Subsistema construtivo de treliça espacial com peças de bambu in natura

## Detalhamento de conexões



# Subsistema construtivo de treliça espacial com peças de bambu in natura

## Montagem da treliça espacial



# Subsistema construtivo de treliça espacial com peças de bambu in natura

## Montagem da treliça espacial



Montagem da treliça espacial



# DESIGN DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS

Processo projetivo e produção de protótipos

---

## Projeto 5

# OCALA, linha de óculos solares



Designer /Pesquisadora:  
Giulianna Godinho



## Método projetivo e produtivo da linhas de produtos



# Experimentação de materiais

## Bambu | Bambu Laminado Colado (BLaC)

- Espécie *Dendrocalamus asper*

## Resina Vegetal (Mamona)

(75% de fonte renovável)

- Fornecedora empresa Kehl (São Carlos)

## Lentes

- Material: policarbonato tipo lâmina
- Espessura: aproximadamente 1mm

## Cortadora a Laser

- ECNC



# Análise de marcas e produtos similares

- 80% das marcas de luxo pertencem à Luxóttica (Ray-ban, oakley, prada)
- Ausência de concorrentes reais
- Criação de uma marca independente e inovadora no mercado nacional

Zerezes



Evoke



Leaf



Notiluca



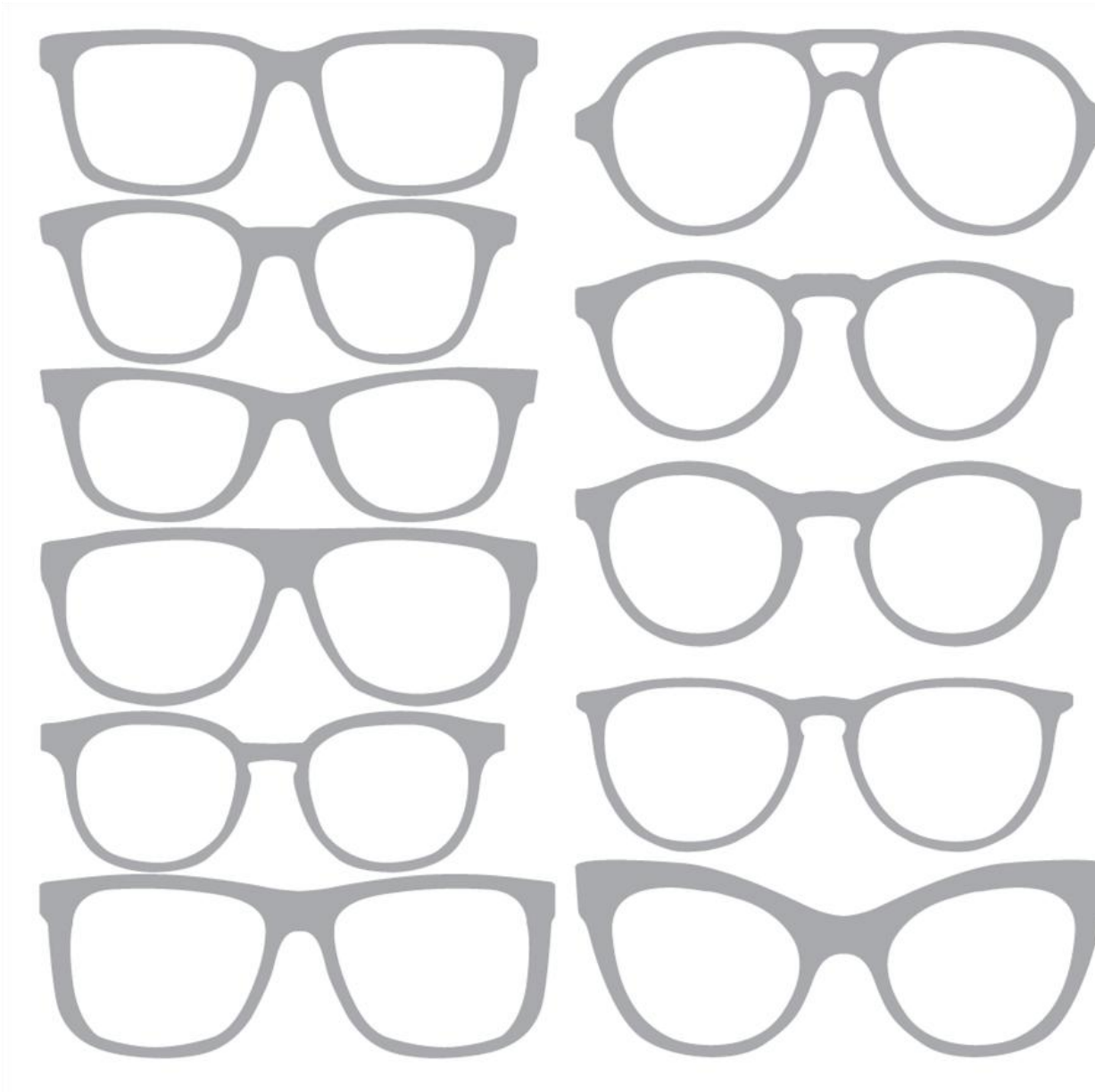
Allfenas



Shwood



# Proposição do design, vetorização para definição das formas



# Proposição de formas - fotos com modelos/usuários



# Processo de produção (BLaC)



# Linha de produtos – protótipos finais

## Boo



## Castor



# Linha de produtos – protótipos finais

## Asper



## Nara





# Linha de produtos – protótipos finais



## Linha de produtos – protótipos finais

---



## Linha de produtos – protótipos finais



# Desenvolvimento da marca e do site

# Ocala

[www.ocalaeco.com](http://www.ocalaeco.com)

Behance: Ocala | Bamboo Sunglasses

Facebook.com/ocalaeco

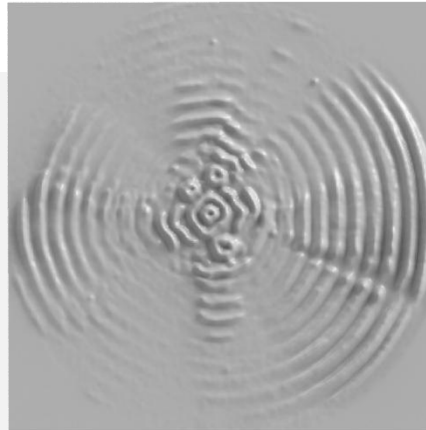
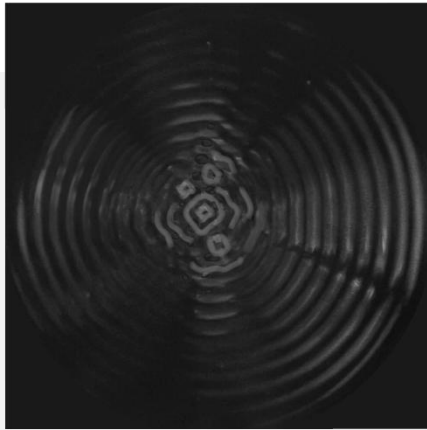
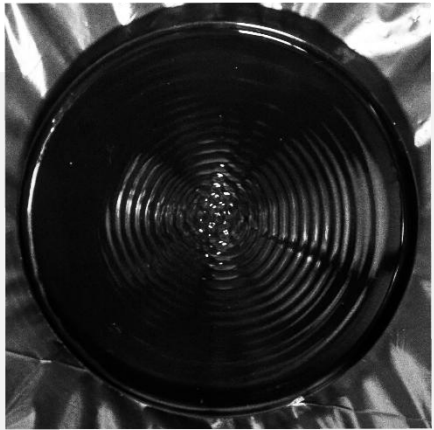
Instagram: @ocalaeco





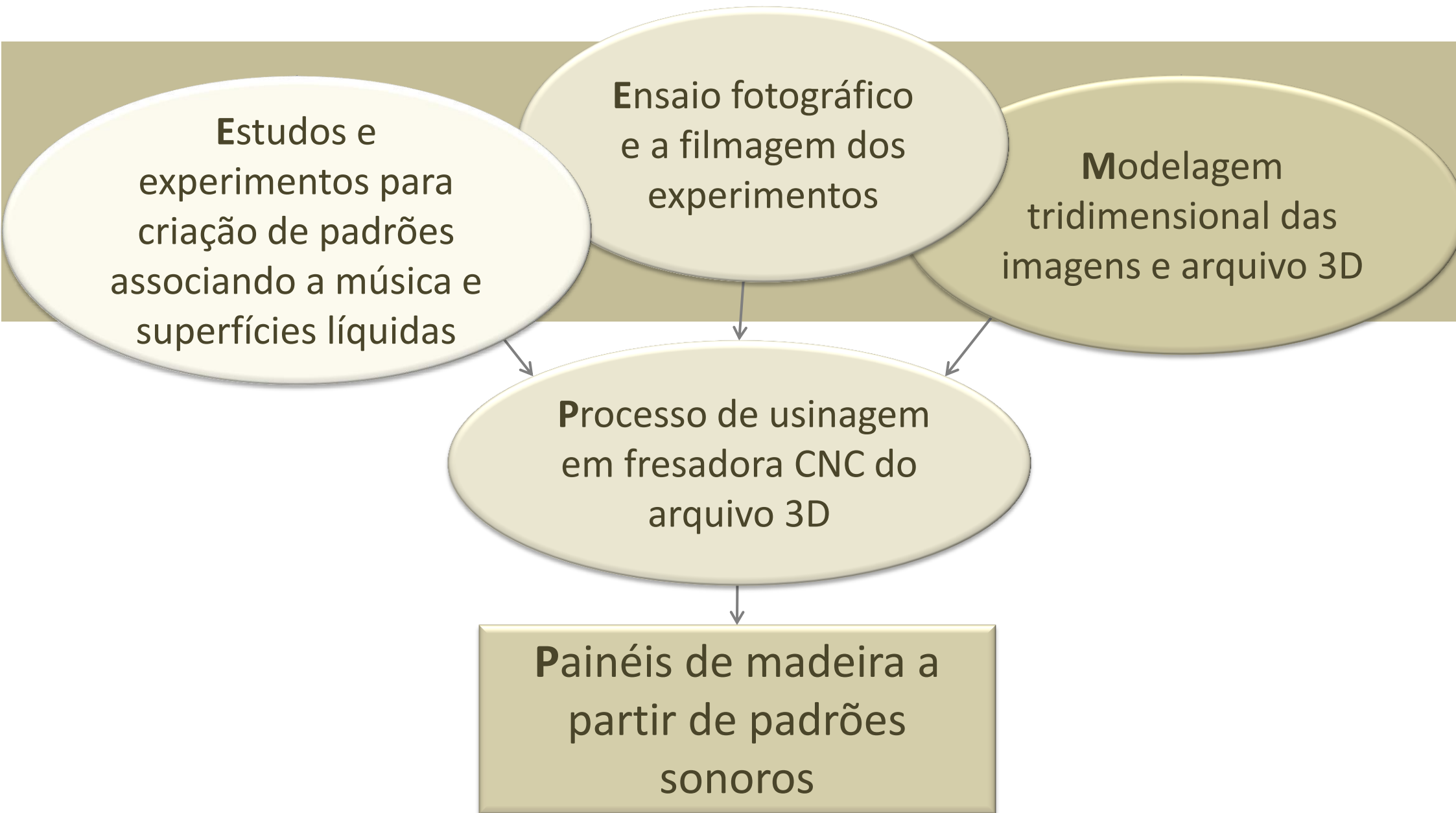
## Projeto 6

# Kyma - Estudo de padrões sonoros em painéis de madeira



Designer /Pesquisadora:  
Gabriela Bassa

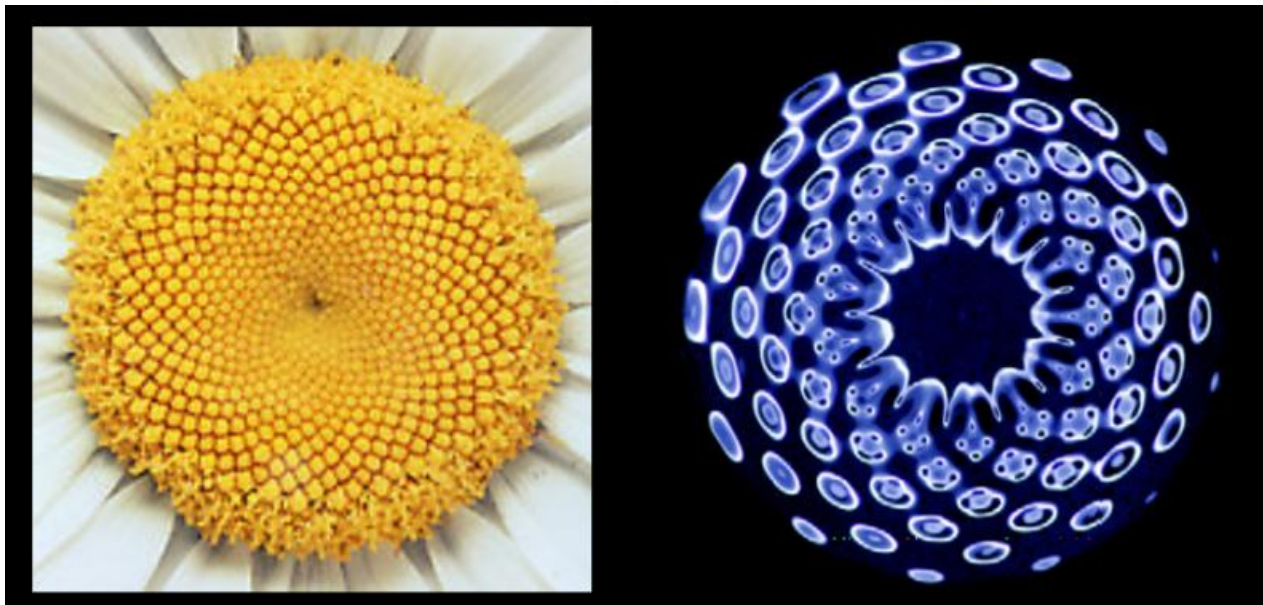
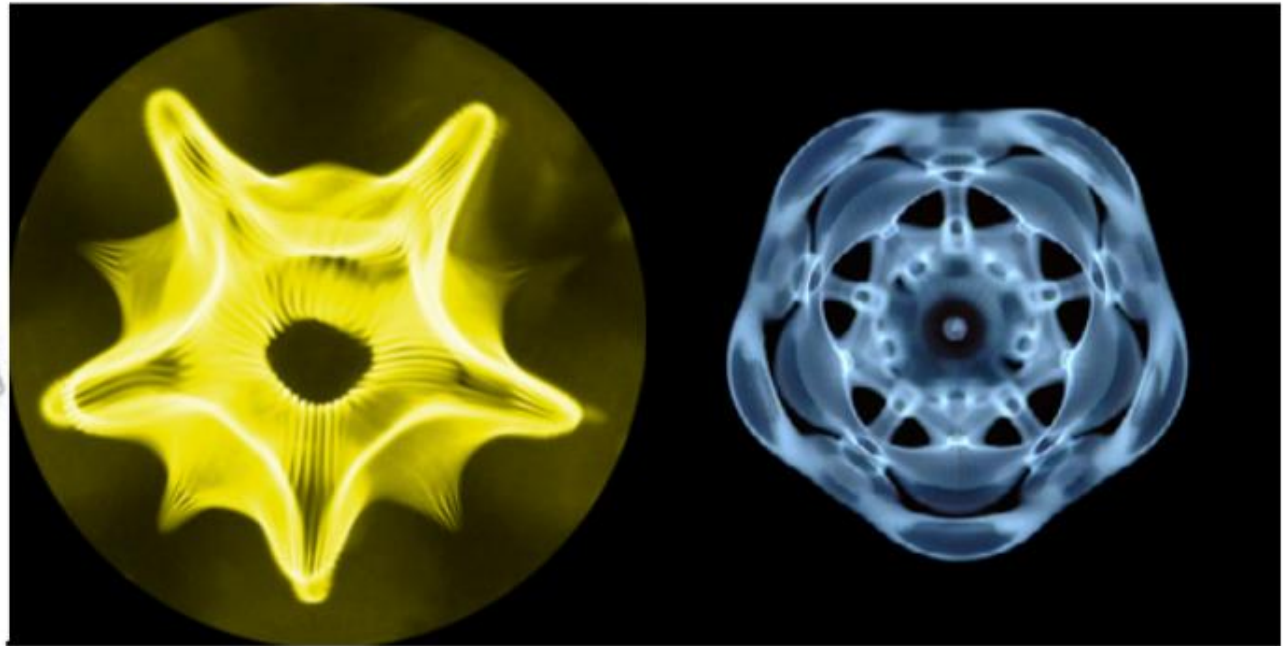
## Método projetivo e produtivo dos painéis de madeira



Kyma - Estudo de padrões sonoros em painéis de madeira

Estudos sobre a Cimática na natureza

Os padrões formados pelas geometrias da natureza.

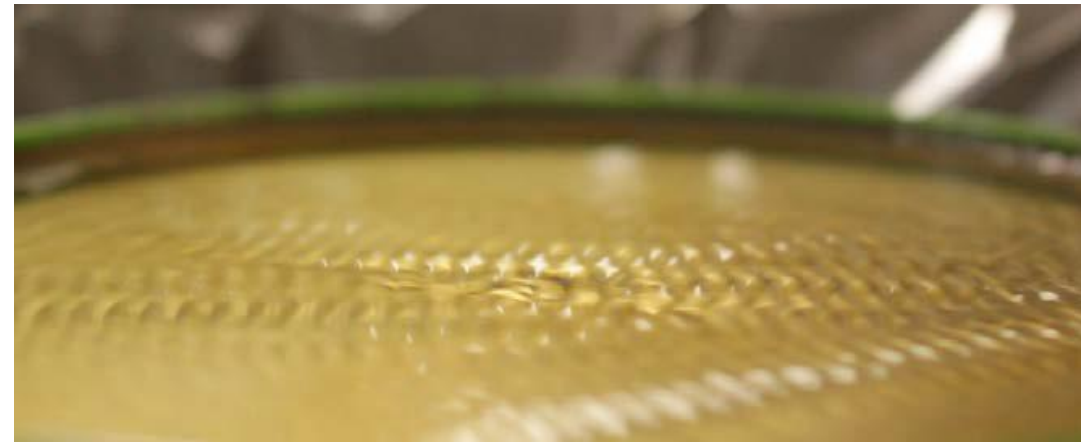
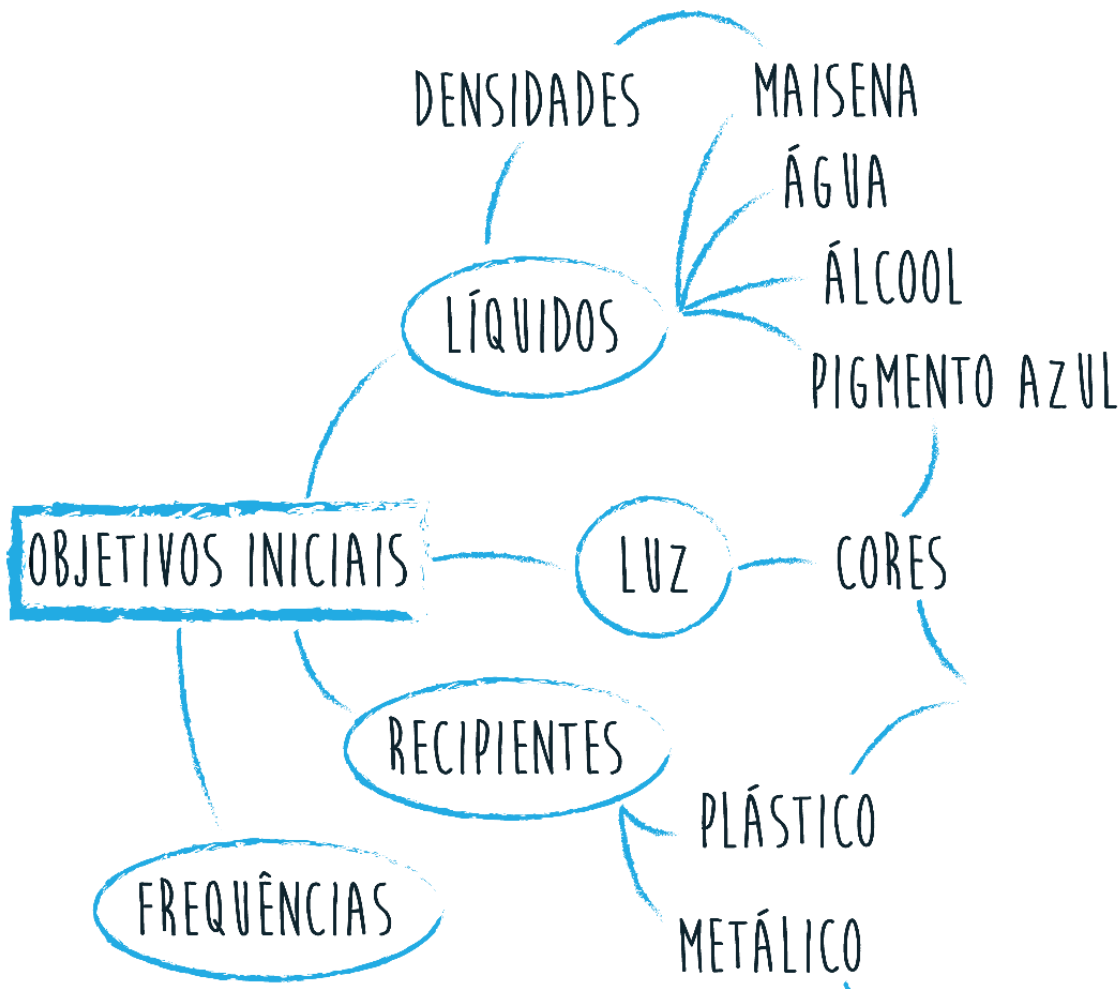




# Kyma - Estudo de padrões sonoros em painéis de madeira

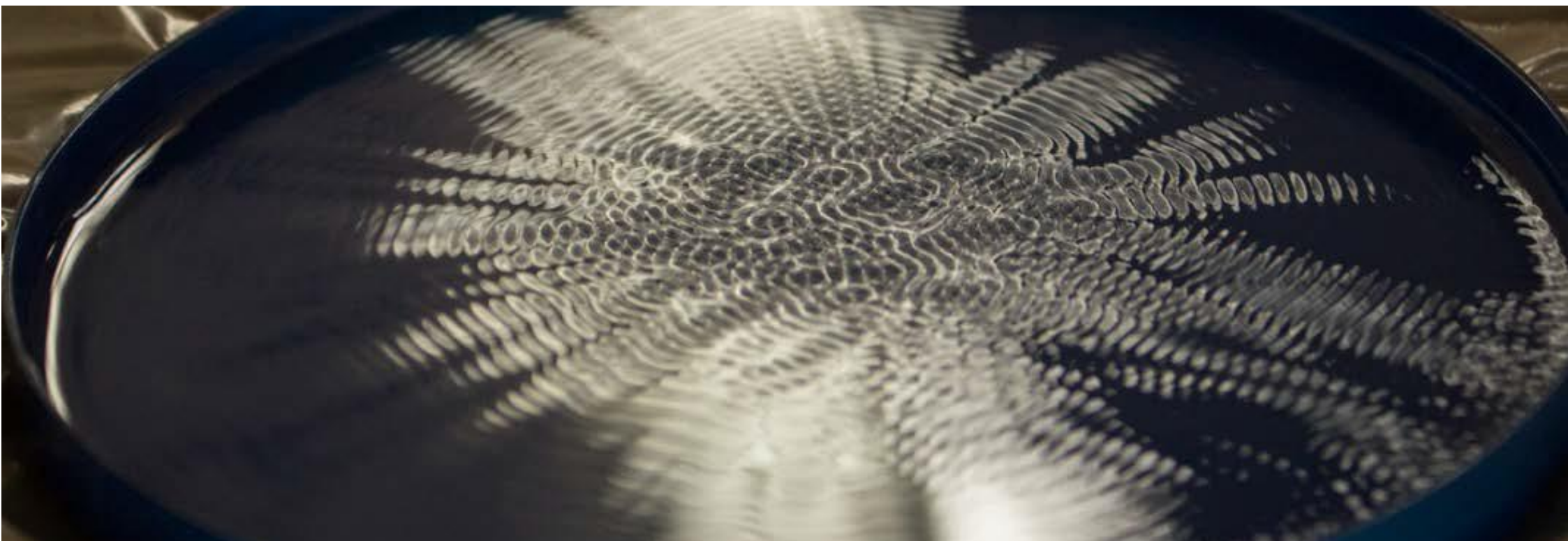
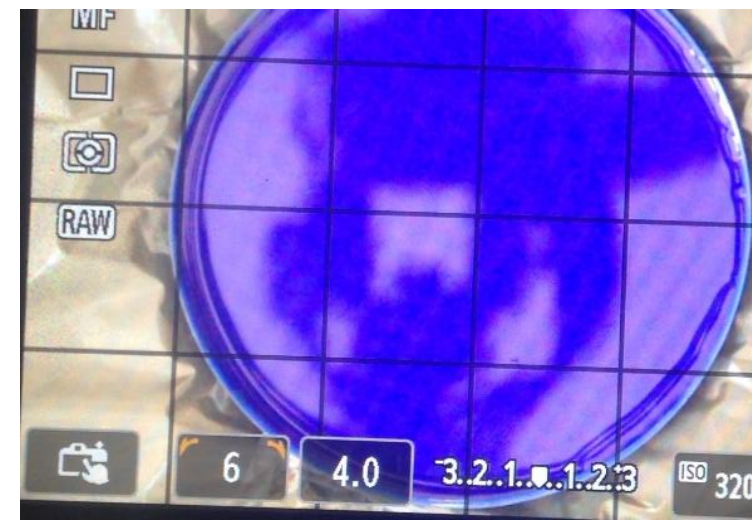
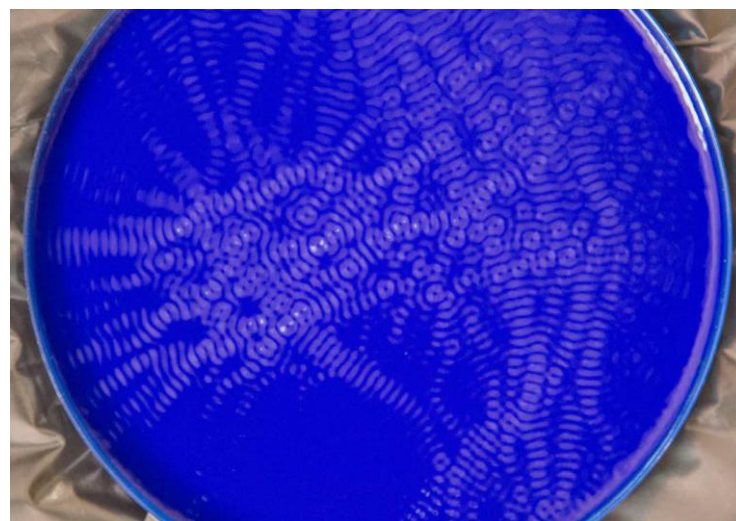
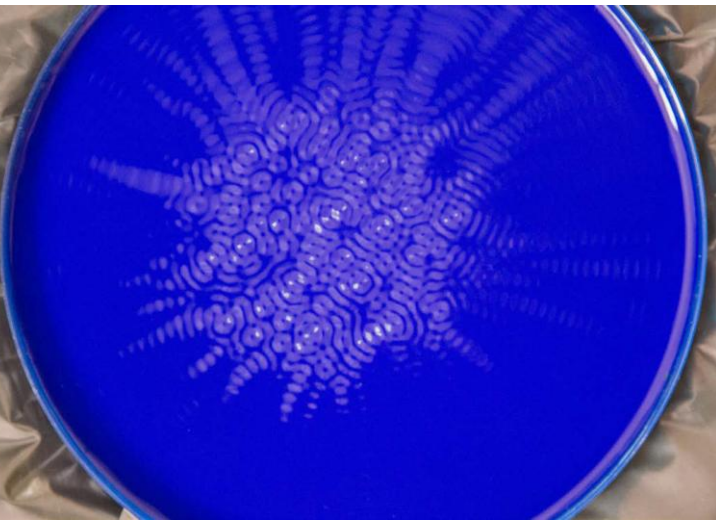
Os experimentos para criação de padrões associando a música e superfícies líquidas

- Recipientes circulares preenchidos com líquidos sobre uma caixa de som.



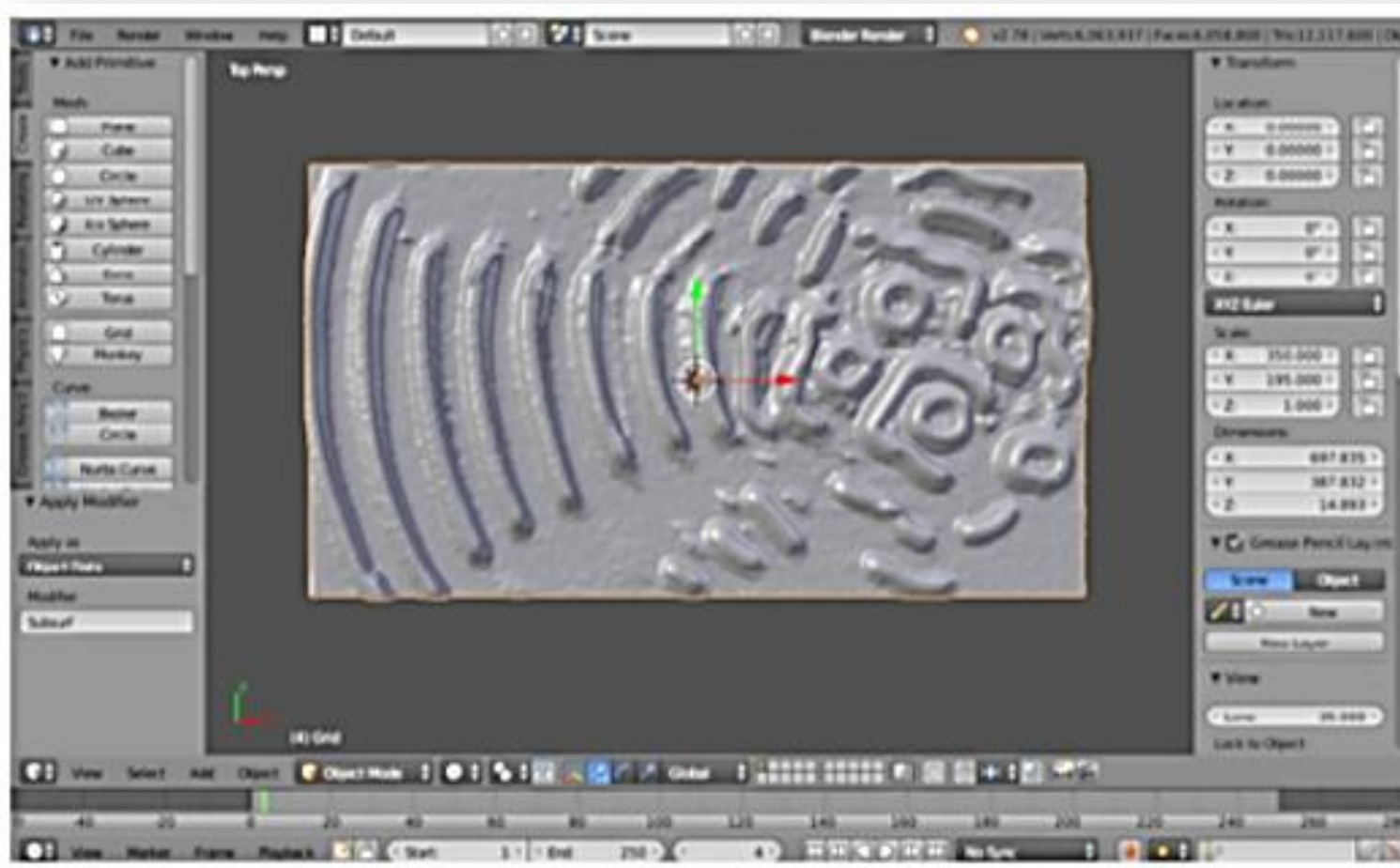
Kyma - Estudo de padrões sonoros em painéis de madeira

## Registro fotográfico resultado da experimentação



# Kyma - Estudo de padrões sonoros em painéis de madeira

## Modelagem tridimensional das imagens e preparação do arquivo 3D



Empregou-se o processo “Grayscale” (escala de cinza). Para a criação do relevo as áreas mais claras são consideradas pontos mais altos e as mais escuras são pontos mais baixos.

## Processo de usinagem em fresadora CNC



# Kyma - Estudo de padrões sonoros em painéis de madeira

## Painel 1



# Kyma - Estudo de padrões sonoros em painéis de madeira

## Painel 2



# Kyma - Estudo de padrões sonoros em painéis de madeira

## Painel 3





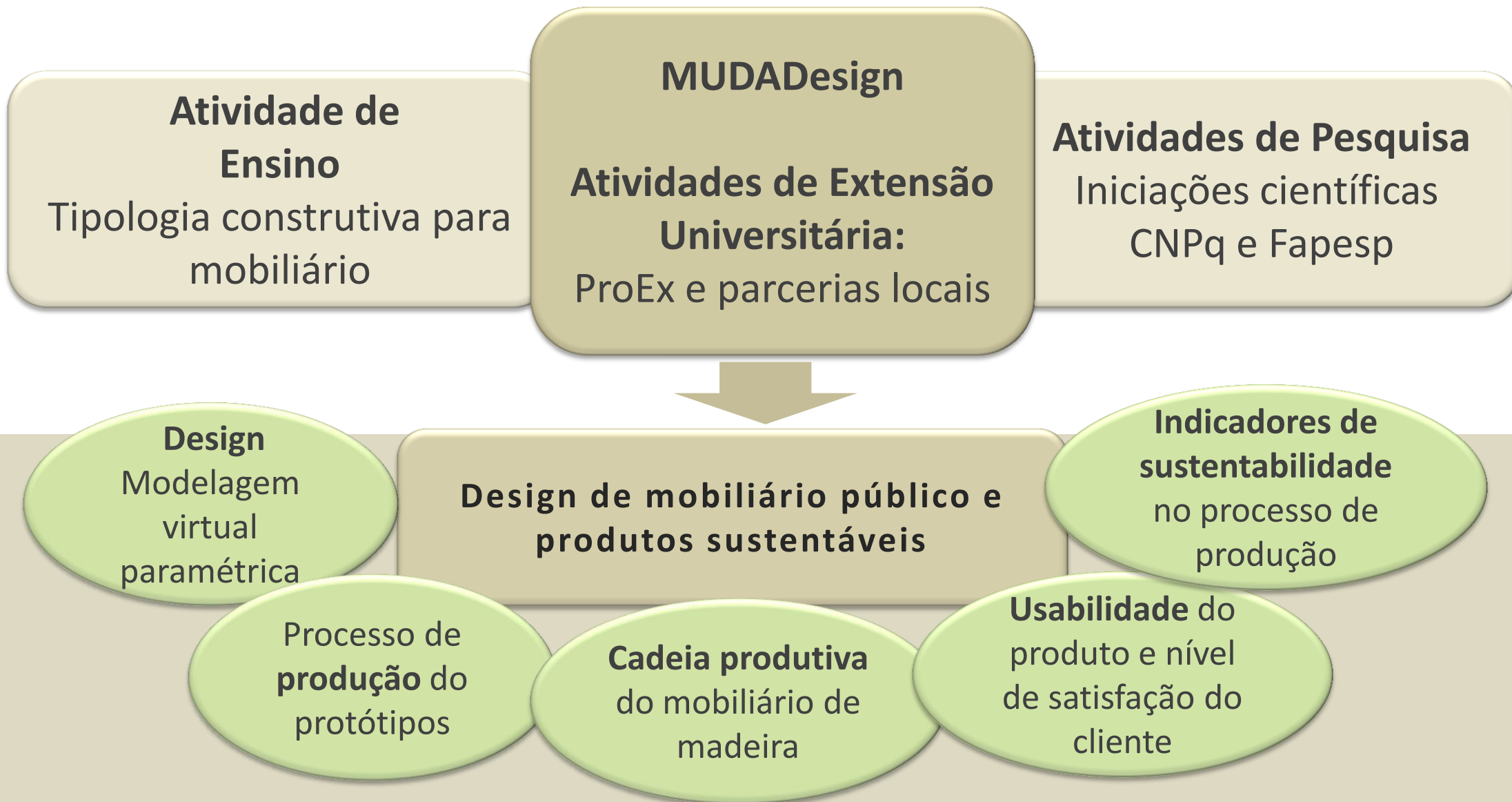
## **Projeto de extensão universitária MUDAdesign**

Mobiliários públicos com madeira e produtos sustentáveis



# Projeto de extensão universitária MUDADesign

## Mobiliários públicos com madeira e produtos sustentáveis



## Projeto 7

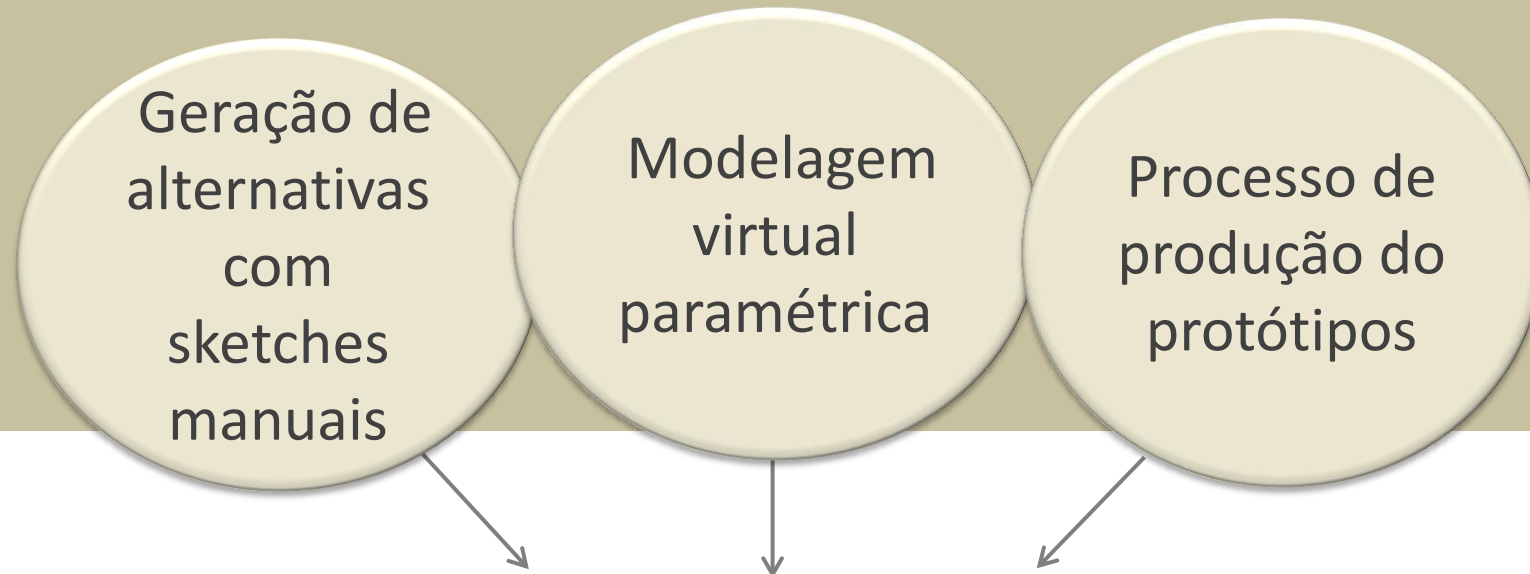
# Mobiliário público com costaneira: subproduto da madeira serrada de eucalipto



Designer /Pesquisador:  
Ingo Cescatto Germer  
FAPESP-Processo: 2014/04553-7

## Método projetivo e produtivo da linha de produtos

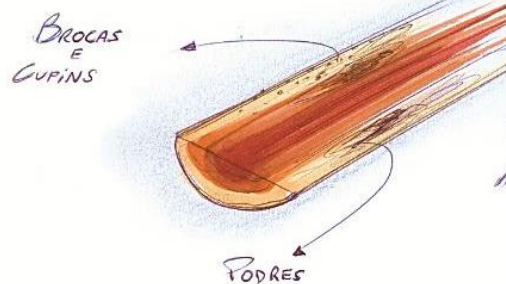
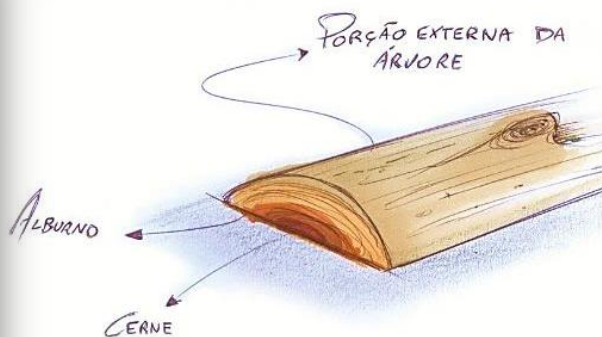
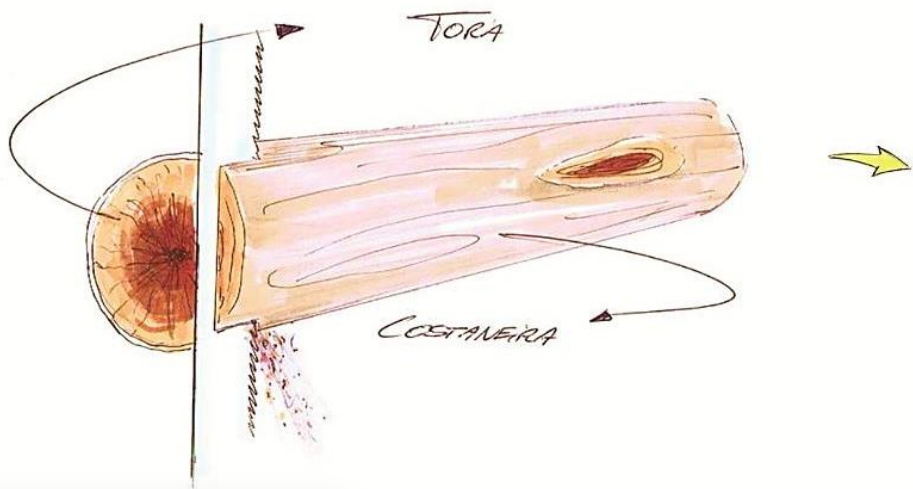
Processo integrado **concepção - projeto - produção**



**Design de mobiliário públicos com costaneira de madeira serrada de eucalipto**

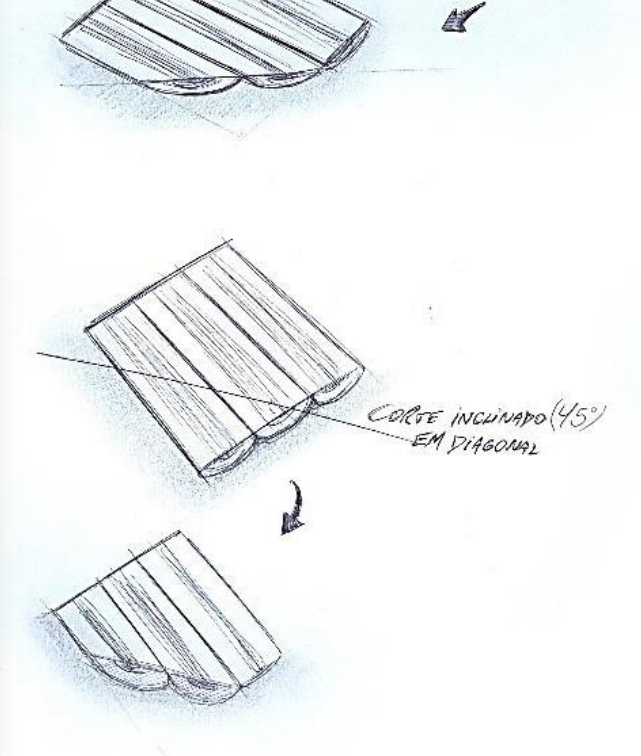
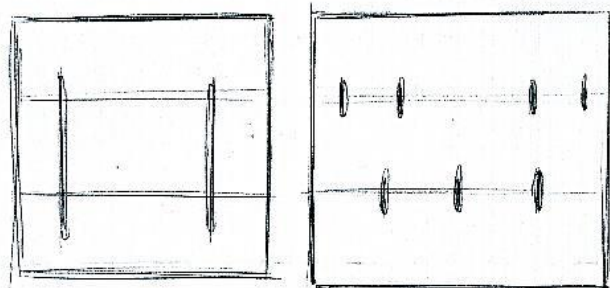
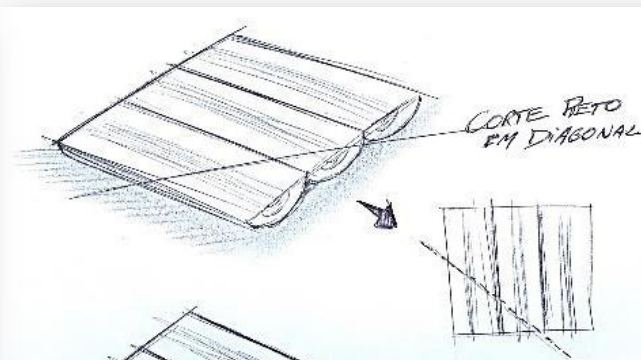
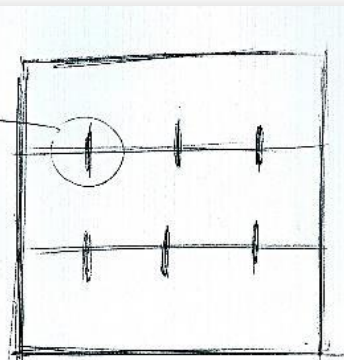
# Mobiliário público com costaneira

Processamento primário da madeira (Serraria)

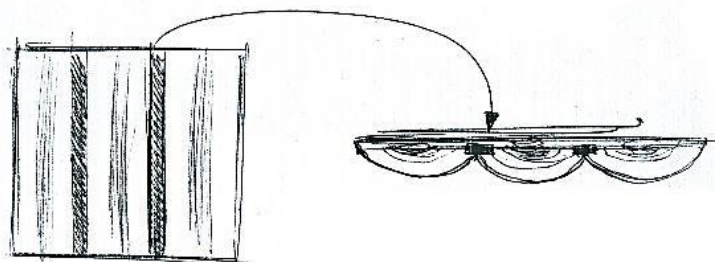


# Mobiliário público com costaneira

## Experimentação de encaixes e montagem de planos (Laboratório)

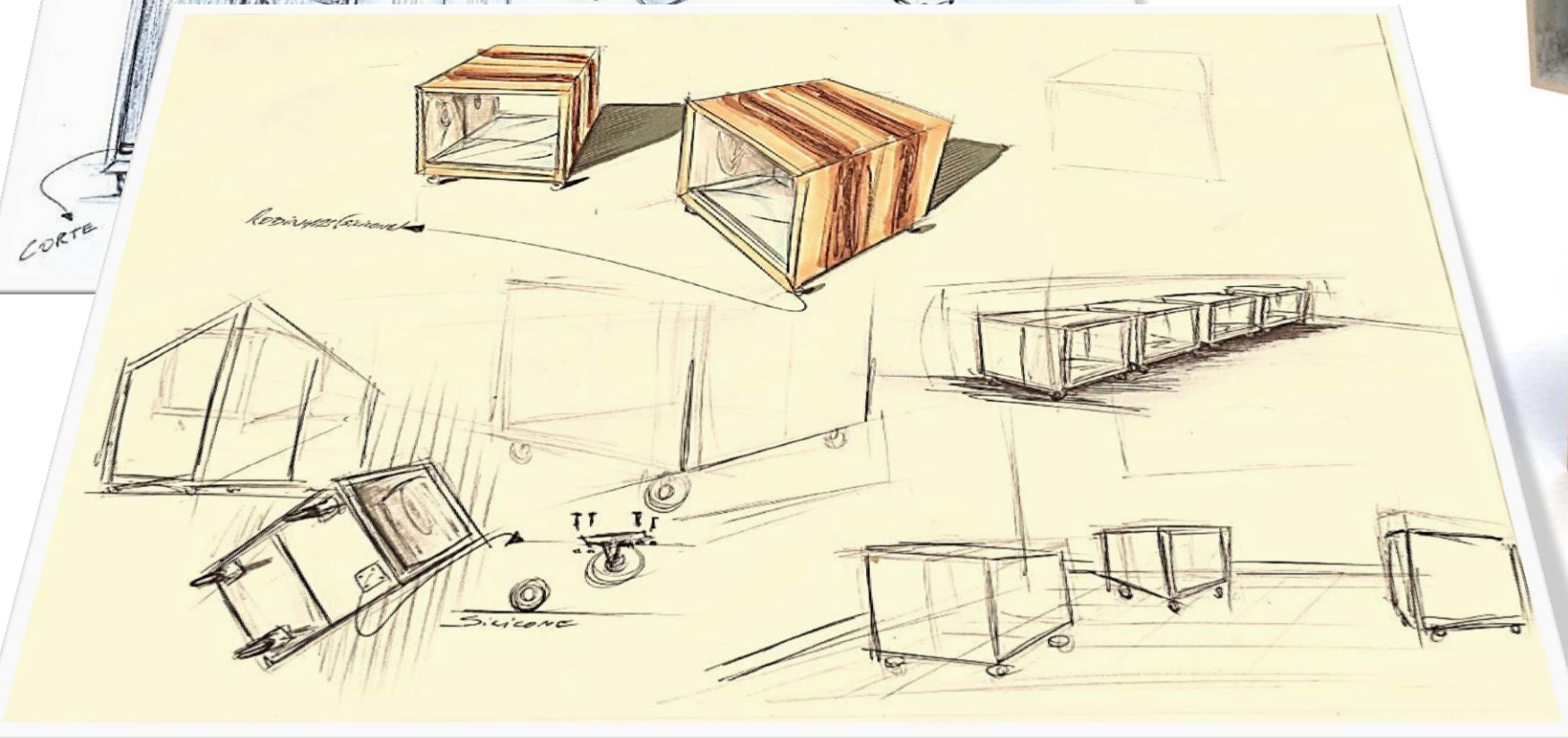
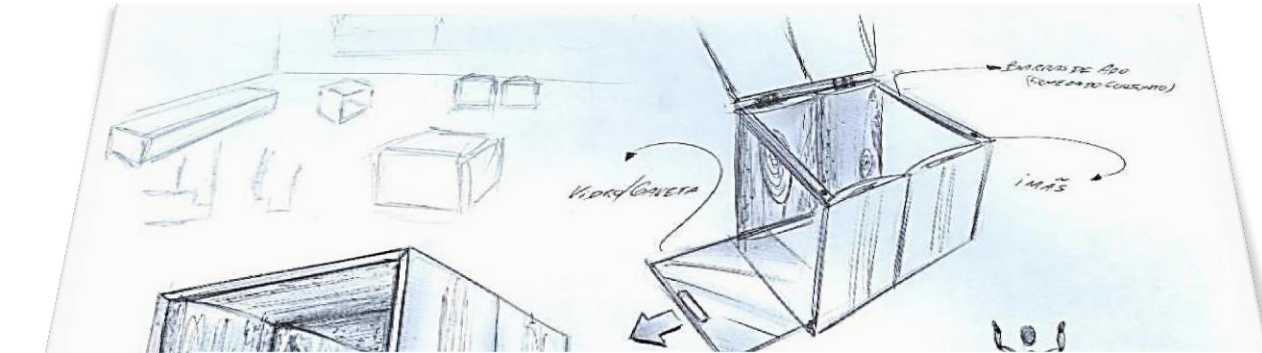


ALMA



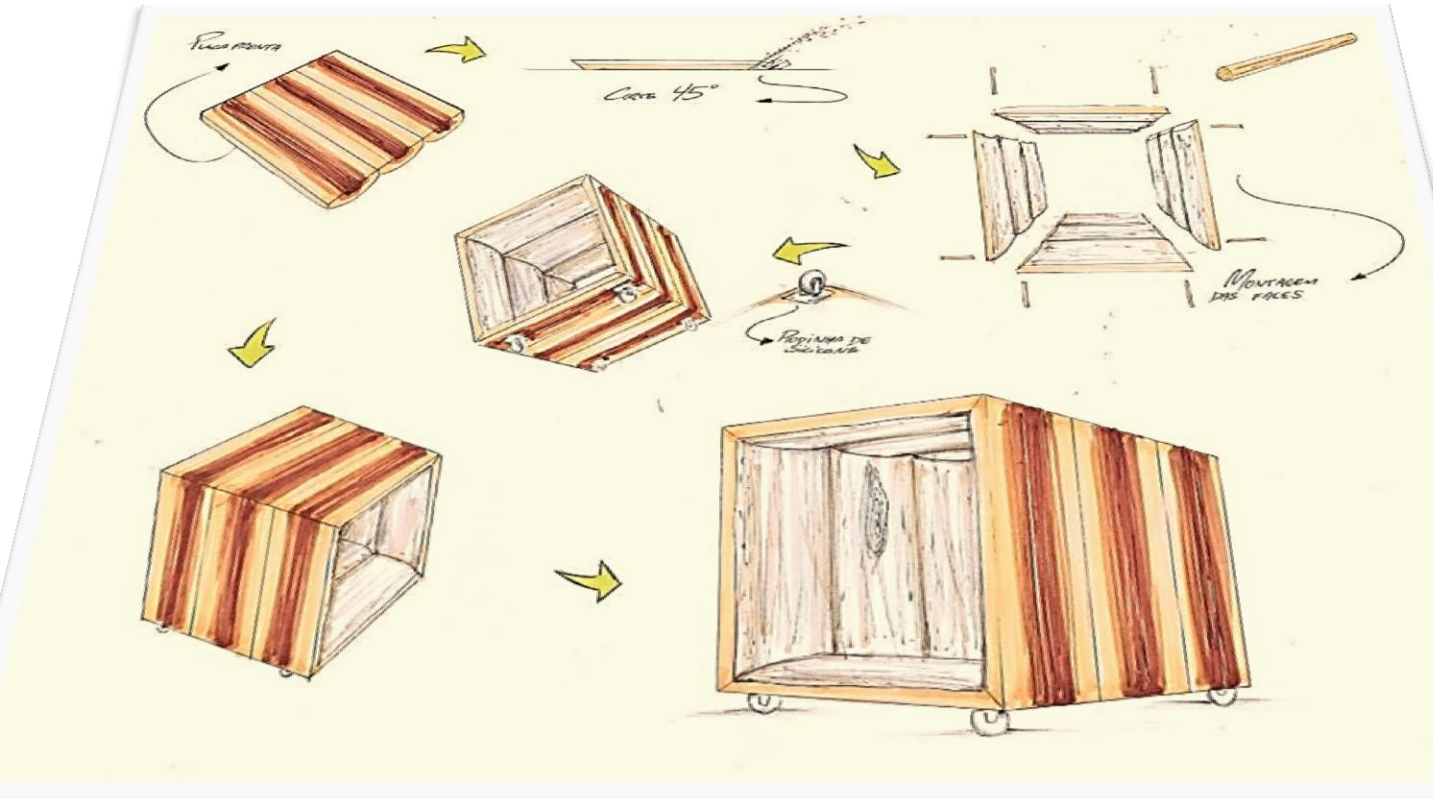
# Mobiliário público com costaneira

## Geração de alternativas com sketches manuais e modelagem 3D



# Mobiliário público com costaneira

## Cubo - Processo de produção do protótipo e registro com sketches

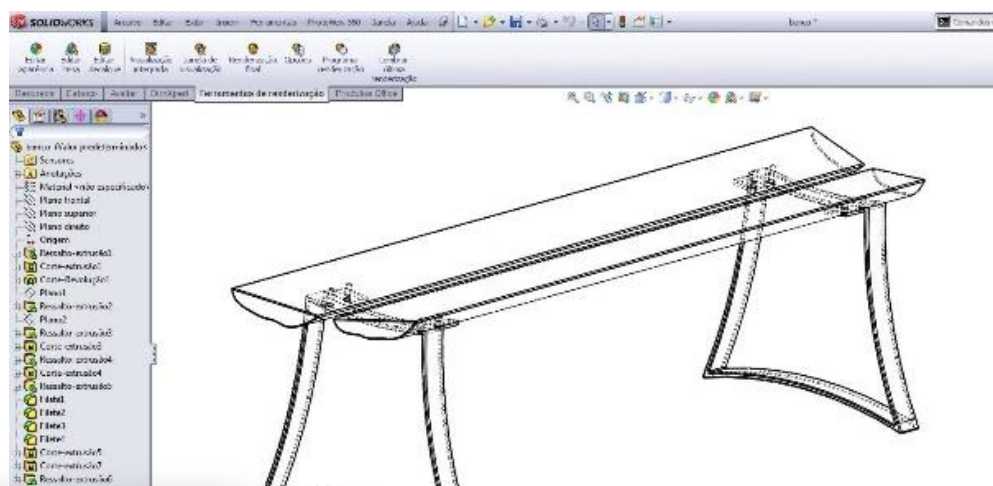


# Cubo - Protótipo finalizado

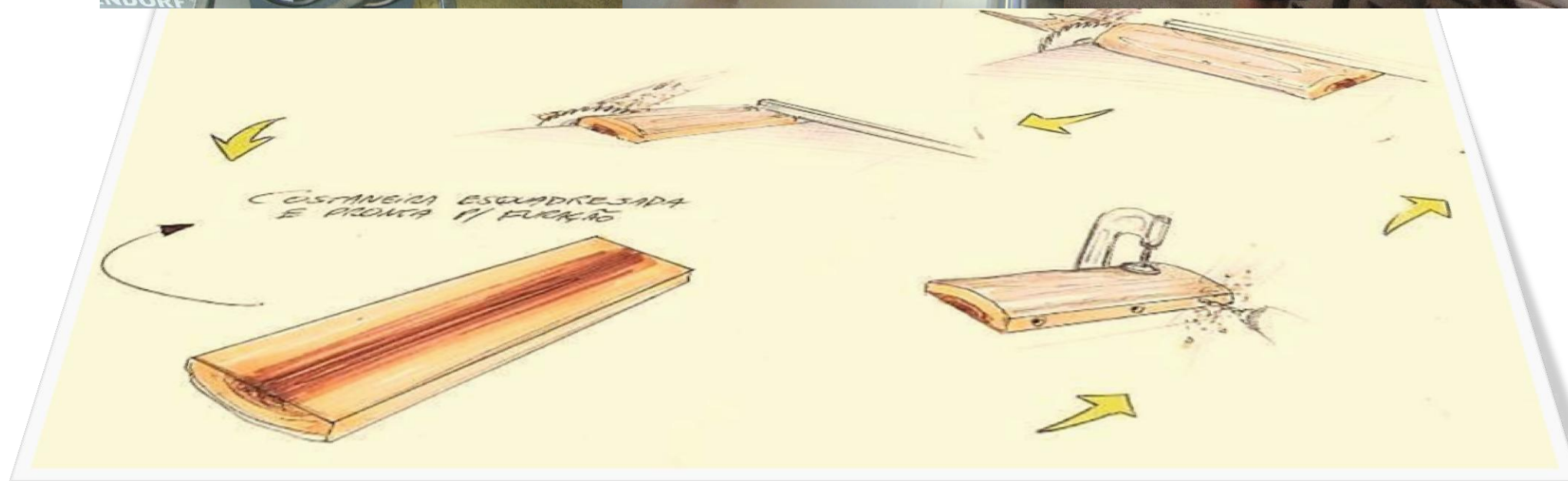




## Banco Costanola: Geração de alternativas com sketches manuais e modelagem 3D



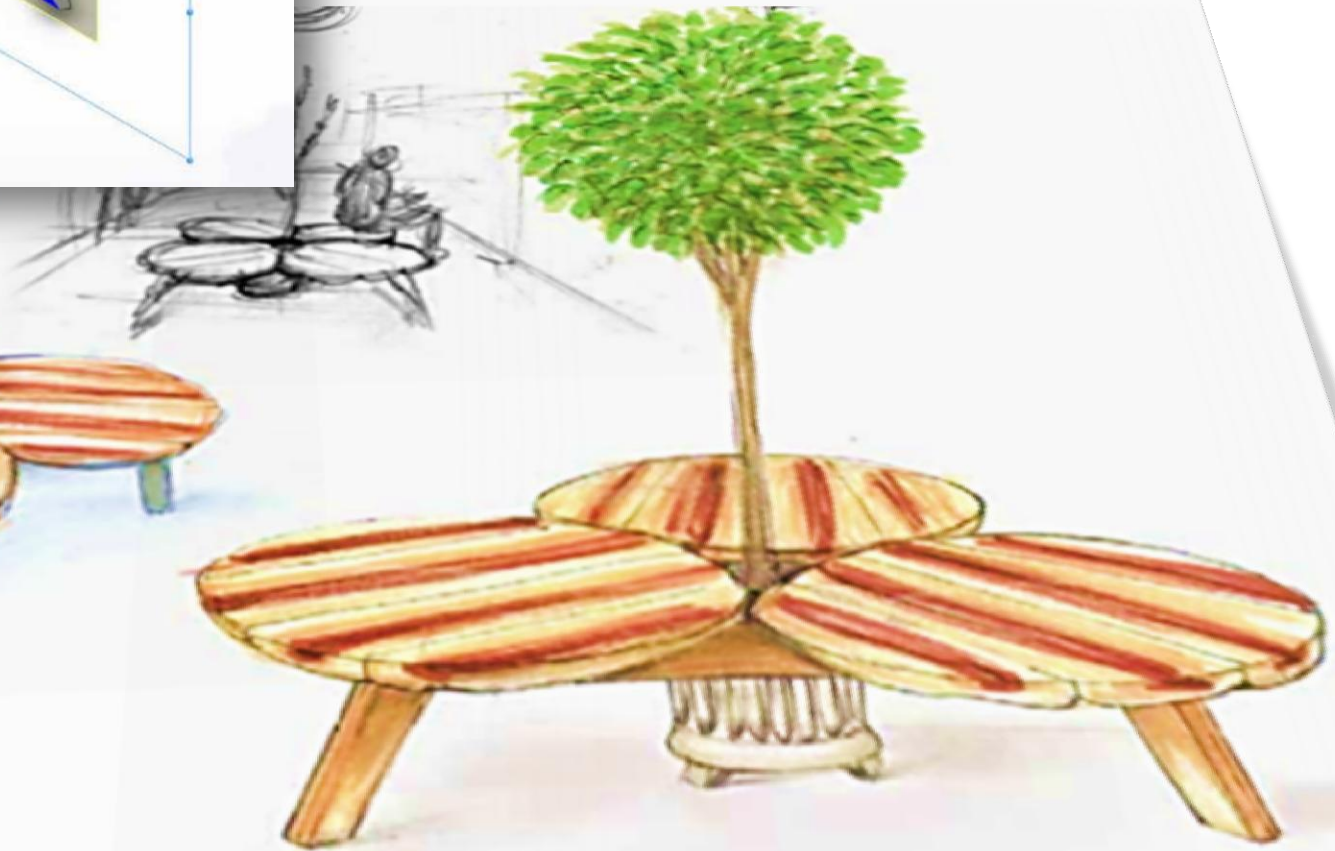
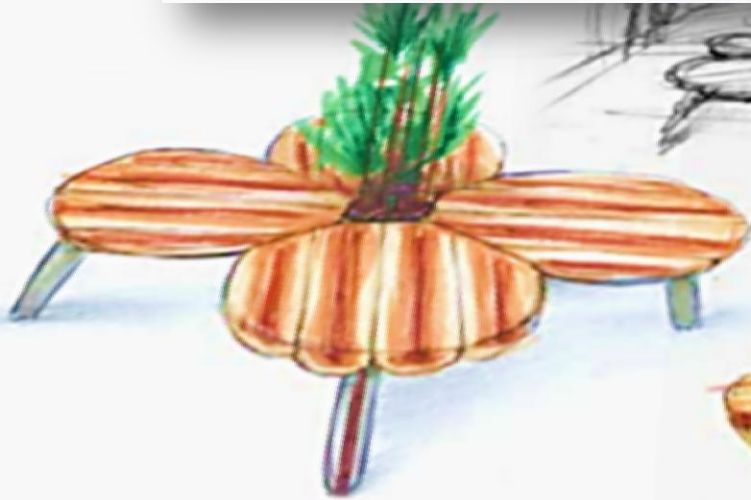
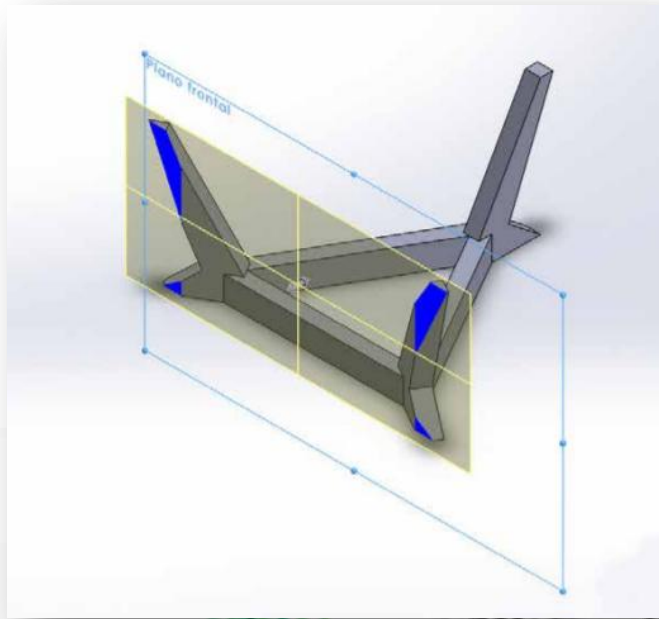
**Banco Costanola** - Processo de produção do protótipo e registro com sketches



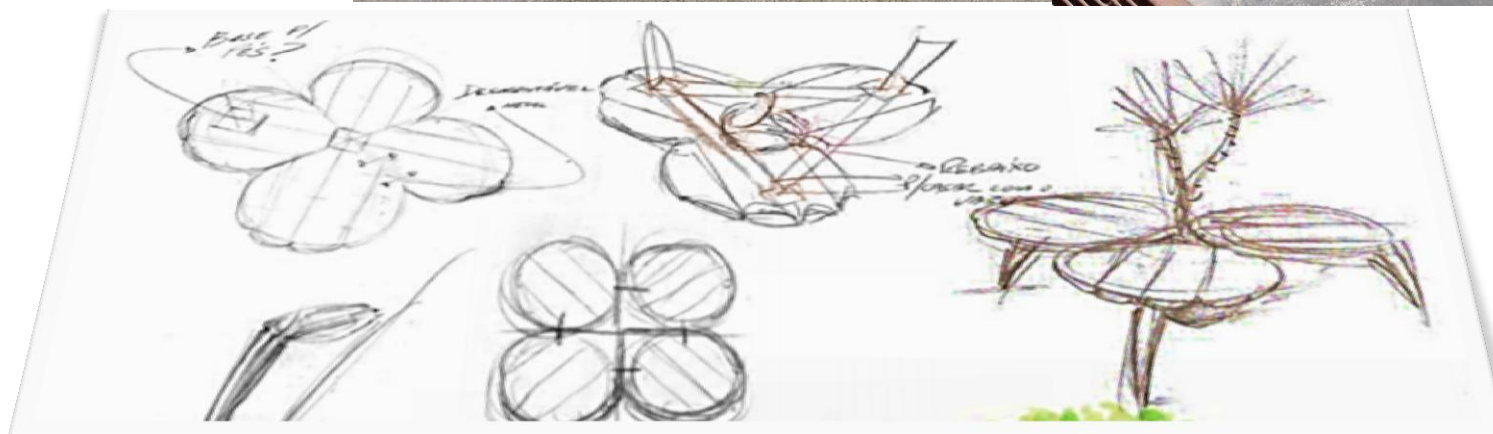
# Banco Costanola Protótipo finalizado



# Banco Vitória Régia: Geração de alternativas com sketches manuais e modelagem 3D



# Banco Vitória Régia - Processo de produção do protótipo e registro com sketches



# Banco Vitória Régia Protótipo finalizado



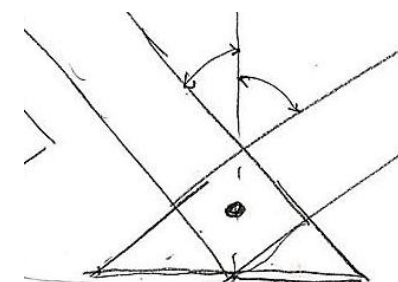
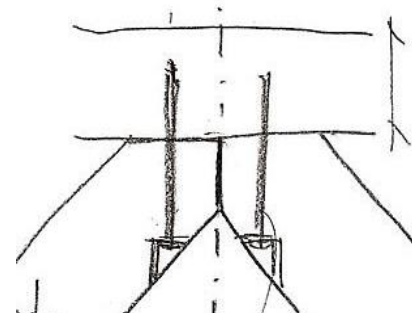
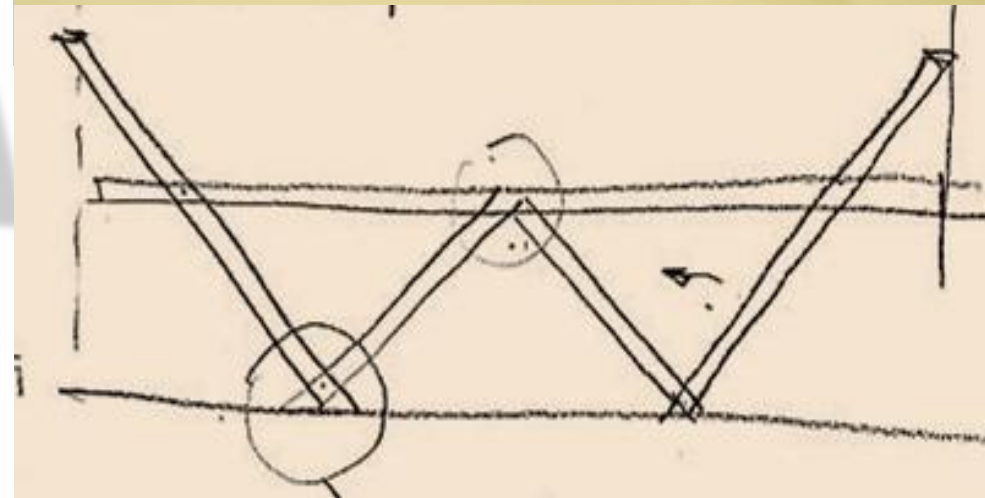
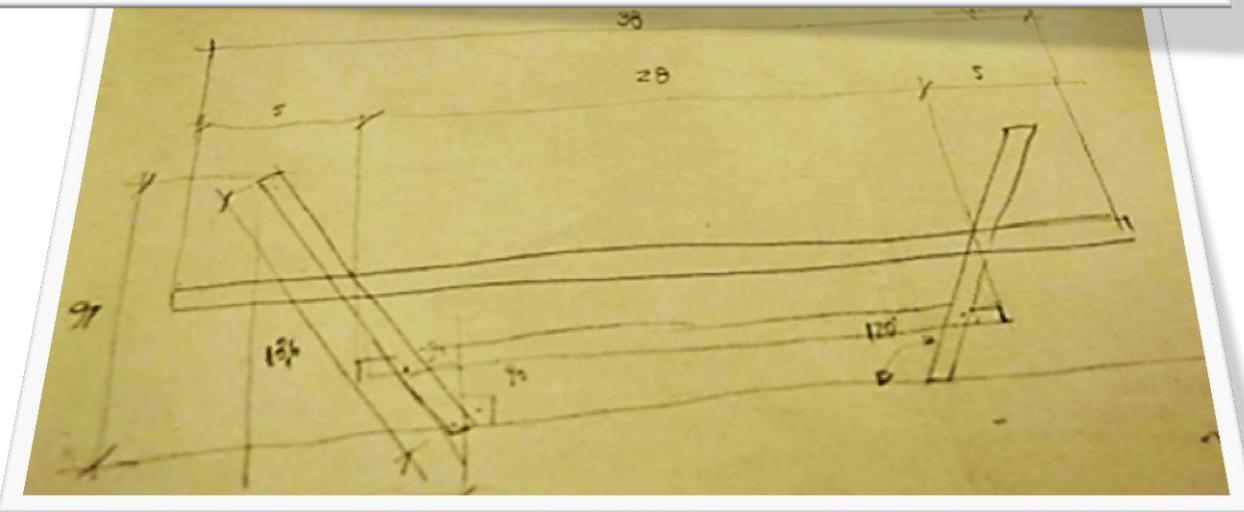
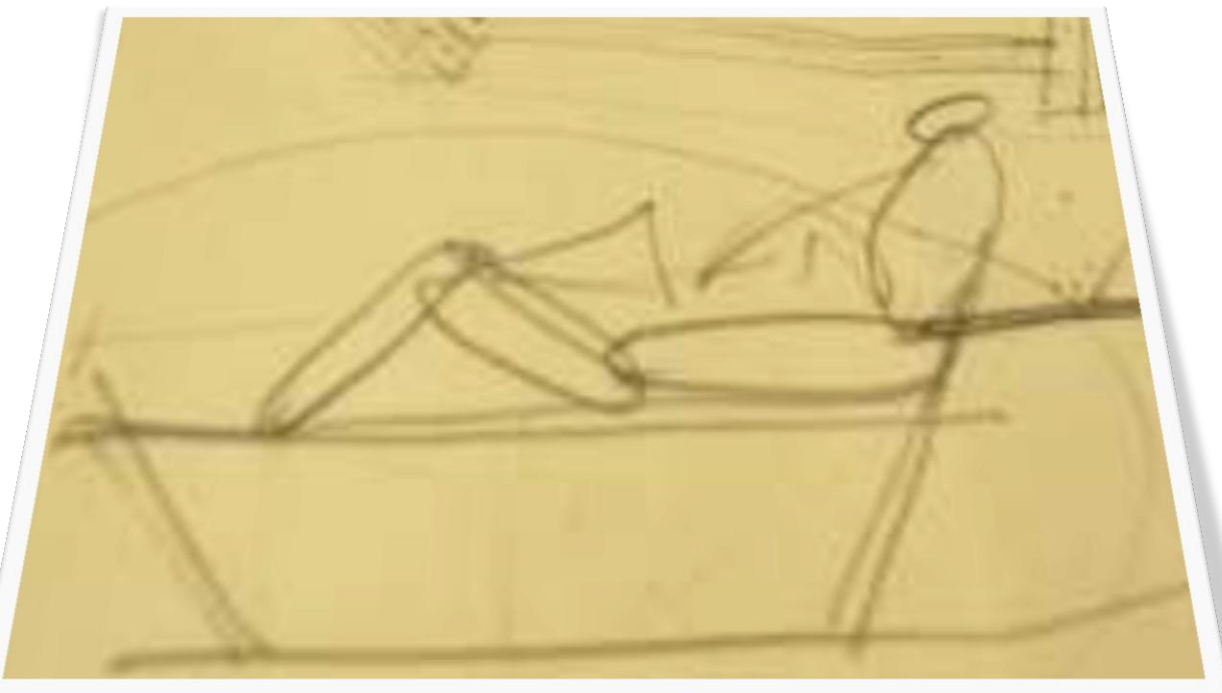
Projeto 8

# Mobiliário público com madeira serrada: A família W



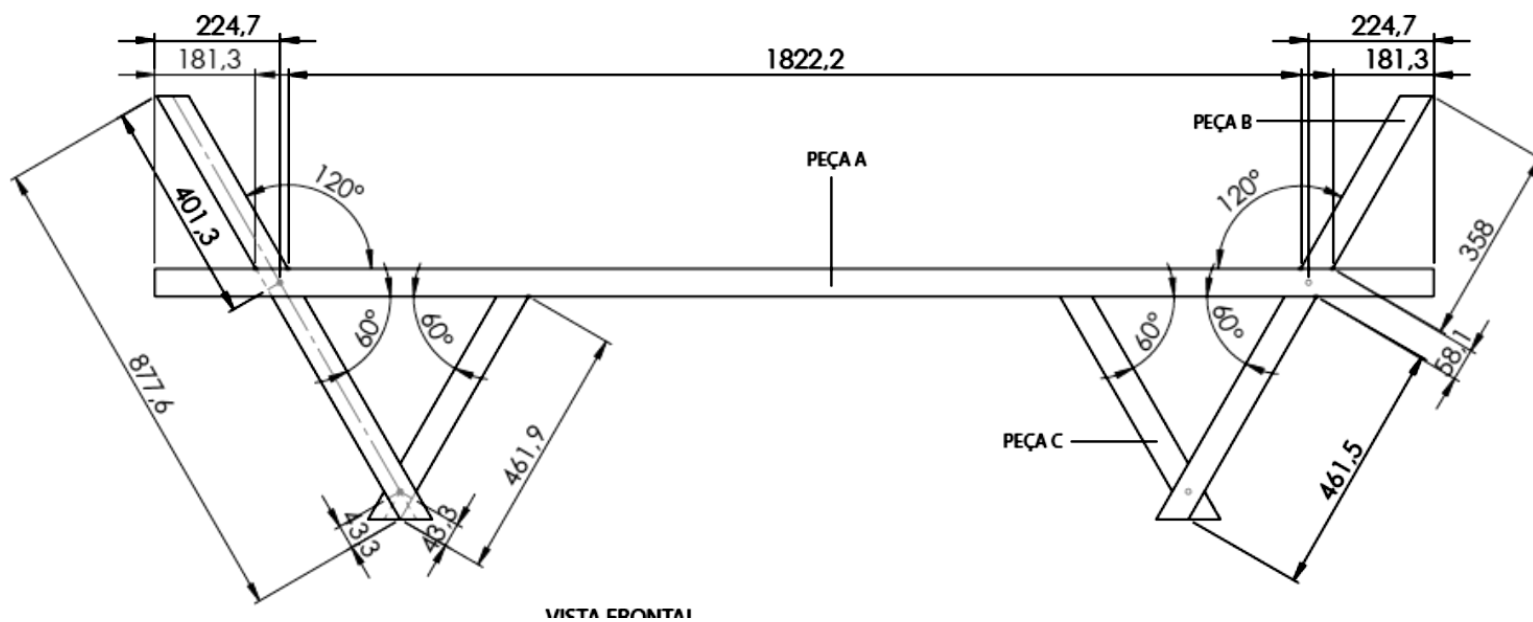
Produção coletiva Projeto MUDA design

# Mobiliário público com madeira serrada: A família W





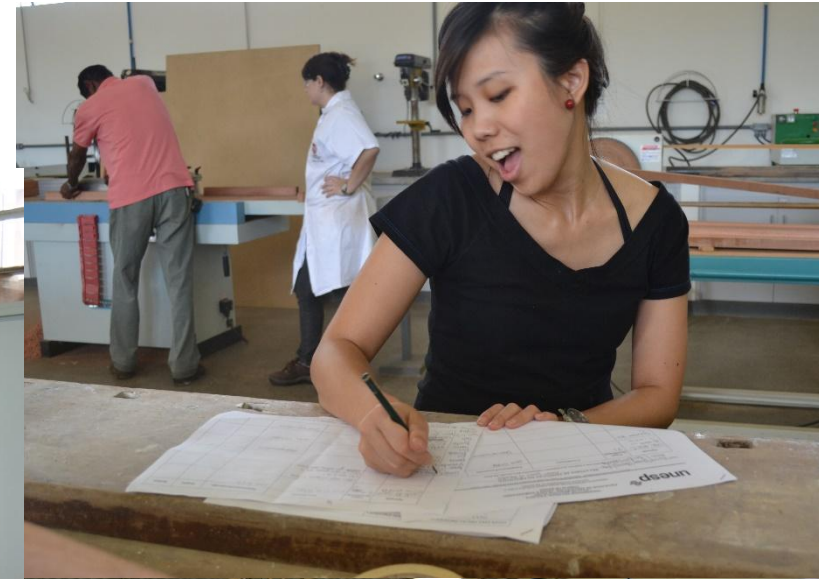
# Mobiliário público com madeira serrada: A família W



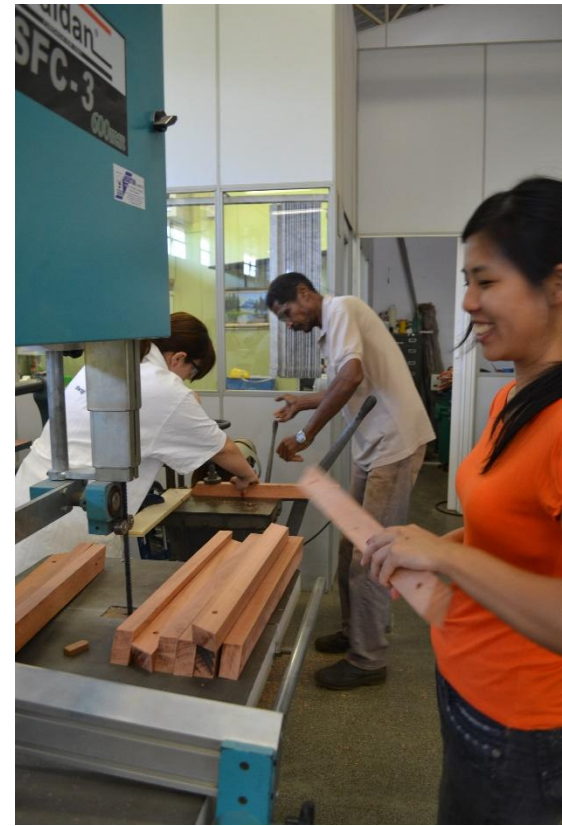
# Mobiliário público com madeira serrada: A família W



# Mobiliário público com madeira serrada: A família W



# Mobiliário público com madeira serrada: A família W



# Mobiliário público com madeira serrada: A família W



# Mobiliário público com madeira serrada: A família W



# Mobiliário público com madeira serrada: A família W



# Mobiliário público com madeira serrada: A família W





# Mobiliário público com madeira serrada: A família W



# Mobiliário público com madeira serrada: A família W



# Mobiliário público com madeira serrada: A família W







# Mobiliário público com madeira serrada: A família W



# Obrigado!



Prof. Dr. Tomás Queiroz Ferreira Barata  
[barata@faac.unesp.com.br](mailto:barata@faac.unesp.com.br)





# Projeto e produção do protótipo de mobiliário - Banco Leque



Projeto: Tomazela Botteon Natalia (estudante de Design - UNESP)

## Etapas de desenvolvimento de projeto e produção em laboratório:

- ✓ Pesquisa de similares para o desenvolvimento de projeto;
- ✓ Definição de diretrizes de produto;
- ✓ Processo projetivo do mobiliário
- ✓ Processo de produção em laboratório (LDMP);

# Projeto e produção do protótipo de mobiliário - Banco Leque

Pesquisa de similares para o desenvolvimento de projeto



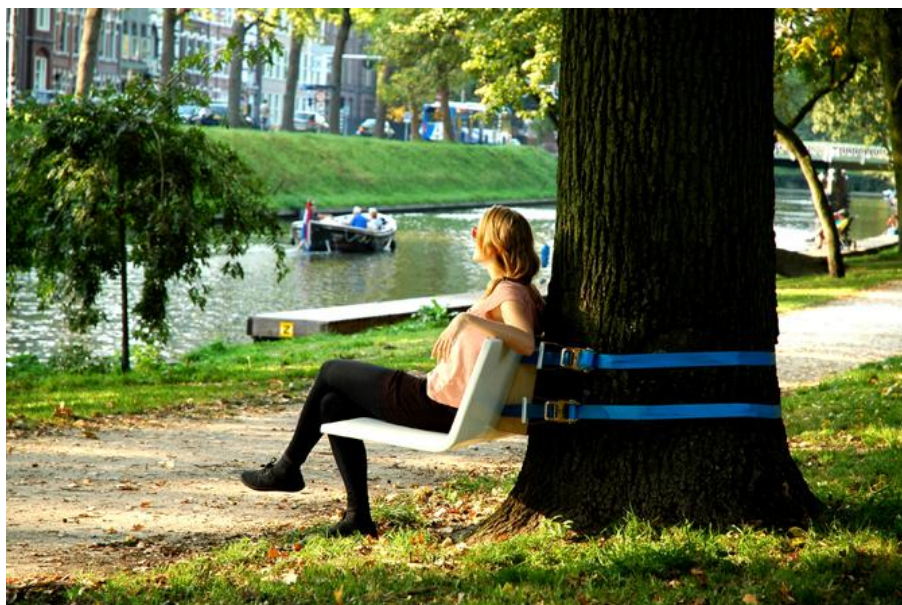
**Banco MONTSENY**

Fonte: ESI



**Banco TREMET**

Fonte: ESCOFET, acesso em: 11 abr 2015



**Banco Tre Bench - parque de Amersfoort**

Fonte: ANDEEBOOM .



**Banco LONGO**

Fonte: ESCOFET, acesso em: 11 abr 2015

# Projeto e produção do protótipo de mobiliário - Banco Leque

**Diretrizes** de projeto: materiais, produto e produção.

## Material

- Material de fonte renovável
- Material de origem local
- Utilização de poucos componentes no produto

## Produto

- Produto projetado para automontagem
- Produto de uso flexível e interativo
- Facilidade no desmembramento e/ou substituição de componentes

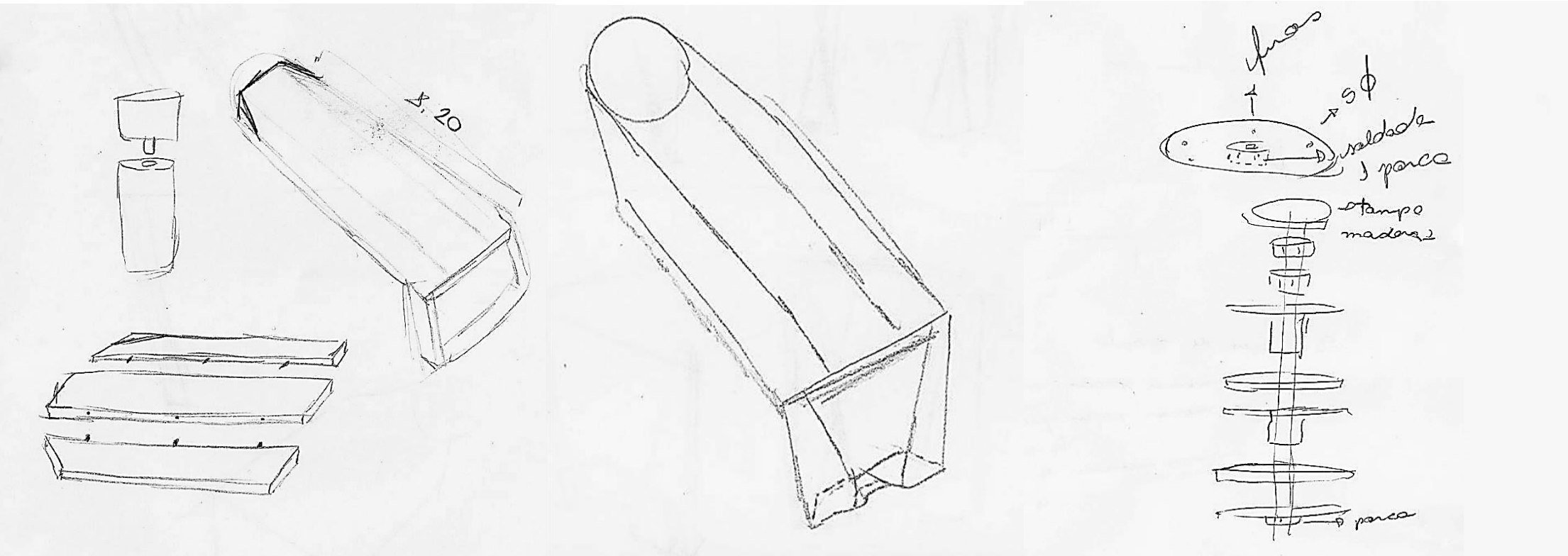
## Produção

- Montagem e/ou processo de produção de baixa energia.
- Produção com baixo consumo de energia
- Produção simples e de custos reduzidos

# Projeto e produção do protótipo de mobiliário - Banco Leque

## Processo projetivo do produto

Primeiros sketches



# Projeto e produção do protótipo de mobiliário - Banco Leque

Renders de estudo e detalhamento



# Projeto e produção do protótipo de mobiliário - Banco Leque

Renders finais



# Projeto e produção do protótipo de mobiliário - Banco Leque

Processo de produção em campo (EEB – IF) e em laboratório (LDMP - UNESP)

Seleção da madeira



Corte longitudinal



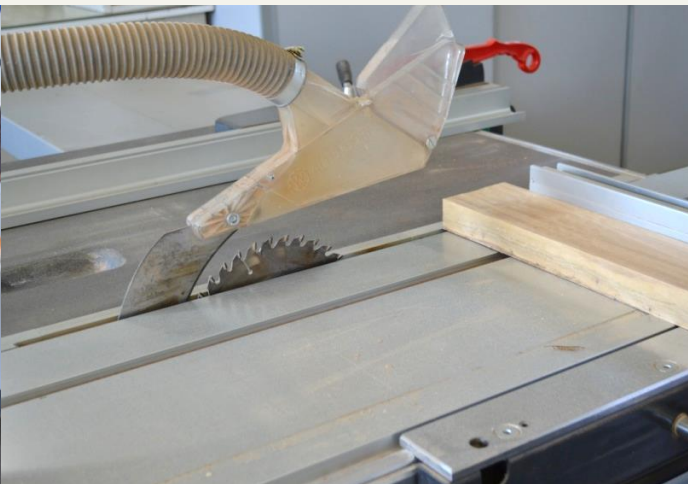
Desempeno



Desengrosso



Destopo



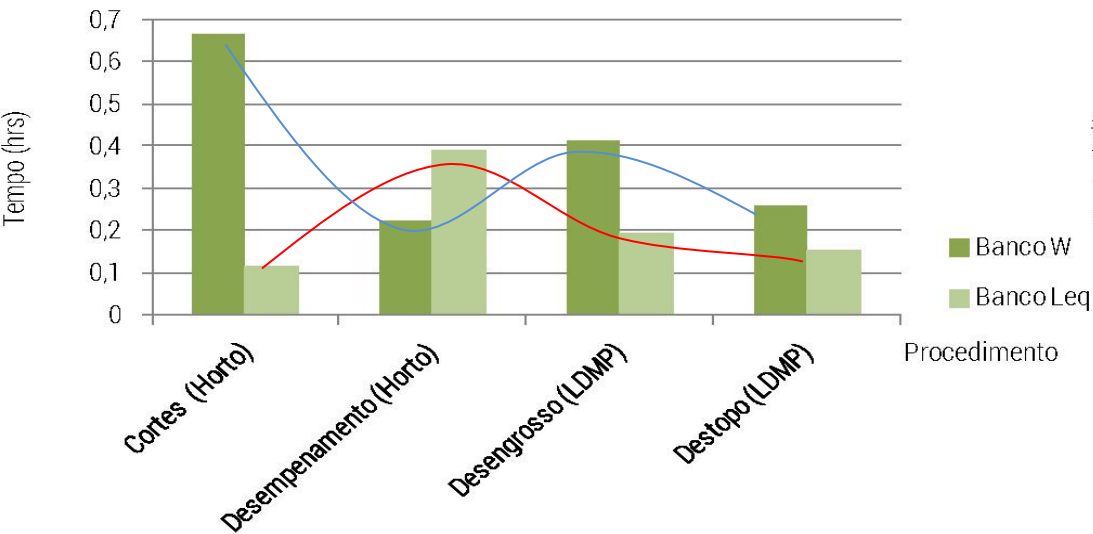
Furação



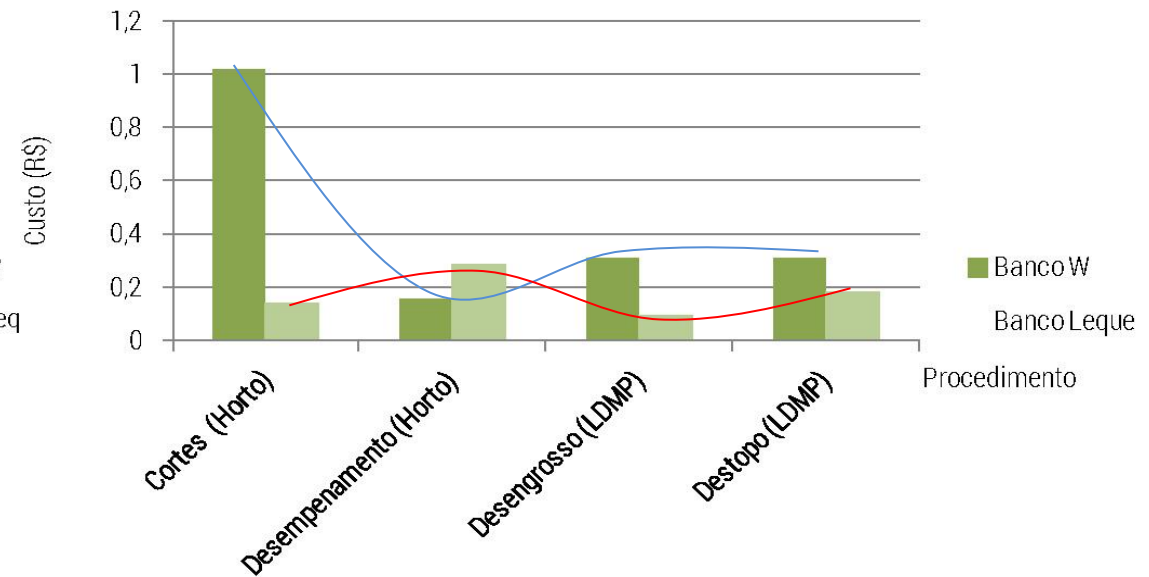
# Projeto e produção do protótipo de mobiliário - Banco Leque

Processo de produção em laboratório (LDMP)

Tempo x Procedimento



Custo x Procedimento





# Projeto e produção do protótipo de mobiliário - Banco Leque

Protótipo finalizado

