

Fonte: Arte bambu (2016)



Puerto Cayo (Ecuador)



Potencial do bambu para o desenvolvimento sustentável

Lisiane Ilha Librelotto



Estrutura da apresentação

- Sustentabilidade
- Usos em potencial
- Construções sustentáveis com bambu
- Técnicas construtivas com bambu (painéis, esterilhas, pisos, etc.)
- Construções Mistas
- Obras em geral
- Geodésicas

Sustentabilidade



“O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que **encontra as necessidades atuais** sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.” Comissão Brundtland. Relatório O Nosso Futuro Comum. 1987

Possibilidades de uso

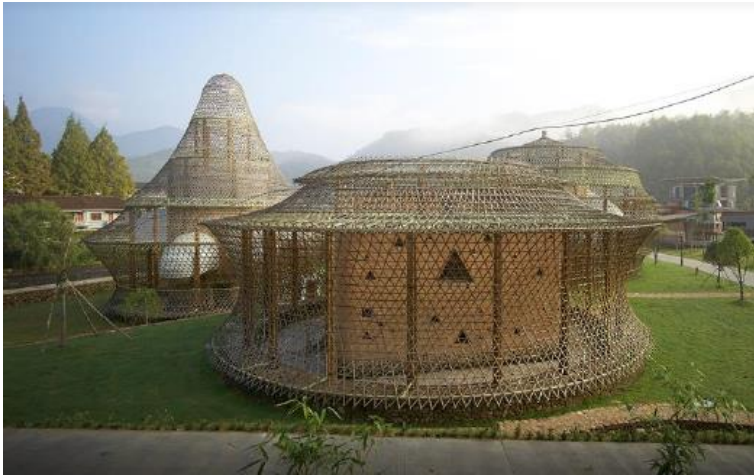


ME Rural - www.mfrural.com.br

Possibilidades de uso



Bienal de Arquitetura em Bambu 2016



Construções com Bambu



UFSC/PósARQ - Lisiane Ilha Librelotto

Construção Sustentável



O iiSBE Portugal (*International Initiative for a Sustainable Built Environment – Portugal*) (2011)

Construção Sustentável

O iiSBE Portugal / Agenda 21 para a Construção Sustentável em Países em desenvolvimento do CIB (Conselho Internacional da Construção)

Objetivos: economizar energia e água;
assegurar a salubridade dos edifícios;
maximizar a durabilidade dos edifícios;
planejar a conservação e a manutenção dos edifícios;
utilizar materiais eco-eficientes;
apresentar baixa massa de construção;
minimizar a produção de resíduos;
apresentar custos de ciclo de vida menos elevados do que a construção convencional;
garantir condições dignas de higiene e segurança nos trabalhos de construção

Construção sustentável com bambu

Depende:

- Do Projeto;
- Da Tecnologia incorporada ao projeto;
- Do Sistema construtivo – material, técnicas e processo construtivo.
- Da estrutura urbana onde está inserida;
- Do desempenho final.

Energia embutida das partes da edificação Modelo 1. Fonte: Tavares (.....)

PARTES DA EDIFICAÇÃO.	ETAPAS DO CICLO DE VIDA							TOTAL EE CVE
	EE Mat. Constr.	EE Transp.	EE Desp.	EE Transp. Desp.	TOTAL EE setor	EE manut. 50 anos	E Equip.	
Serv. Prel.	992,19	18,19	15,02	4,43	1029,83	0,00	873,41	1029,83
Estruturas	51367,81	3916,54	9452,16	2244,82	66981,32	0,00	19,31	66981,32
Alvenarias	54922,68	4586,30	10374,45	1614,83	71498,25	4081,20	6,12	75579,46
Esquadrias	15949,12	135,37	1303,07	33,93	17421,50	17421,50	0,00	34842,99
Cobertura	8711,45	595,57	1306,46	185,06	10798,53	7702,78	0,00	18501,32
Pisos	17430,24	4012,38	4162,48	2444,33	28049,43	6791,51	52,09	34840,94
Instalações	13541,42	171,62	3186,95	46,53	16946,51	12224,64	0,00	29171,15
Pintura	16949,74	34,30	2542,46	10,29	19536,80	78147,19	0,00	97683,99
Serv. Compl.	42628,04	5113,79	9276,79	2600,62	59619,24	27414,34	0,00	87033,58
TOTAL MJ	222492,68	18584,06	41619,83	9184,84	291881,42	153783,16	950,93	445664,58
TOTAL GJ / m²	3,53	0,29	0,66	0,15	4,63	2,44	0,02	7,07

MODELO 1 - EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR, BAIXA RENDA



Figura 5.4: Distribuição percentual de Energia por partes da edificação do Modelo 1

Tabela 3: Relação entre a energia de produção por unidade de tensão

MATERIAL	BAMBU	MADEIRA	CONCRETO	AÇO
MJ/m ³ /MPa	30	80	240	1500

Fonte: GHAVAMI, 1992, p.11.

Fonte: Oliveira (2006)

Necessidade de rever a forma como construímos?

No projeto,

Nas tecnologias incorporadas

Nos sistemas construtivos (materiais e técnicas)

Mater				
Madei				
Madeira laminada-colada	2,4	1200	n.i.	n.i.
Cimento	1,4	1750	260	n.i.
Concreto	0,3	700	25	n.i.
Tijolo	0,8	1360	140	n.i.
Aço	5,9	46000	1000	≅30
Plástico PVC	18,0	24700	1800	n.i.
Alumínio	52,0	141500	4200	≅120

Fonte: Oliveira (2008), adaptado de Ceotto.

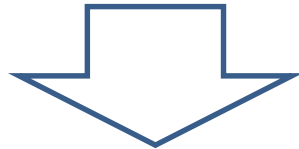
Novos materiais

+

Técnicas construtivas

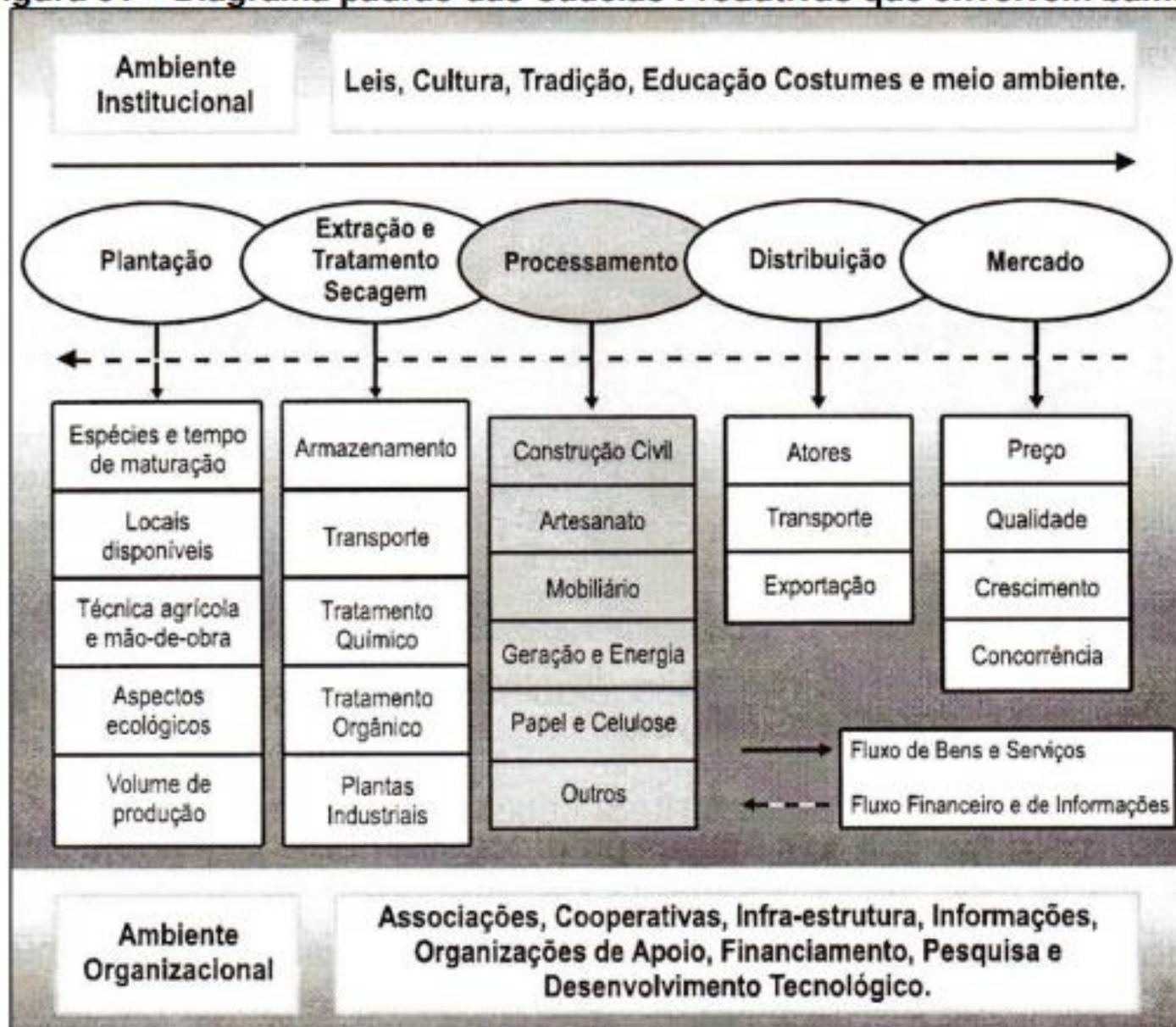
=

Sistemas construtivos inovadores



Cadeia produtiva do bambu para construção de edificações

Figura 01 – Diagrama padrão das Cadeias Produtivas que envolvem bambu

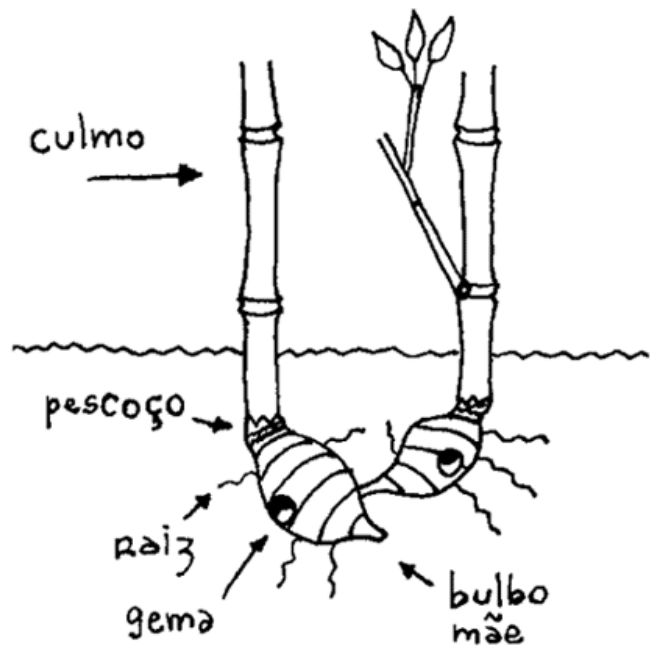


Fonte: Dantas.

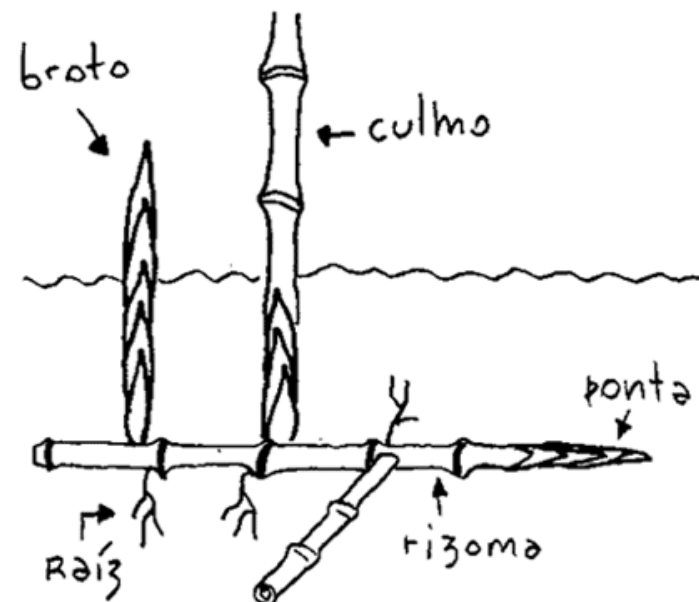
A CADEIA PRODUTIVA



Bambu Mosso - *Phyllostachys Pubescens*



Entouceirantes



Alastrantes

CULTIVO, MANEJO E COLHEITA – práticas que executamos nos bambus do ARQ
CURA, TRATAMENTO e SECAGEM





AUTOCLAVE



Tratamento usando Tanino
Maçarico



NOVOS MATERIAIS (TRANSFORMAÇÃO E PROCESSAMENTO DO BAMBU)

Fonte: Moizés (2007)



lâminas



lascas



ripas



partículas

Tiras ou ripas – painéis de tiras - compensado de bambu, bambu laminado colado, e pisos de madeira /bambu

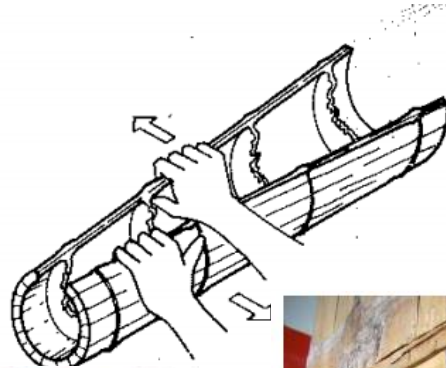
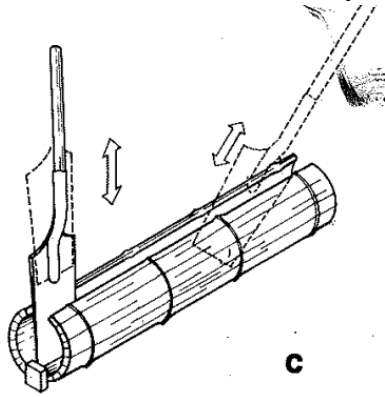
Lascas – compensados de bambu rasgado, placas de cortinas de bambu, placas de laminados Esteiras e cortinas de bambu

Painéis de partículas

Painéis ou chapas de bambu compostas - piso composto de madeira e bambu, chapa de lâminas de bambu e ripas de madeira, assoalho de bambu composto de madeira, chapas de partículas de bambu reforçado, bambu sobre chapas de partículas, compensado de bambu folheado com lâmina de madeira.

Materiais

Esterilhas – bambu planificado (López, 1981) ou painéis trançados Cardoso Jr.



BLC – Bambu Laminado Colado



Fonte: Salamon e Ostapiv (2016) - Material não publicado

Fásquias e calhas (com faca estrela ou outras técnicas – cruzetas e vergalhões que cortam o bambu longitudinalmente).





no porte

Bases em radier, pilares e vigas

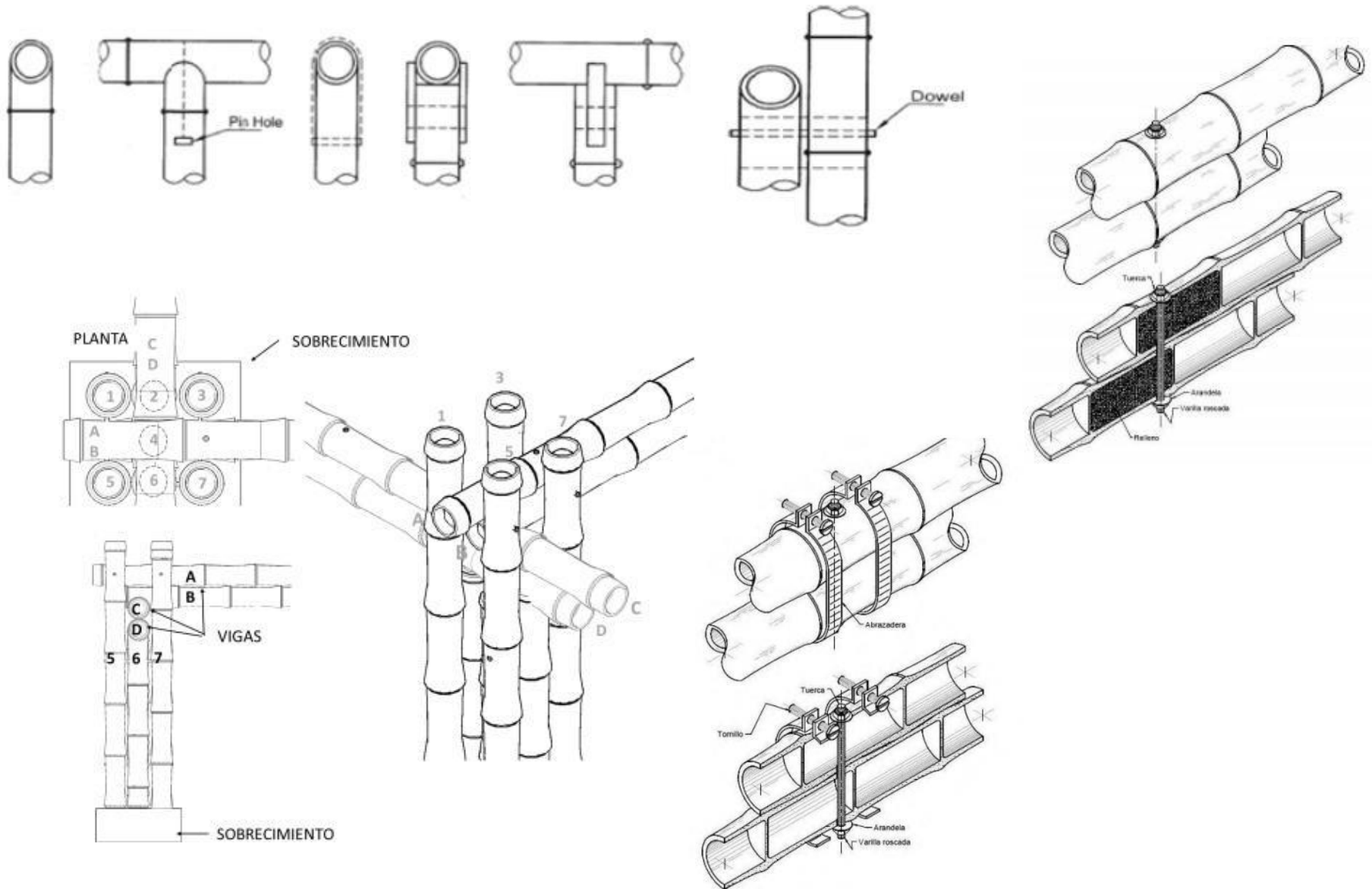
Sapatas

Estacas e blocos de fun



<https://arteybambu.wordpress.com/sistema-constructivo/>

Ligações





Fundações – construções de pequeno porte



Bases em radier, pilares e vigas
Sapatas
Estacas e blocos de fundação

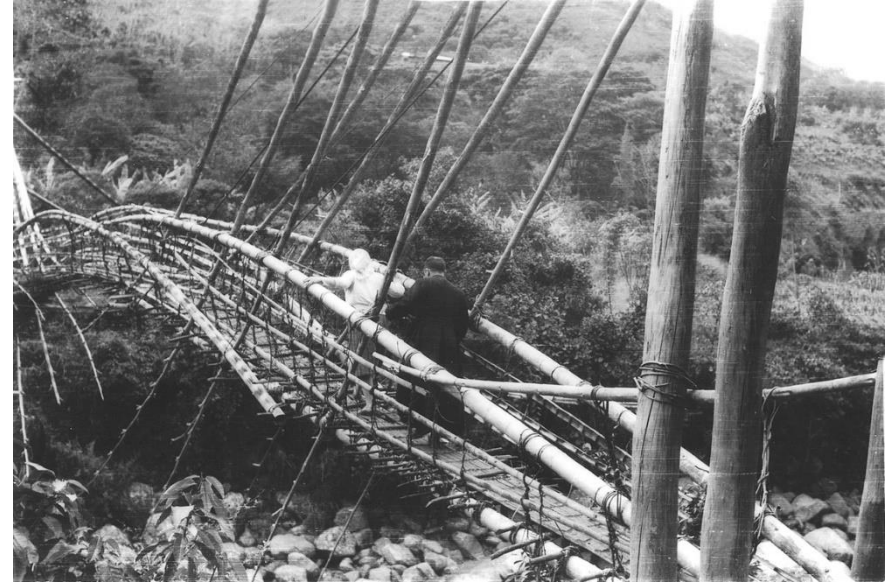


Estruturas (pilares, vigas e lajes)
Painéis Estruturais

Tração (MPa)	Compressão (MPa)	Flexão (MPa)	Cisalhamento (MPa)	Espécie
135	40	108	46	<i>Dendrocalamus giganteus</i>
285	28	89	6,6	<i>D. asper</i>
103	27	75	56	<i>Bambusa multiplex</i>
111	34	93	54	<i>B. tuldoides</i>
82	27	78	41	<i>B. vulgaris</i>
149	46	124	41	<i>B. vulgaris Schrad</i>
297	34	76	9,5	<i>B. arundinacea</i>
130	42	102	48	<i>Guadua superba</i>
237	29	82	8,0	<i>G. verticillata</i>
120	42	-	-	<i>Phyllostachys bambusoides</i>
296	30	84	7,2	<i>Gigantochoa apus</i>
288	31	97	8,2	<i>G. atter</i>

Resistência de algumas espécies de bambu. Fonte: Pereira (2005)

Respeito a cultura local (Amparo Bastidas)



Respeito a cultura local (Ampara Bastidas)

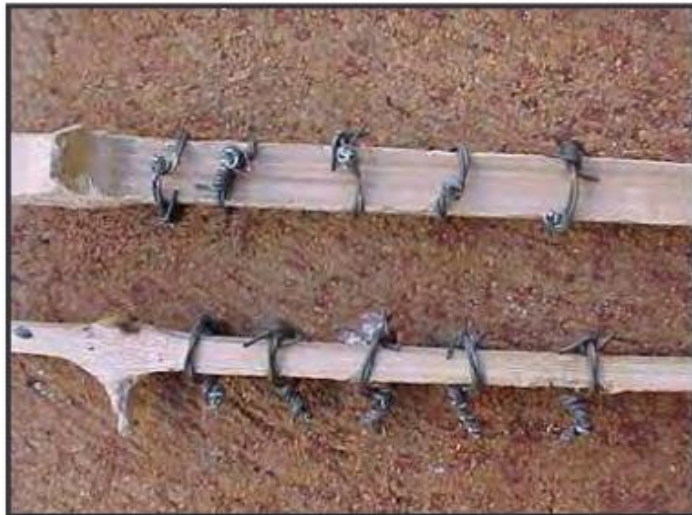
Natural
Cultural
Construido



Técnicas:
Arquitectura
Urbanismo
Paisajismo



Bambucreto

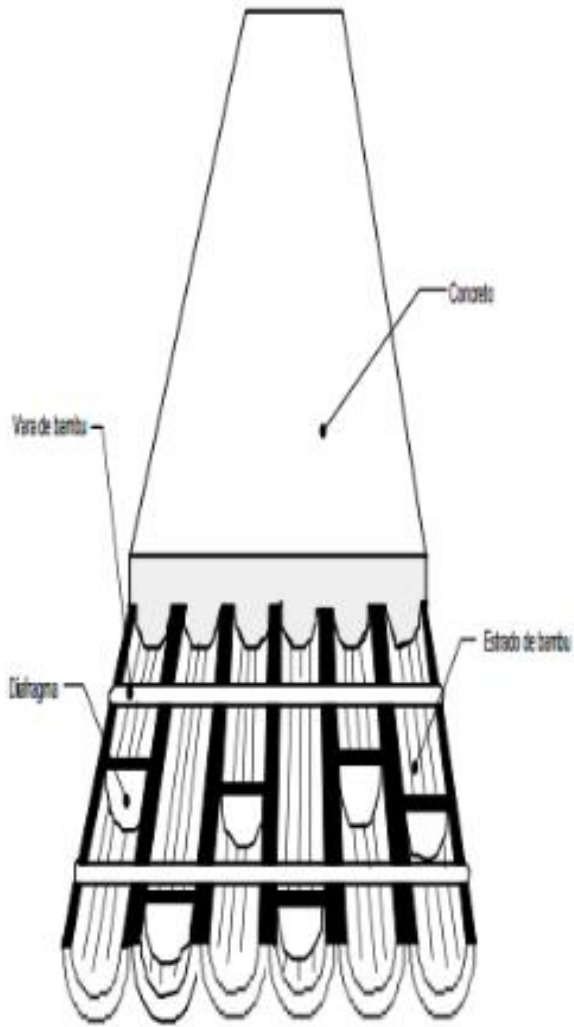


Fonte: FERREIRA (2002)

Com outros materiais



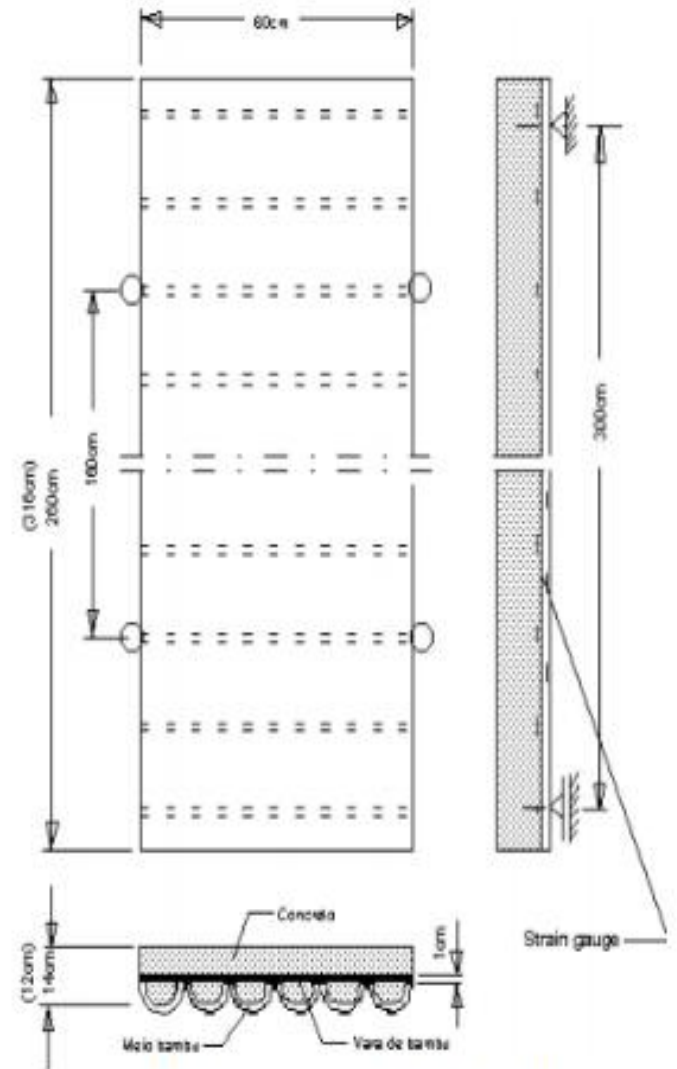
- Anéis de arame farpado para melhor aderência
- Impermeabilização do bambu para reduzir retração Igol 2 ou Sikadur Gel
- Caracterizar espécies e propriedades
- Usar estribos em aço (indefinição do comportamento do bambu no cisalhamento de vigas)



a) schematic set up of the slab



b) pouring concrete

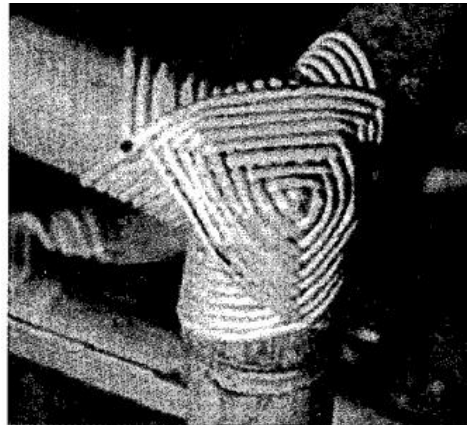
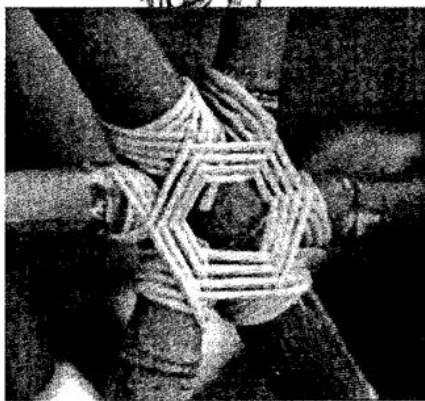
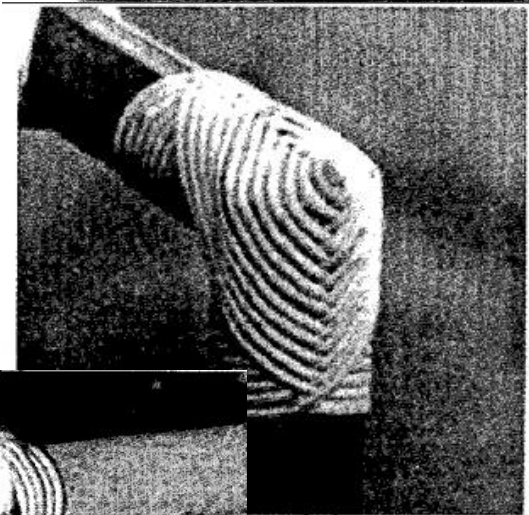
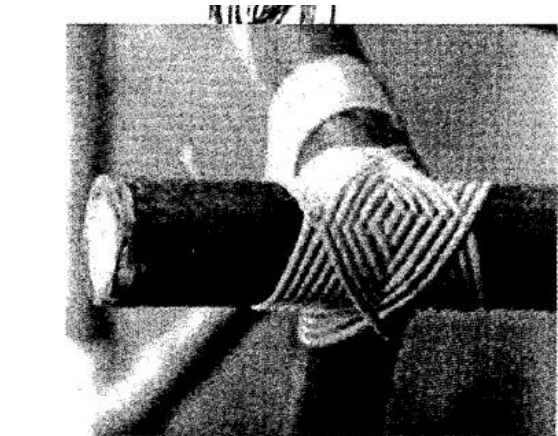
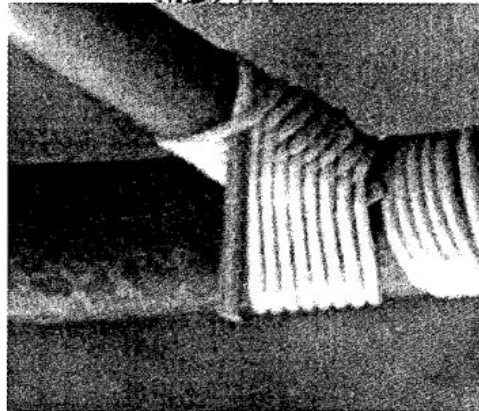
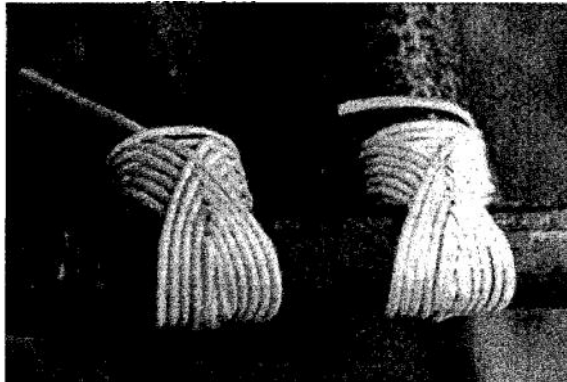


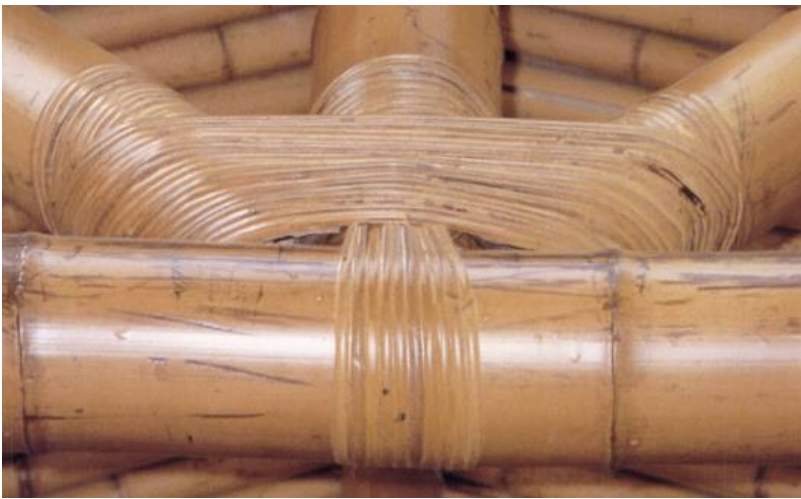
c) Dimensions of the slabs

Fonte: Ghavami (2005)

Ligações – grupo 1 – contato entre seções inteiras dos elementos

Boca de peixe
Nós

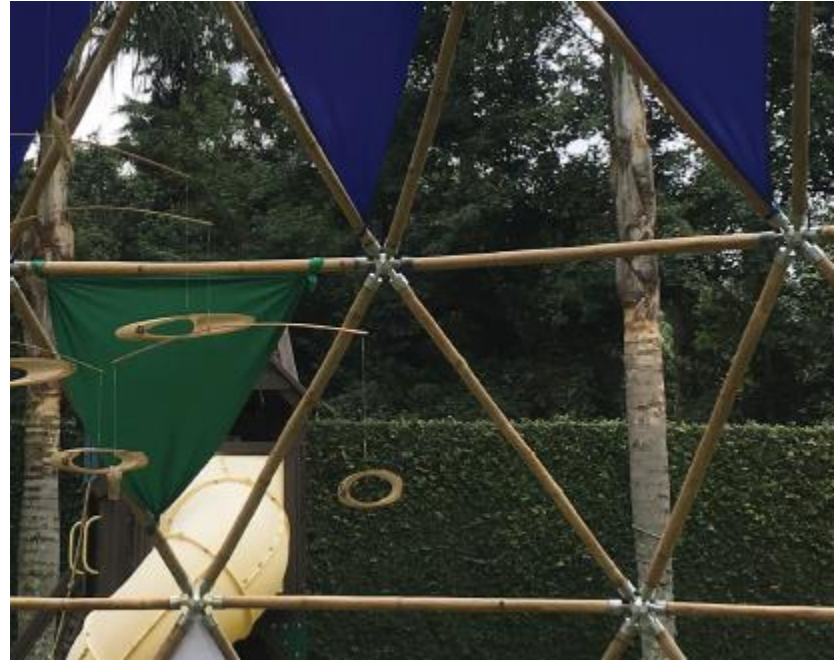


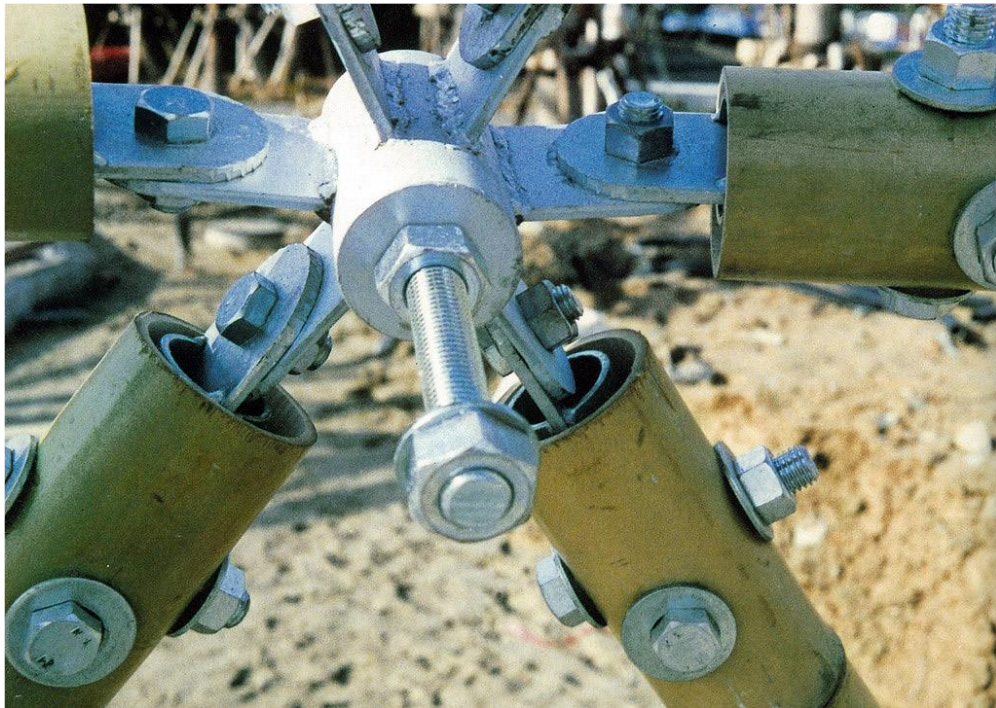


Ligações utilizando peças de bambu
Fonte: Teixeira (2006)





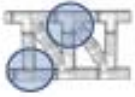











Ligações com peças metálicas
Fonte: Vélez (2002)





Formación del nudo de acuerdo al tipo de estructura

Estructura		Nudo	Ejemplo	Descripción	Elementos de fijación	
Estructuras planares	Estructuras lineales	En el ángulo recto			Nudo desarrollado por la unión de elementos de bambú verticales y horizontales, que pueden ser compuestos por una sola caña o varias, formando perpendiculares entre ellos.	1.- Amares con cuerdas sintéticas. 2.- Varillas roscadas de 10 mm, con relleno en los entrenudos de mortero. 3.- Placas metálicas o de madera.
		Compuesto			Nudo compuesto por la unión elementos verticales, horizontales y de ángulo. Los elementos estructurales puede ser de 1 a más cañas.	
	Estructuras triangulares	Vigas			Nudo formado en la unión de barras que	
		Cerchas			forman el triángulo en las estructuras. Trabajan a compresión o tracción dependiendo de la fuerza y su dirección aplicada.	
		Marquesinas				
	Estructuras tridimensionales	Estructuras en diferentes planos			Nudo desarrollado por la unión de varios elementos estructurales en diferentes planos.	
Malla				Nudo desarrollado por un elemento de fijación.	Conectores de acero inoxidable, galvanizados y aluminio.	

Fonte: Roberto Aguilar Larinagua.
Tese de doutorado. UPC (2022)

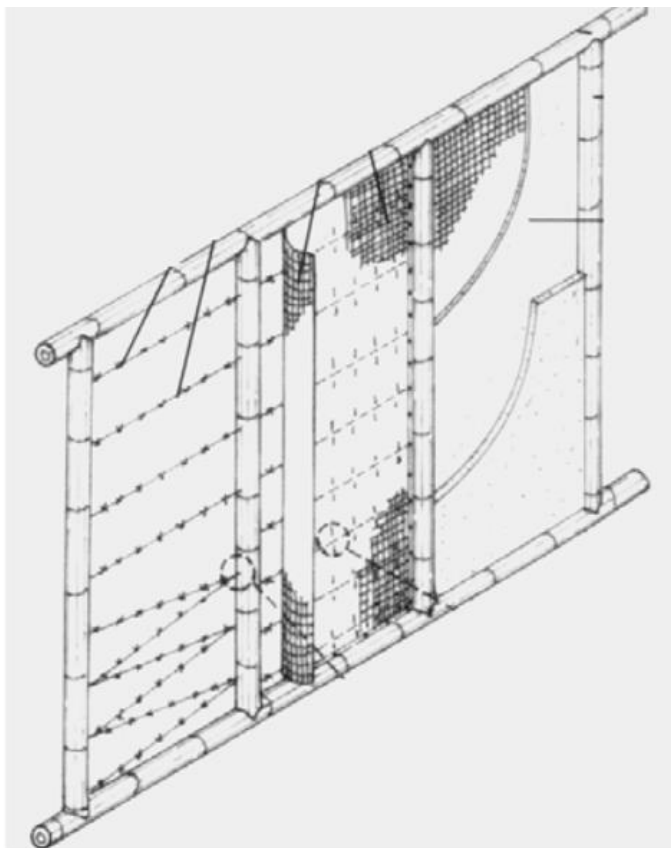
Vedações/ painéis decorativos ou estruturais

- Tipos de painéis - painéis estacados



Fonte: Teixeira (2006); Hidalgo, López (2003); Vélez (2000)

Paineis Tensionados

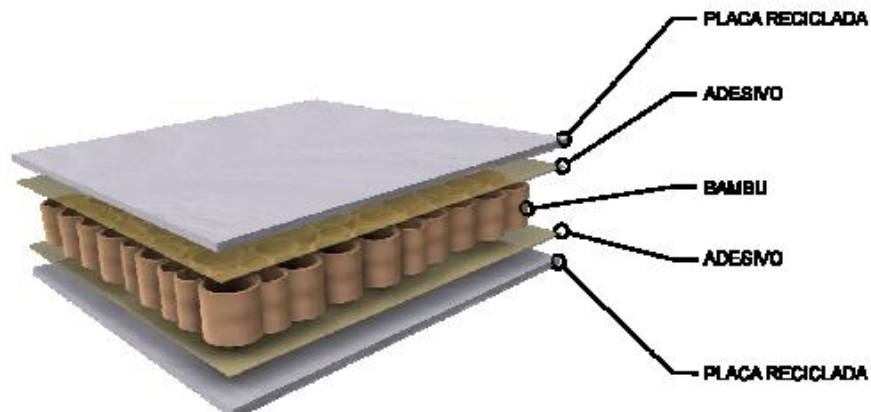


Teixeira (2006)

Painéis de bambu Pré-fabricados

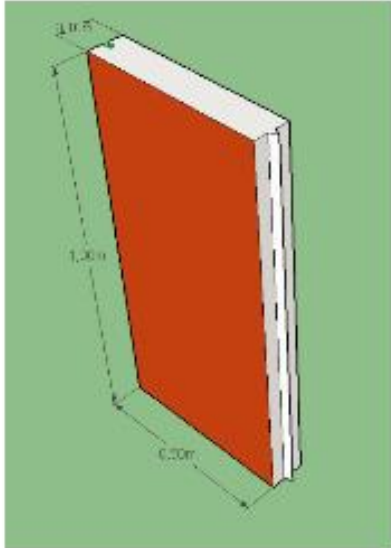


Jaramillo, Librelotto e Dotta (2016)



Bambuiche. Marinho (2013)

Painéis Instituto do Bambu - Alagoas



Trama de bambu preenchida
Micro-concreto – cimento, cal, areia, raspa de
pneus e bambus triturados



Construção na Colômbia

Carregamentos nos painéis de diferentes composições

Método construtivo	Painel 1 (kN/m)	Painel 2 (kN/m)	Painel 3 (kN/m)	Carga média (kN/m)
Painéis com colmos de bambu e argamassa cimentícia	429	540	533	501
Painel com tijolos cerâmicos estruturais	415	408	325	383
Painel com Adobe	96	133	129	119
Painel com tijolos de solo-cimento	78 (4% CP ¹)	252 (6% CP ¹)		165

Fonte: SOBRINHO JR. (2006).

Painel 1 – argamassa sem fibras de 8 MPa

Painel 2 – argamassa com EVA de 7,5 MPa

Painel 3 – argamassa com fibra de bambu de 3,1 MPa

Vedações/ painéis decorativos

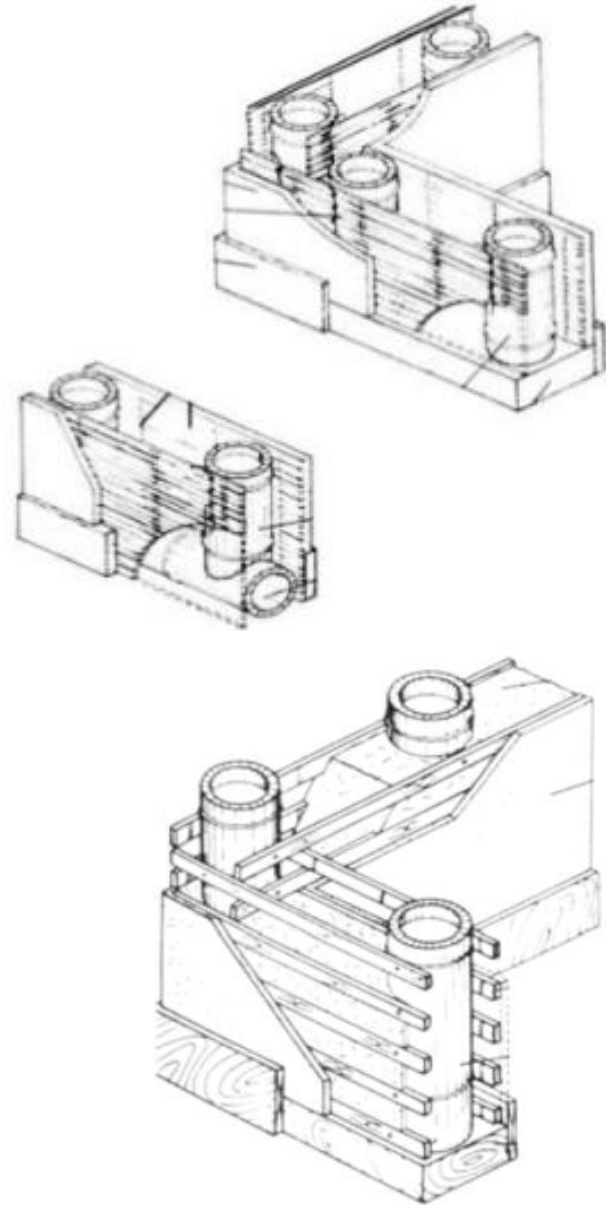
- Painéis feitos com esteiras (esterilhas)



Fonte: Teixeira (2006); Hidalgo- López (2003);

- Painéis preenchidos com barro

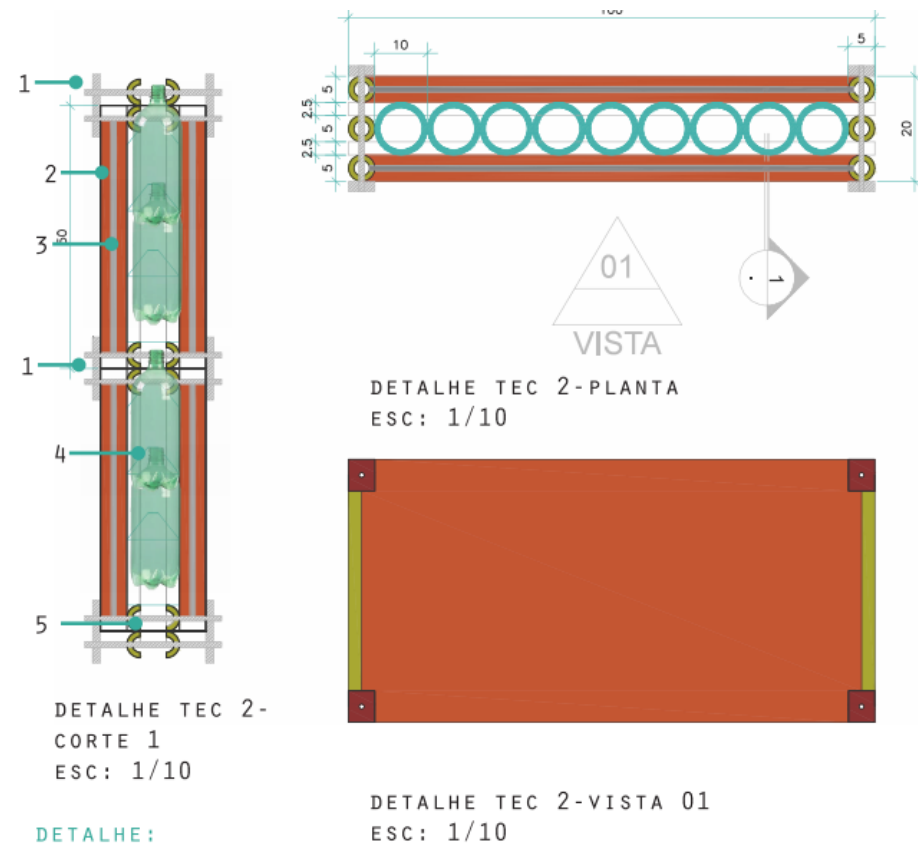
- Bahareque (com esteiras duplas)





Esta edificação de quatro pavimentos foi construída por volta de 1930, em Salamina, Colômbia, e somente nos anos setenta as estacas de bambu foram substituídas e cobradas.

Painel de PET à pique



Perdomo, Librelotto (2015)

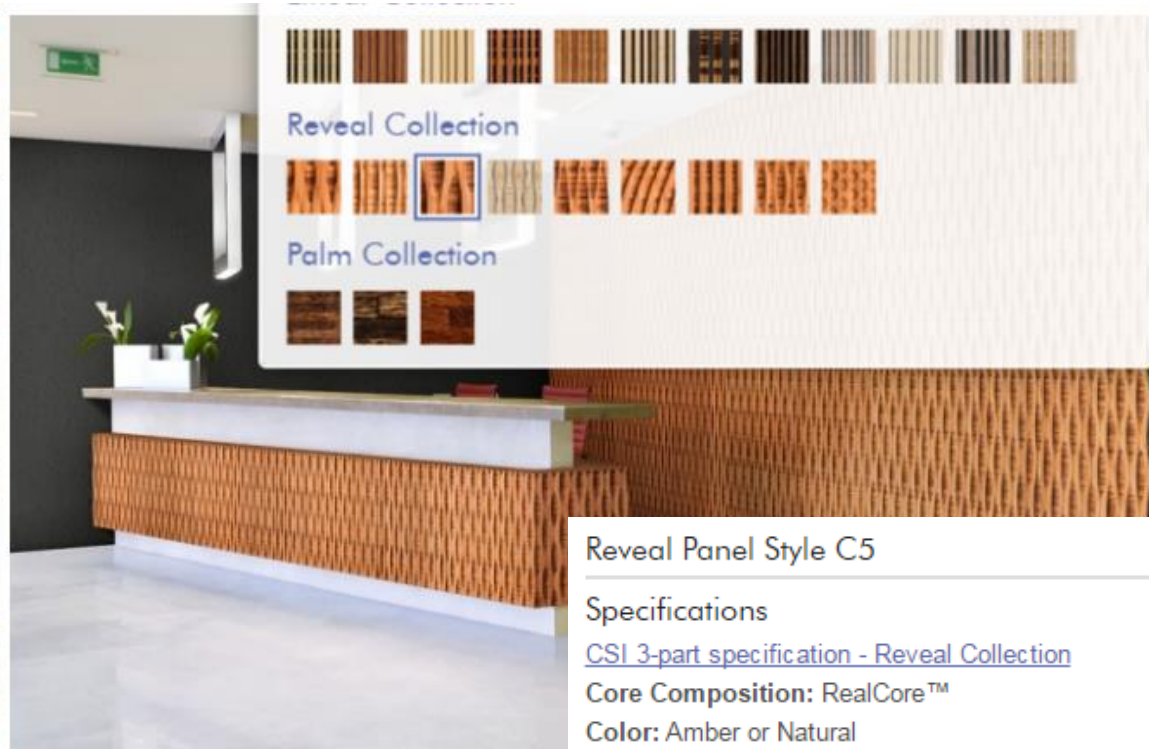
Painéis geométricos



Desenhos decorativos



Painéis Industrializados para Interiores (fonte: plyboo.com)



Reveal Panel Style C5

Specifications

[CSI 3-part specification - Reveal Collection](#)

Core Composition: RealCore™

Color: Amber or Natural

Material: 100% Bamboo

Size: 3/4" x 48" x 96"

Weight: 90 lbs

Surface Texture: Prefinished or Unfinished

Fire Resistance Classification: Class C (Class B available)

Emission Testing - CA Section 01350 Protocol: No VOC's with chronic REL's (reference exposure level) detected; passes office, school, and residential criteria

BP-V4896A/C5: Carb Phase II Compatible

Fabricado por Smith &Fog,
100% bambu com
certificado FSC
Pontua no LEED, até 3
créditos



FSC® Certified 100% C012079 The material in this product comes from well-managed forests, independently certified in accordance with the rules of the Forest Stewardship Council™.



FSC® 100% Certified Bamboo
Soybond; PlybooPure

Plyboo • PlybooStrand • Neopolitan • PlybooSquared • PlybooSport • PlybooPure
PlybooFit • PlybooQuiet • Soybond

Coconut • Sugar • Palm Woven • Deco Palm



Esquadrias

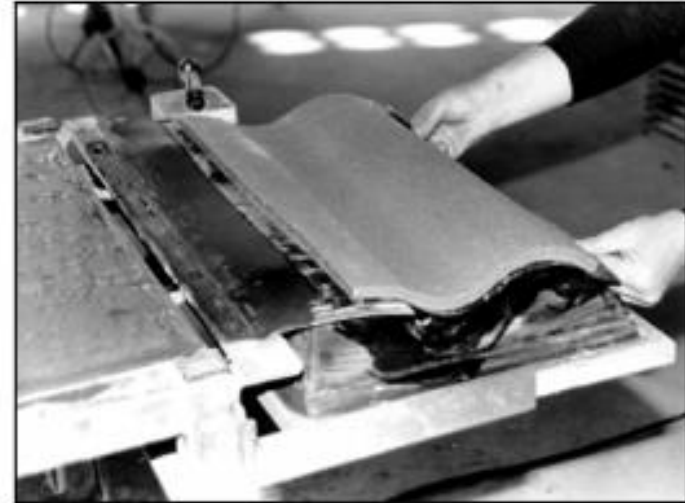


Pivotantes

Telhas de bambu-cimento



Figura 1 – a) Acabamento da telha ondulada (PIMENTEL, 2000)



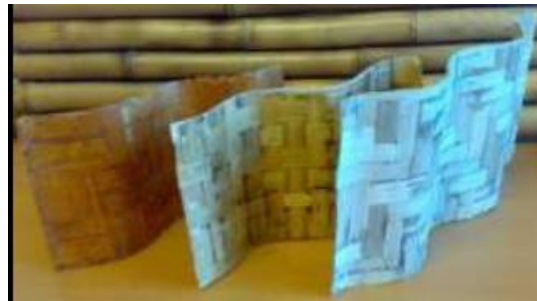
b) Colocação da telha sobre o molde

Compósito biomassa vegetal –cimento – partículas fragmentadas de bambusa vulgaris ou dendrocalamus giganteus (dimensões inferiores a 2,4 mm), tratadas para melhor reação química com o cimento (CPIII e CPV ARI). Argamassa de cimento e areia+ fibras de bambu.

Fonte: Beraldo e outros (20..)



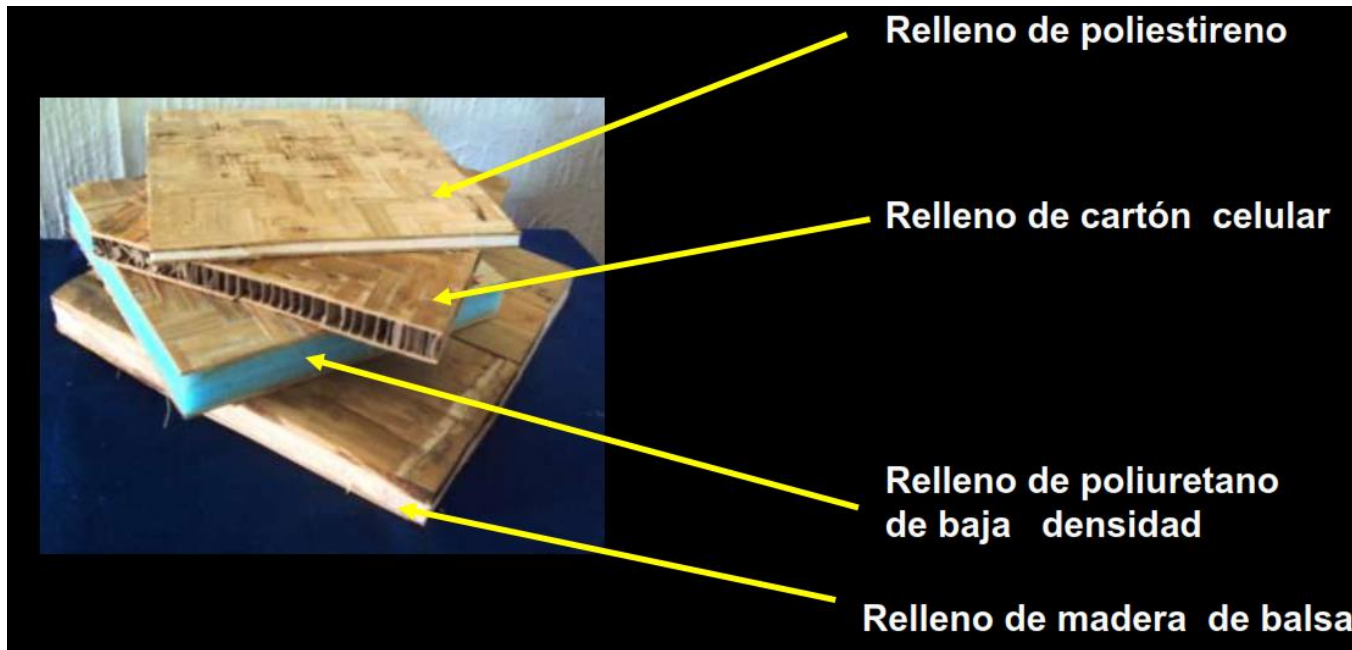
Telhas capa e canal



Telhas – UCSG/ SENESCYT



Eco materiais



Painíes– UCSG/ SENESCYT



Projetos (Amparo Bastidas)



Projetos (Amparo Bastidas)



Projetos (Amparo Bastidas)



Projetos (Amparo Bastidas)



Projetos (Amparo Bastidas)



Projetos (Amparo Bastidas)



Projetos (Amparo Bastidas)

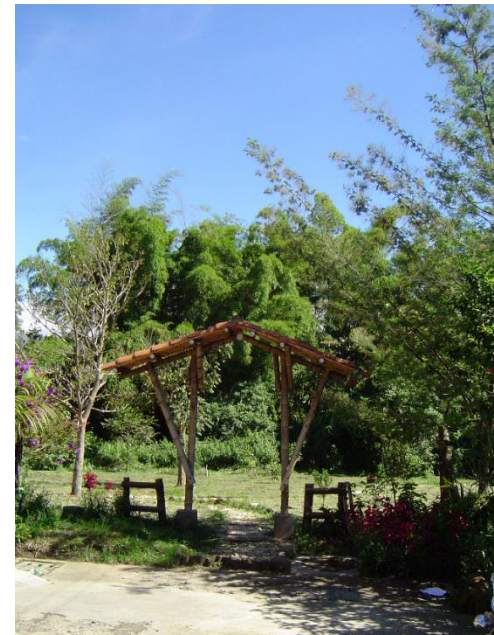


Puente atirantado con guadua – Popayán (Amparo Bastidas)





Projetos (Amparo Bastidas)



Projetos (Amparo Bastidas)



Projetos (Amparo Bastidas)



Projetos (Amparo Bastidas)



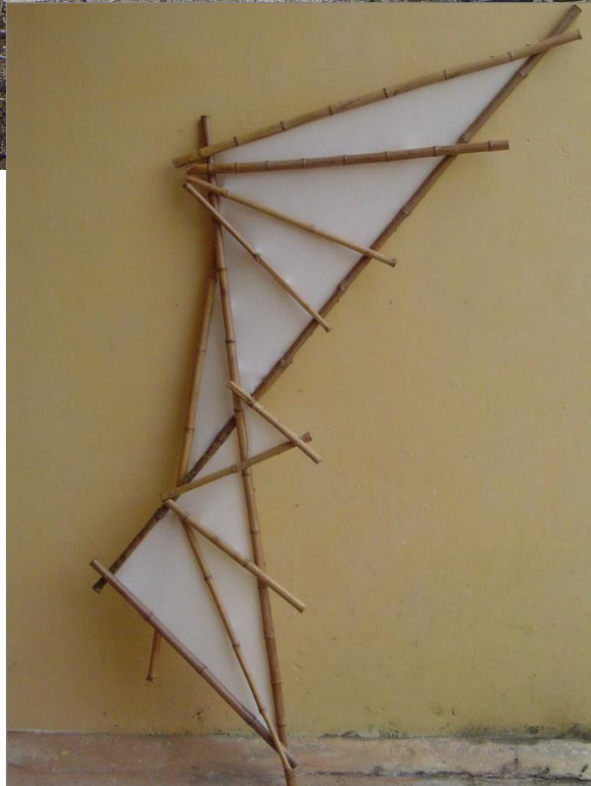


**Projetos (Amparo Bastidas)
Amazônia Equatoriana
Cabanas Turísticas**





**Projetos (Amparo Bastidas)
Amazônia Equatoriana
Cabanas Turísticas**

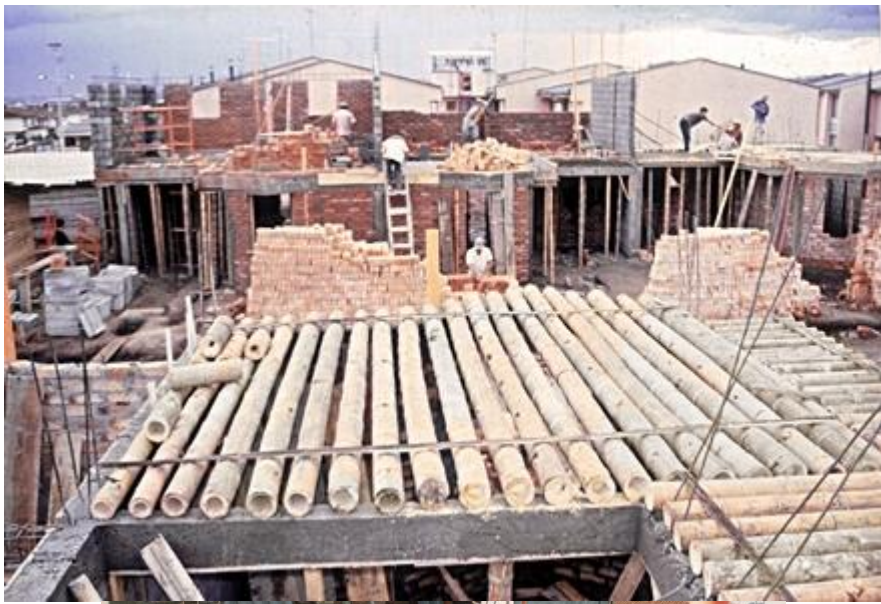


Projetos (Amparo Bastidas)



Projetos (Amparo Bastidas)







Ahorro que permite bajar el valor final de la vivienda, resultando competitivo en el mercado inmobiliario de viviendas del mismo tipo con losa convencional.



- Reemplaza el acero y a la vez es material de aligeramiento.
- Placa aligerada de alta resistencia.
- Garantiza su durabilidad
- Bajo costo





EDIFICIO BAMBÚ VIVO

Edificio - Popayán 2015



EDIFICIO
**BAMBÚ
VIVO**



Obras no mundo – Green School
(fotos André Chalupe_





Urbanización Yanaconas (Amparo Bastidas)



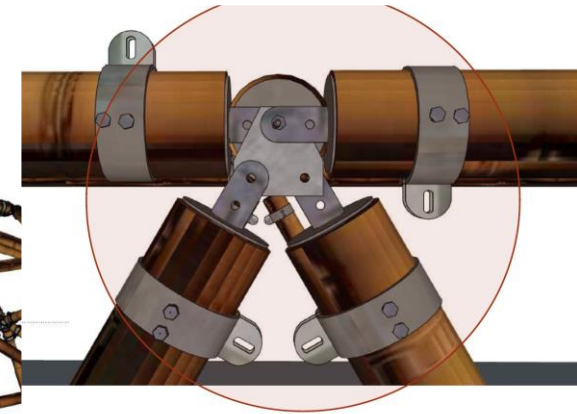
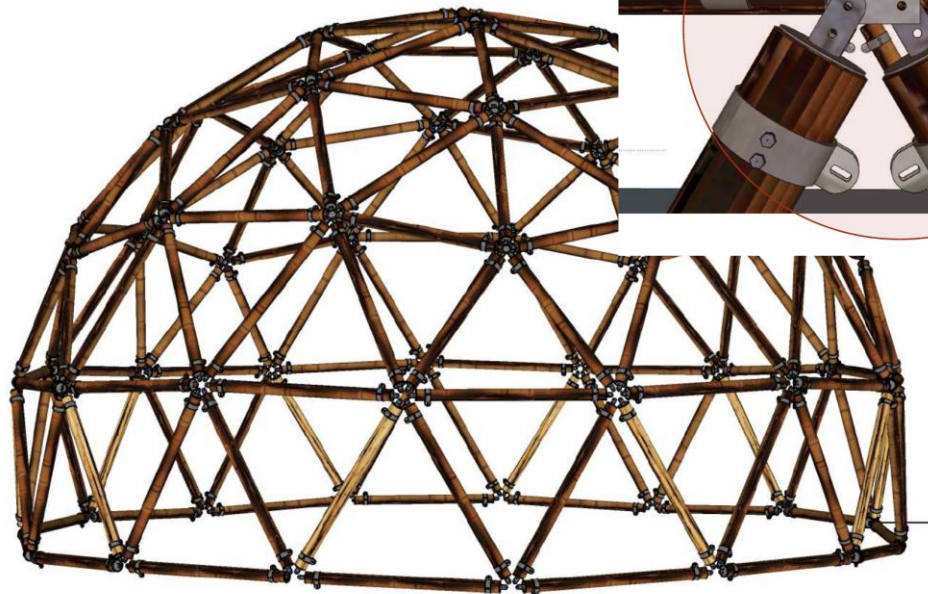
Geodésica André Chalupe



Festival Be bamboo



Roberto Aguilar



Domos, Geodésicas e possibilidades



VIA ARGFY

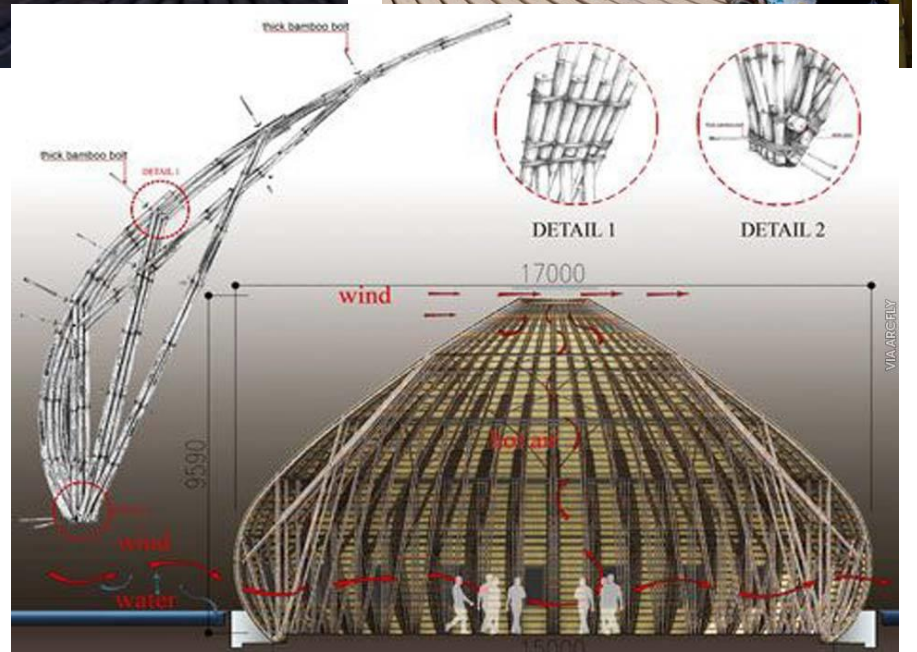
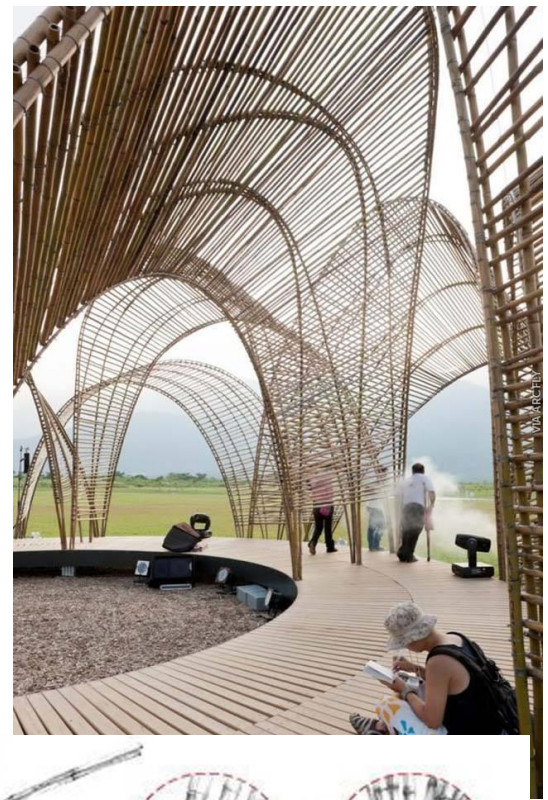


VIA ARGFY



VIA ARGFY





Referências

- Arte Bambu. <https://arteybambu.wordpress.com/fotos/rosario-de-la-frontera-prototipo-casa-01/>
- DANTAS, Anderson Barros; MILITO, Cláudia Maria; LUSTOSA, Maria Cecília Junqueira. O uso do bambu na construção do desenvolvimento sustentável. Maceió: Instituto do Bambu, 2005.
- Pereira, M. A. R. Bambu, espécies, características e aplicações. UNESP, São Paulo, Bauru. S.d.
- FERREIRA, G. C. S. Vigas do concreto armadas com bambu. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia Civil – Unicamp. 123 p. 2002.
- Oliveira, T. F. C.S. Sustentabilidade e Arquitetura: um reflexão sobre o uso do bambu na construção civil. UFAL. Maceió. 2006.
- Almeida, J. G. de; R, Bonelli. Caderno de nós em bambu. UNB, 2009. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/0BzY_vyKceyhqaExJYVBCTVVJYmM/view
- López, Oscar Hidalgo. Manual de Construcción com Bambú. Estudios técnico Colombianos Ltda. 1981
- Beraldo, A. L.; Chen, F.K.C; Azzini, Anísio. TELHAS ONDULADAS DE BAMBU – CIMENTO. III ENECS. ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

Referências

- SOBRINHO JR., A. S.; TORRES, S. M.; DE BARROS, S. A utilização de modelos de interface no estudo da aderência entre bambu e concreto. In: NOCMAT 2006, Anais. Salvador, BA, 7 p., 2006.
- TEIXEIRA, A. A. Painéis de Bambu para Habitações Econômicas: Avaliação do Desempenho de Painéis Revestidos com Argamassa. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, DF, 179p. 2006
- Palestra Amparo Bastidas. Repositório UFSC. Grupo de Pesquisa Virtuhab