



**FACULDADE DE ARQUITECTURA**  
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA**  
**FACULDADE DE ARQUITECTURA**

construção em bambu

aluno: **joão gabriel boto de matos CAEIRO**  
(licenciado)

dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura

**orientador científico:** Professor Doutor Duarte Cabral de Melo

**co-orientador:** M. En Arq. Fabricio Lazaro Villaverde

**júri:** Presidente: Professor Doutor José Aguiar

Vogal: Professor Doutor Jorge Spencer

Lisboa, FAUTL, NOVEMBRO, 2010







**FACULDADE DE ARQUITECTURA**  
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA



*"É possível viver sem carne,  
sem bambu há que morrer."  
Confúcio*



FACULDADE DE ARQUITECTURA  
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA**

## FACULDADE DE ARQUITECTURA

## construção em bambu

aluno: **joão gabriel boto de matos CAEIRO****orientador científico:** Professor Doutor Duarte Cabral de Melo**co-orientador:** M. En Arq. Fabricio Lazaro Villaverde

Mestrado em Arquitectura

Lisboa, FAUTL, NOVEMBRO, 2010

**\_ resumo**

Objectivos deste trabalho são questões do âmbito da ecologia e sustentabilidade para a arquitectura descomprometida face a dogmas e paradigmas, não inocentes face aos interesses e conspirações financeiras. Estudei as potencialidades e viabilidade de um material emergente \_ o bambu. Numa experiência que pretendeu unir a teoria académica com a prática, o trabalho manual muitas vezes esquecido na nossa formação e de vital importância para o correcto entendimento de um material e formas de projectar mais adequadas à realidade, fora da redoma intelectual das grandes metrópoles. Com estes princípios dediquei as primeiras páginas desta dissertação ao estudo de propriedades físicas, mecânicas, ao entendimento dos processos de tratamentos do bambu e à busca de técnicas e soluções construtivas. Numa segunda parte incido sobre uma experiência prática; demonstrando pela evidência a verdade de momentos e aprendizagens locais com comunidades de Oaxaca, na construção de protótipos e estruturas de bambu. Sendo adquirido que a população mundial cresce abruptamente, dediquei parte do estudo à capacitação para a auto-construção, pugnando por uma mais valia para minimizar o panorama de 2 biliões de pessoas sem casa nos próximos 30 anos. A colheita anual, os baixos custos de produção e os métodos e técnicas constructivas ambientais do bambu, conferem-lhe uma posição de topo na resolução de soluções, seja para a desflorestação, a construção, os equipamentos, a habitação e situações pós-calamidades. Permite-nos criar engenharias sociais que abarcam todos os estratos sociais da economia mundial. O bambu, creio, está ao dispor dos arquitectos para a técnica e para a arte.

**\_ palavras chave**

auto-construção \_ ecologia e sustentabilidade do bambu \_ inovação de técnicas constructivas ambientais \_ bambucreto \_ processo de produção/tratamento de bambu \_ uniões de bambu





FACULDADE DE ARQUITECTURA  
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA**

FACULDADE DE ARQUITECTURA

bamboo construction

student: **joão gabriel boto de matos CAEIRO**

**orientador científico:** Professor Doutor Duarte Cabral de Melo

**co-orientador:** M. En Arq. Fabricio Lazaro Villaverde

Mestrado em Arquitectura

Lisboa, FAUTL, NOVEMBER, 2010

## **\_ abstract**

The goal of this Project is related to questions concerning ecology and sustainability for architecture unattached to dogmas and paradigms, not innocent towards financial interests and conspiracies. This study follows the potentials and viabilities of an emerging material - bamboo. In an experience that intends to unit both academic theory and practice, manual labour, many times forgotten during our training, is of vital importance for the correct understanding of any material and way of designing more adequately according to our reality, outside the intellectual boundary of the large metropolis. With these principles, the first pages of this essay are dedicated to the study of physical and mechanical properties as well as an understanding of the processes for the treatment of bamboo and research for technical and constructive solutions. The second part focuses on the practical experience by evidently demonstrating true moments and teaching experiences in local communities in Oaxaca, Mexico by building prototypes and bamboo structures. Knowing that the world population is growing abruptly, part of this study is devoted to training self-construction methods, striving to diminish the current panorama of 2 billion people living without a home in the next 30 years. Yearly harvesting, low production costs and sustainable construction methods make bamboo a high priority as a solution for deforestation, general construction, public buildings, housing and post-disaster situations. It allows us to create social engineering that covers all social strata of the world economy. Bamboo, I believe, is available to architects both for technical and artistic reasons.

## **\_ key-words**

Self-construction \_ ecology and sustainability of bamboo \_ inovative and sustainable construction methods \_ bambucreto \_ bamboo production/treatment processes \_ bamboo connections.



## \_ Índice

<b>_ introdução ao tema _ motivação _ interesse</b>	pág. 01
<b>_ estado da arte</b>	pág. 03
<b>desenvolvimento</b>	
<b>_ primeiro capítulo _ aproximação ao uso do bambu</b>	pág. 11
generalidades	pág. 11
bambu no México	pág. 12
estrutura microscópica	pág. 13
crescimento do bambu	pág. 14
maduração da planta de bambu	pág. 16
plantação	pág. 16
selecção de varas	pág. 17
espécies utilizadas na construção	pág. 18
pequena história do uso do bambu	pág. 23
<b>_ segundo capítulo _ análise</b>	pág. 27
características estruturais	pág. 27
propriedades de estruturas cilíndricas ocas	pág. 27
selecção, corte e marcação	pág. 28
quantidade de humidade	pág. 29
propriedades mecânicas	pág. 29
_ tracção	pág. 29
_ compressão	pág. 30
_ instabilidade cargas pontuais	pág. 31
_ flexibilidade	pág. 33
_ corte	pág. 33
comportamento a rotura	pág. 34
competitividade do bambu	pág. 35

<b>_ terceiro capítulo</b> _ procedimento pós-corte	pág. 37
durabilidade	pág. 37
secagem	pág. 38
protecção do bambu	pág. 38
_ plantação	pág. 38
_ prevenção _ processo químico	pág. 39
_ prevenção _ processo tradicional	pág. 40
tratamento do bambu	pág. 41
_ tratamento do bambu não estabilizado	pág. 42
conclusão	pág. 44
Prevenção contra o fogo	pág. 44
<b>_ quarto capítulo</b> _ projectar uniões e juntas	pág. 47
corte das varas	pág. 48
classificação das uniões	pág. 49
uniões tradicionais	pág. 50
_ uniões verticais _ horizontais	pág. 51
_ uniões suporte vertical	pág. 52
_ uniões modernas	pág. 52
_ união C. H. Duff	pág. 53
_ união ARCE	pág. 53
_ união Clavijo-Trujillo	pág. 53
_ uniões Simon Velez	pág. 54
_ uniões Obermann	pág. 56
_ outras uniões	pág. 56
<b>_ quinto capítulo</b> _ filosofia de projecto	pág. 59
fundações	pág. 60
_ soluções tradicionais	pág. 60
_ soluções baixo custo	pág. 55
_ soluções de alta tecnologia	pág. 64
paredes	pág. 64
_ tipos de bahareque	pág. 64
coberturas	pág. 67

bamboocreto	pág. 70
sistemas estruturais	pág. 71
_ linear	pág. 72
_ circular	pág. 72
_ retilicular_espacial	pág. 72
<b>_ sexto capítulo</b> _ industrialização do bambu	pág. 75
processo de produção de derivados	pág. 75
<b>_ sétimo capítulo</b> _ bambu na habitação baixo custo	pág. 79
porque o bambu	pág. 79
aspectos sociais e técnicos	pág. 80
considerações projectuais	pág. 82
exemplos de soluções executadas	pág. 83
<b>_ oitavo capítulo</b> _ bambu no México	pág. 87
<b>_ nono capítulo</b> _ experiência com bambu no México	pág. 93
triboo	pág. 93
frameboo	pág. 97
workshop de projecto e construção sustentável em bambu_UABJO	pág. 98
<b>_ décimo capítulo</b> _ autoconstrução com bambu_México-Oaxaca	pág. 117
capela de são isidro lavrador	pág. 118
ecoBodegas	pág. 124
<b>_ conclusão</b>	pág. 127
<b>_ bibliografia</b>	pág. 131
<b>_ anexos</b>	pág. 135



## \_ índice de imagens

- \_01 Modern bamboo architecture [www.bambus\new\eng\reports\modern\\_architecture\referat.html](http://www.bambus\new\eng\reports\modern_architecture\referat.html)
- \_02 <http://bambus.rwth-aachen.de/eng/reports/buildingmaterial/buildingmaterial.html>
- \_03\_04 WALTER LIESE \_ La preservación de un tallo de Bambú en relación a su Estructura \_ División de Biología de Madera, Departamento de Ciencias de la Madera, Universidad de Hamburgo
- \_05\_06 UEDA, Koichiro, LEVY, Dana, AUSTIN, Robert, **BAMBOO**, WEATHERKILL
- \_07 FULVIO CAPURSO
- \_08 <http://bambus.rwth-aachen.de/eng/reports/buildingmaterial/buildingmaterial.html>
- \_09 JOHAN VAN LEGEN \_ Manual do Arquitecto pe descalço \_ Livraria do Arquitecto
- \_10 FULVIO CAPURSO
- \_11 <http://www.conbam.info/pagesES/basics.html>
- \_12 DO AUTOR
- \_13\_14 FULVIO CAPURSO
- \_15 <http://bambus.rwth-aachen.de/eng/reports/buildingmaterial/buildingmaterial.html>
- \_16 FULVIO CAPURSO
- \_17 DO AUTOR
- \_18 <http://www.bambus.de/1000/586.html>  
<http://motor.excite.es/fotos/las-fotos-del-coche-de-bambu-bamgoo-P573-1-bamgoo1.html>  
[http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.re-nest.com/uimages/re-nest/08\\_18\\_09\\_skate.jpg&imgrefurl=http://www.re-nest.com/re-nest/rolling-green-bamboo-skateboards-093258&usq=\\_\\_lf6lGykWJYzZ2oGysTtCDk3NZrg=&h=301&w=540&sz=165&hl=es&start=0&zoom=1&tbnid=FOpsQfEfpLeFM:&tbnh=93&tbnw=167&prev=/images%3Fq%3Dskate%2Bde%2Bbambu%26hl%3Des%26gbv%3D2%26biw%3D1035%26bih%3D556%26tbs%3Disch:1&itbs=1&iact=rc&dur=585&ei=rWsrTb7oG5L0swOvzOyABg&oei=rWsrTb7oG5L0swOvzOyABg&esq=1&page=1&ndsp=15&ved=1t:429,r:2,s:0&tx=63&ty=52](http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.re-nest.com/uimages/re-nest/08_18_09_skate.jpg&imgrefurl=http://www.re-nest.com/re-nest/rolling-green-bamboo-skateboards-093258&usq=__lf6lGykWJYzZ2oGysTtCDk3NZrg=&h=301&w=540&sz=165&hl=es&start=0&zoom=1&tbnid=FOpsQfEfpLeFM:&tbnh=93&tbnw=167&prev=/images%3Fq%3Dskate%2Bde%2Bbambu%26hl%3Des%26gbv%3D2%26biw%3D1035%26bih%3D556%26tbs%3Disch:1&itbs=1&iact=rc&dur=585&ei=rWsrTb7oG5L0swOvzOyABg&oei=rWsrTb7oG5L0swOvzOyABg&esq=1&page=1&ndsp=15&ved=1t:429,r:2,s:0&tx=63&ty=52)
- \_19 <http://bambus.rwth-aachen.de/eng/PDF-Files/IL%2031.pdf>
- \_20 <http://www.tierra.com.mx/noticias/fotos/6471/Inventos+de+Thomas+A+Edison.htm>
- \_21 [http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.viajes-blog.com/wp-content/uploads/taj-mahal-agra-india.jpg&imgrefurl=http://www.viajes-blog.com/el-taj-mahal-una-de-las-nuevas-maravillas-del-mundo/&usq=\\_\\_SxTVyNAH7z8M1tYvEZeYfHP8CEI=&h=1200&w=1600&sz=320&hl=es&start=0&zoom=1&tbnid=v4m8nHhlpY\\_f0M:&tbnh=127&tbnw=169&prev=/images%3Fq%3Dtaj%2Bmahal%26hl%3Des%26gbv%3D2%26biw%3D1035%26bih%3D556%26tbs%3Disch:1&itbs=1&ei=chArTeOACon0tgPX1M3kBg&iact=hc&vpx=123&vpy=110&dur=106&hovh=194&hovw=259&tx=142&ty=86&oei=QHArTb39D5S6sAPOmK39BQ&esq=16&page=1&ndsp=15&ved=1t:429,r:0,s:0](http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.viajes-blog.com/wp-content/uploads/taj-mahal-agra-india.jpg&imgrefurl=http://www.viajes-blog.com/el-taj-mahal-una-de-las-nuevas-maravillas-del-mundo/&usq=__SxTVyNAH7z8M1tYvEZeYfHP8CEI=&h=1200&w=1600&sz=320&hl=es&start=0&zoom=1&tbnid=v4m8nHhlpY_f0M:&tbnh=127&tbnw=169&prev=/images%3Fq%3Dtaj%2Bmahal%26hl%3Des%26gbv%3D2%26biw%3D1035%26bih%3D556%26tbs%3Disch:1&itbs=1&ei=chArTeOACon0tgPX1M3kBg&iact=hc&vpx=123&vpy=110&dur=106&hovh=194&hovw=259&tx=142&ty=86&oei=QHArTb39D5S6sAPOmK39BQ&esq=16&page=1&ndsp=15&ved=1t:429,r:0,s:0)
- \_22 <http://bambus.rwth-aachen.de/eng/reports/buildingmaterial/buildingmaterial.html>
- \_23 FULVIO CAPURSO
- \_24 DO AUTOR
- \_25 JOSÉ GUSTAVO
- \_26 DO AUTOR
- \_27 FULVIO CAPURSO
- \_28 <http://www.bambubrasileiro.com/info/arq/i3.html>  
[http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.decoralis.com/wp-content/uploads/sillas/bamboo\\_2.JPG.JPG&imgrefurl=http://www.decoralis.com/original-silla-con-respaldo-de-bambu/&usq=\\_\\_yX7J9CGCkGICri8sw6-W3HoZlWY=&h=252&w=350&sz=17&hl=es&start=0&zoom=1&tbnid=KfF4Q4aly3EeRM:&tbnh=112&tbnw=158&prev=/images%3Fq%3Dsilla%2Bde%2Bbambu%26um%3D1%26hl%3Des%26gbv%3D2%26biw%3D1035%26bih%3D556%26tbs%3Disch:1&um=1&itbs=1&iact=hc&vpx=729&vpy=72&dur=2&hovh=190&hovw=265&tx=228&ty=125&ei=xHQrTZ6AMJO-sAOx0dD-BQ&oei=xHQrTZ6AMJO-sAOx0dD-BQ&esq=1&page=1&ndsp=18&ved=1t:429,r:4,s:0](http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.decoralis.com/wp-content/uploads/sillas/bamboo_2.JPG.JPG&imgrefurl=http://www.decoralis.com/original-silla-con-respaldo-de-bambu/&usq=__yX7J9CGCkGICri8sw6-W3HoZlWY=&h=252&w=350&sz=17&hl=es&start=0&zoom=1&tbnid=KfF4Q4aly3EeRM:&tbnh=112&tbnw=158&prev=/images%3Fq%3Dsilla%2Bde%2Bbambu%26um%3D1%26hl%3Des%26gbv%3D2%26biw%3D1035%26bih%3D556%26tbs%3Disch:1&um=1&itbs=1&iact=hc&vpx=729&vpy=72&dur=2&hovh=190&hovw=265&tx=228&ty=125&ei=xHQrTZ6AMJO-sAOx0dD-BQ&oei=xHQrTZ6AMJO-sAOx0dD-BQ&esq=1&page=1&ndsp=18&ved=1t:429,r:4,s:0)
- \_29 <http://www.imagenesdeposito.com/animales/1282/panda+comiendo+bambu.html>
- \_29 <http://www.conbam.info/pagesES/basics.html>
- \_30 LUIS LOPEZ MUNOZ \_ DAVID TRUHILLO CHEATLE \_ Diseño de Unioes y Elementos en Estructuras de Guadua  
<http://inciarco.info/comunidades/showthread.php?t=382>
- \_31 GIANNI BARTOLI \_ Civil Engineering Department, University of Florence\_ <http://www.dicea.unifi.it/gianni.bartolli>
- \_32 GIANNI BARTOLI \_ Civil Engineering Department, University of Florence\_ <http://www.dicea.unifi.it/gianni.bartolli>
- \_33 LUIS LOPEZ MUNOZ \_ DAVID TRUHILLO CHEATLE \_ Diseño de Unioes y Elementos en Estructuras de Guadua
- \_34 <http://www.conbam.info/pagesES/properties.html>
- \_35 GIANNI BARTOLI \_ Civil Engineering Department, University of Florence\_ <http://www.dicea.unifi.it/gianni.bartolli>
- \_36 LUIS LOPEZ MUNOZ \_ DAVID TRUHILLO CHEATLE \_ Diseño de Unioes y Elementos en Estructuras de Guadua  
 GIANNI BARTOLI \_ Civil Engineering Department, University of Florence\_ <http://www.dicea.unifi.it/gianni.bartolli>
- \_37 <http://www.conbam.info/pagesES/properties.html>
- \_38 JANSSEN J.J.A. \_ Building with Bamboo, a handbook \_ Intermediate Technology publications Eindhoven, 1994
- \_39\_40 <http://www.conbam.info/pagesES/properties.html>
- \_41 JOHAN VAN LEGEN \_ Manual do Arquitecto pe descalço \_ Livraria do Arquitecto  
<http://www.conbam.info/pagesES/properties.html>
- \_42 JOHAN VAN LEGEN \_ Manual do Arquitecto pe descalço \_ Livraria do Arquitecto

**\_43** <http://www.conbam.info/pagesES/properties.html>

**\_44** <http://www.flickr.com/photos/bambupue/2820981163/in/photostream/>  
WALTER LIESE \_ La preservación de un tallo de Bambú en relación a su Estructura \_ División de Biología de Madera, Departamento de Ciencias de la Madera, Universidad de Hamburgo  
<http://www.flickr.com/photos/bambupue/2820981163/in/photostream/>

**\_45** OSCAR HIDALGO LOPEZ \_ Manual de Construction con Bambu \_ CIBAM\_Universidade Nacional de Colombia\_ Faculdade de Artes

**\_46** DO AUTOR  
OSCAR HIDALGO LOPEZ \_ Manual de Construction con Bambu \_ CIBAM\_Universidade Nacional de Colombia\_ Faculdade de Artes

**\_47\_ 48\_ 49\_ 50** Manual de Construction con Bambu \_ Oscar Hidalgo Lopez\_ CIBAM\_Universidade Nacional de Colombia\_ Faculdade de Artes

**\_51** <http://www.conbam.info/pagesES/basics.html>

**\_52\_53** OSCAR HIDALGO LOPEZ \_ Manual de Construction con Bambu \_ CIBAM\_Universidade Nacional de Colombia\_ Faculdade de Artes

**\_54** OSCAR HIDALGO LOPEZ \_ Manual de Construction con Bambu \_ CIBAM\_Universidade Nacional de Colombia\_ Faculdade de Artes  
SIMON VELEZ (coleccao de Simon Velez entregue pessoalmente a Fulvio Capurso)

**\_55** CAORI PATRICIA TAKEUCHI \_ Comportamiento estructural de la guadua \_ Universidad Nacional de Colombia, Bogot.  
OSCAR HIDALGO LOPEZ \_ Manual de Construction con Bambu \_ CIBAM\_Universidade Nacional de Colombia\_ Faculdade de Artes

**\_56** JANSSEN J.J.A. \_ Building with Bamboo, a handbook \_ Intermediate Technology publications Eindhoven, 1994

**\_57** <http://www.conbam.info/pagesES/basics.html>

**\_58** <http://inciarco.info/comunidades/showthread.php?f=382&page=2>

**\_59** LUIS LOPEZ MUNOZ \_ DAVID TRUHILLO CHEATLE \_ Diseño de Unioes y elementos en estructuras de Guadua\_

**\_60** KHOSROW GHAVAMI \_ Engineering Properties of Entire Bamboo Culm of Species *Guadua*: Contribution to a Sustainable Development\_ Professor of Civil Engineering Pontif.ica Universidade Cat.lica do Rio de Janeiro, PUC-Rio \_ Rio de Janeiro\_ Brazil  
CAORI PATRICIA TAKEUCHI \_ Comportamiento estructural de la guadua \_ Universidad Nacional de Colombia

**\_61\_ 62\_ 63\_ 64** TIM MARTIN OBERMANN, Universidade Nacional de Colombia \_ proyecto de investigação: bamboo space

**\_65** SIMON VELEZ (coleccao de Simon Velez entregue pessoalmente a Fulvio Capurso)

**\_66** Perdi a Origem

**\_67\_ 68\_ 69\_ 70\_ 71\_ 72** RICCARDO MONDELLO\_ *Il bambù come materiale da costruzione\_* tese de licenciatura \_ Politecnico di Torino, 2002

**\_73\_74** VILLEGAS, Marcelo e LONDOÑO, Ximena, New bamboo: architecture and Design. Bogotá: Villegas editor

**\_75\_76** DO AUTOR

**\_77** Perdi a Origem

**\_78** Perdi a Origem  
FULVIO CAPURSO \_ Colombia 2006  
SIMON VELEZ (coleccao de Simon Velez entregue pessoalmente a Fulvio Capurso)

**\_79\_80** FULVIO CAPURSO \_ Colombia 2006

**\_81\_82** OSCAR HIDALGO LOPEZ \_ Manual de Construction con Bambu \_ CIBAM\_Universidade Nacional de Colombia\_ Faculdade de Artes

**\_83\_84** SIMON VELEZ (coleccao de Simon Velez entregue pessoalmente a Fulvio Capurso)

**\_85** SIMON VELEZ (coleccao de Simon Velez entregue pessoalmente a Fulvio Capurso)  
FULVIO CAPURSO \_ Colombia 2006  
SIMON VELEZ (coleccao de Simon Velez entregue pessoalmente a Fulvio Capurso)

**\_86** FULVIO CAPURSO \_ Colombia 2006

**\_87** DO AUTOR

**\_88** FULVIO CAPURSO \_ Colombia 2006

**\_89** SIMON VELEZ (coleccao de Simon Velez entregue pessoalmente a Fulvio Capurso)

**\_90** OSCAR HIDALGO LOPEZ \_ Manual de Construction con Bambu \_ CIBAM\_Universidade Nacional de Colombia\_ Faculdade de Artes

**\_91** <http://canyaviva.com/paginas/trabajos.html>

**\_92** DO AUTOR

**\_93** [http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.lablaa.org/blaavirtual/faunayflora/orinoco/images/262.jpg&imgrefurl=http://www.banrepcultural.org/book/export/html/63176&usq=\\_\\_DAHi2TAOXHY9Z3KWbWZhh5YbRO8=&h=306&w=207&sz=26&hl=es&start=1&zoom=1&tbnid=-he0War8WPq9SM:&tbnh=117&tbnw=79&prev=/images%3Fq%3Dtecho%2Bde%2Bhoja%2Bde%2Bpalma%26um%3D1%26hl%3Des%26gbv%3D2%26biw%3D1035%26bih%3D556%26tbs%3Disch:1&um=1&itbs=1](http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.lablaa.org/blaavirtual/faunayflora/orinoco/images/262.jpg&imgrefurl=http://www.banrepcultural.org/book/export/html/63176&usq=__DAHi2TAOXHY9Z3KWbWZhh5YbRO8=&h=306&w=207&sz=26&hl=es&start=1&zoom=1&tbnid=-he0War8WPq9SM:&tbnh=117&tbnw=79&prev=/images%3Fq%3Dtecho%2Bde%2Bhoja%2Bde%2Bpalma%26um%3D1%26hl%3Des%26gbv%3D2%26biw%3D1035%26bih%3D556%26tbs%3Disch:1&um=1&itbs=1)

**\_94** [http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.bambubrasileiro.com/info/arq/telhas.jpg&imgrefurl=http://foroantigo.infojardin.com/showthread.php%3Ff%3D183271&usq=\\_\\_bwceOfr1vFY5HUwdb96jyPQKWg=&h=251&w=350&sz=41&hl=es&start=75&zoom=1&tbnid=nU-WWXZ3BDV4VM:&tbnh=121&tbnw=161&prev=/images%3Fq%3Dpuente%2Bcolgante%2Ben%2Bbambu%26hl%3Des%26sa%3DX%26gbv%3D2%26biw%3D1035%26bih%3D556%26tbs%3Disch:10,2465&itbs=1&ei=-](http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.bambubrasileiro.com/info/arq/telhas.jpg&imgrefurl=http://foroantigo.infojardin.com/showthread.php%3Ff%3D183271&usq=__bwceOfr1vFY5HUwdb96jyPQKWg=&h=251&w=350&sz=41&hl=es&start=75&zoom=1&tbnid=nU-WWXZ3BDV4VM:&tbnh=121&tbnw=161&prev=/images%3Fq%3Dpuente%2Bcolgante%2Ben%2Bbambu%26hl%3Des%26sa%3DX%26gbv%3D2%26biw%3D1035%26bih%3D556%26tbs%3Disch:10,2465&itbs=1&ei=-)

- G4rTdjLGIqosQOLvpDxBQ&iact=hc&vpx=117&vpy=117&dur=2404&hovh=190&hovw=265&tx=196&ty=106&oei=524rTYrLJoaasAPZ2Z30BQ&esq=10&page=6&ndsp=17&ved=1t:429,r:11,s:75&biw=1035&bih=556
- \_95\_96 VILLEGAS, Marcelo e LONDOÑO, Ximena, New bamboo: architecture and Design. Bogotá: Villegas editor
- \_97 Encontro Nacional AIB (Associação Nacional de Bambu) Isola Polvese \_ lago Trasimeno \_2006
- \_98\_99 KHOSROW GHAVAMI \_ Engineering Properties of Entire Bamboo Culm of Species *Guadua*: Contribution to a Sustainable Development\_Professor of Civil Engineering Pontif.ica Universidade Cat.lica do Rio de Janeiro, PUC-Rio \_ Rio de Janeiro\_Brazil
- \_100 FULVIO CAPURSO \_ Colombia 2006
- \_101 SIMON VELEZ (coleccao de Simon Velez entregue pessoalmente a Fulvio Capurso)
- \_102 SIMON VELEZ (coleccao de Simon Velez entregue pessoalmente a Fulvio Capurso)
- \_103 <http://www.conbam.de/bamboodome2004.html>
- \_104\_105 <http://bambus.rwth-aachen.de/eng/PDF-Files/IL%2031.pdf>
- \_106 Modern bamboo architecture [www.bambus\new\eng\reports\modern\\_architecture\referat.html](http://www.bambus.new.eng.reports/modern_architecture/referat.html)
- \_107 Encontro Nacional AIB (Associação Nacional de Bambu) Isola Polvese \_ lago Trasimeno \_2006
- \_108 <http://bambus.rwth-aachen.de/eng/PDF-Files/IL%2031.pdf>
- \_109 OSCAR HIDALGO LOPEZ \_ Manual de Construction con Bambu \_ CIBAM\_Universidade Nacional de Colombia\_ Faculdade de Artes
- \_110 Encontro Nacional AIB (Associação Nacional de Bambu) Isola Polvese \_ lago Trasimeno \_2006
- \_111 Perdi a Origem
- \_112\_113 Encontro Nacional AIB (Associação Nacional de Bambu) Isola Polvese \_ lago Trasimeno \_2006
- \_114 RICARDO MONDELLO
- \_115 DO AUTOR
- \_116 MARGARITA DEL BOSQUE \_ México
- \_117 ARMANDO RODRIGUES \_ México
- \_118 JORGE SALIDO COBO \_ Hogar de Cristo \_ Equador
- \_119 SIMON VELEZ (coleccao de Simon Velez entregue pessoalmente a Fulvio Capurso)
- \_120 LUIS MONTIEL \_ México
- \_121 ARMANDO RODRIGUES \_ México
- \_122\_123 FULVIO CAPURSO \_ Colombia 2006
- \_124 DO AUTOR
- \_125\_126\_127 [http://www.colectivoespacial.com/?page\\_id=743](http://www.colectivoespacial.com/?page_id=743)
- \_128\_129 DO AUTOR
- \_130\_131 CAEIRO Y CAPURSO
- \_132\_133 FULVIO CAPURSO \_ México
- \_134\_135\_136 DO AUTOR
- \_137\_138 FULVIO CAPURSO \_ México
- \_139\_140 DO AUTOR
- \_141 DO AUTOR
- FABRICIO VILLAVERDE \_ México
- \_142 DO AUTOR
- \_143 CAEIRO Y CAPURSO
- \_144\_145 DO AUTOR
- \_146 FULVIO CAPURSO \_ México
- \_147\_148\_149\_150 DO AUTOR
- \_151 CAEIRO Y CAPURSO
- \_152\_153\_154\_155\_156\_157 DO AUTOR
- \_158 FULVIO CAPURSO \_ Colombia 2006
- \_159\_160\_161\_162\_163\_164\_165\_166\_167\_168\_169\_170\_171\_172\_173\_174\_175\_178\_179\_180\_181\_182 DO AUTOR
- \_183 CAEIRO Y CAPURSO
- \_184\_185\_186\_187\_188 DO AUTOR

NOTA: Durante o processo de redacção e investigação desta dissertação perdi o rumo à origem de algumas imagens, e outras foram escolhidas de fontes não académicas como flickr e facebook pessoais com o objectivo de premiar o bom entendimento da fotos utilizada face a fotos academicamente validas mas menos perceptíveis.



## \_ introdução ao tema \_ motivação \_ interesse

Ao longo da formação académica e experiência profissional que realizei, reforçado por viagens, experiências de vida e acasos. Decidi, faz uns anos, procurar soluções alternativas às convencionais técnicas construtivas que a actual sociedade de consumo global e imediatista apresenta como principais e invariáveis. Actualmente estou vivendo no México no Estado de Oaxaca e, dado um culminar de situações e oportunidades que surgiram, proponho neste projecto de tese de mestrado, que tem como tema **Construção em Bambu** sua situação mundial e aplicação no contexto em que vivo. O bambu surge hoje como uma solução para o futuro, amigável para o homem e para a natureza, onde há que preservar recursos naturais que estão em colapso. Desde pontes, casas, monumentos, estruturas efémeras, mobiliário, papel, biodiesel, fertilizantes, sustentação de barrancos, alimento. Temos no bambu uma alternativa viável de projecto sustentável, sensível, estético, estrutural; minimizando o problema ambiental. Mas deixando estes aspectos para a respectiva dissertação, apresento as minhas intenções para a realização desta tese.

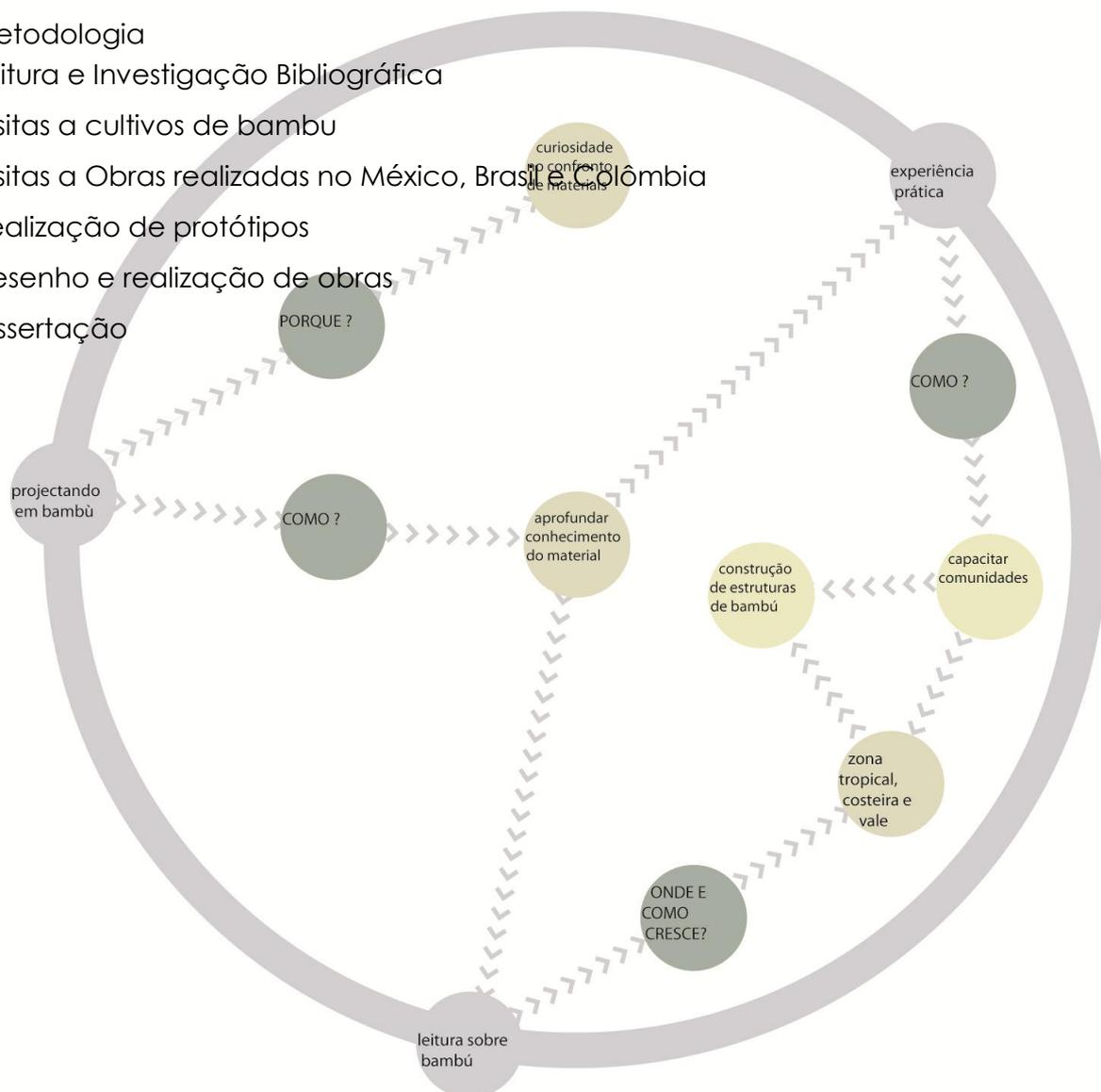
Pretendo aprofundar conhecimentos na construção em Bambu, realizando uma recolha de dados, experiências, obras e projectos. Sabendo que é hoje um material que está a ter um desenvolvimento e interesse por parte de arquitectos, engenheiros, investidores, agricultores e curiosos; pretendo seguir o trabalho de investigação que comecei há alguns anos no Brasil. Em Oaxaca existem possibilidades e entidades interessadas em desenvolver a produção de bambu e seu uso; de momento estou dando formação ao Concelho de Nopal de Oaxaca e Ao Concelho de Cafeteros de Oaxaca, de modo a poderem melhorar as construções nas zonas rurais mais afectadas pela pobreza e pela falta de recursos financeiros. Assim é que estamos a procurar soluções para recuperar e melhorar construções e aportar conhecimento técnico e prático, que permita uma autoconstrução digna e integrada no contexto actual, sem esquecer as referências históricas. A fim de proporcionar através da arquitectura a partilha de

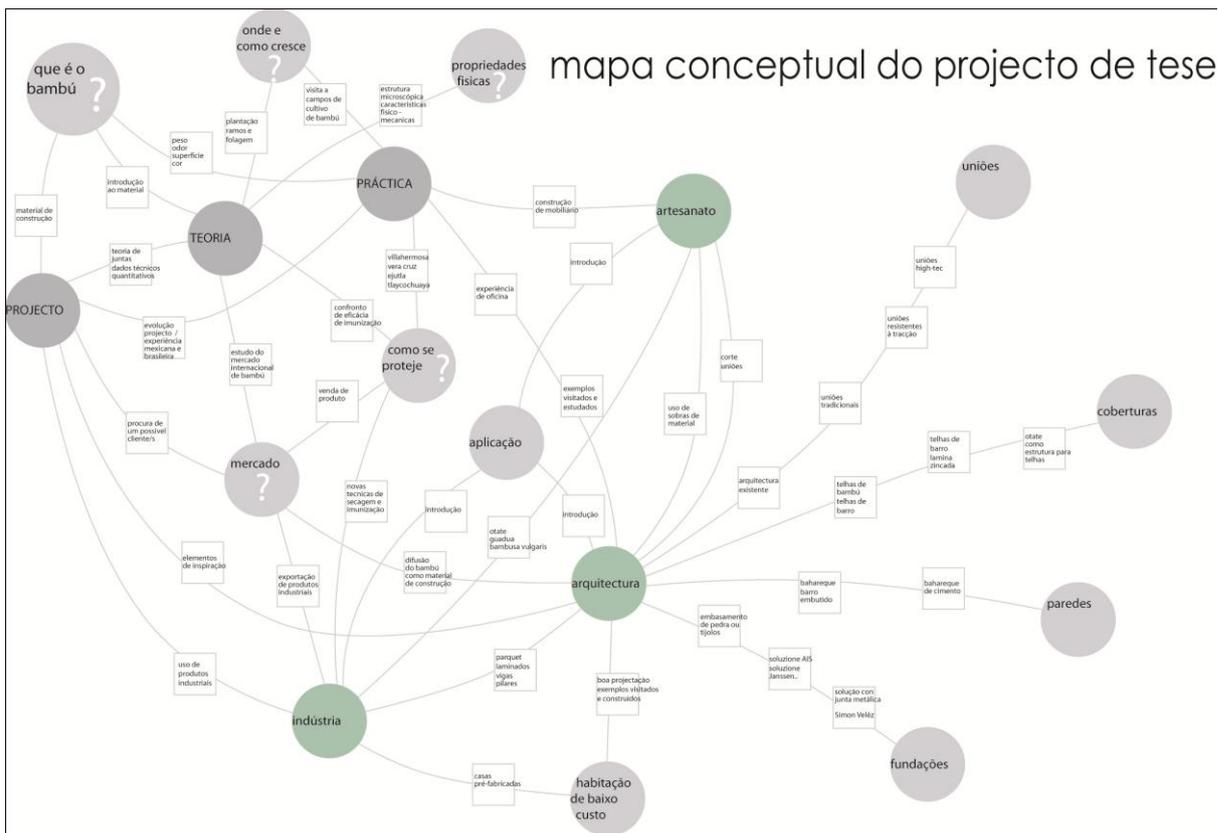
conhecimentos num **trabalho social** dirigido às populações, intervenientes externos e internos.

O contexto destas comunidades actualmente varia muito por questões climáticas e infraestruturais de acesso; temos climas tropicais, secos, serras altas, húmidos; é com esta variedade de realidades que estou trabalhando os modos de introduzir o bambu como uma solução de preferência. Tendo em conta que estamos falando de cultivo de produtos orgânicos, o uso do bambu é eminente: planta endémica da região que verifica com conceitos ecológicos e restaurativos, envolve técnicas e artes da actualidade com memórias e saberes milenares.

É pois o estudo sobre o **bambu** e sua **aplicação no projecto e construção** que me proponho desenvolver.

- \_ Metodologia
- \_ Leitura e Investigação Bibliográfica
- \_ Visitas a cultivos de bambu
- \_ Visitas a Obras realizadas no México, Brasil e Colômbia
- \_ Realização de protótipos
- \_ Desenho e realização de obras
- \_ Dissertação





## \_ estado da arte

O acelerado crescimento demográfico vislumbra 7 biliões de pessoas nos próximos anos, o que corresponde à duplicação da população em menos de cinquenta anos. Considerando que 95% deste crescimento ocorre nos países de terceiro mundo, onde um sétimo da população mundial vive em abrigos ou campos de refugiados, em condições que não podemos considerar casa. Estes valores agravam-se quando constatamos que mais de 3 biliões não têm água potável ou saneamento básico. Tendo estas premissas como referência é inegável que os governos, as organizações nacionais e internacionais, os voluntários, os arquitectos têm um papel preponderante numa intervenção humana desta dimensão. A criação de Engenharias Sociais que apresentem soluções rápidas e eficientes é uma iminência necessária.

Vivemos um período pós industrial e cabe-nos analisar as soluções e vertentes consumistas/utópicas de um futuro projectado como se a energia fosse inesgotável. Criaram-se empreendimentos de habitação para as classes operárias de tipologia "comunitária" com galerias e pátios, habitações sociais a par do planeamento urbano, por iniciativa estatal ou privada; encontramos hoje num momento de

repensar os valores impostos por esta lógica capitalista pura que incide no crescimento económico sem referências a valores consistentes com uma intervenção social focada no desenvolvimento harmonioso de adequada utilização de recursos da natureza a bem do Homem e dos demais ser vivos.

Nos últimos anos o planeta tem sido severo com a humanidade confrontando-a com situações de grandes calamidades naturais, colocando milhares de pessoas em situações precárias que necessitam de rápidas intervenções e cooperação à escala global.

O bambu aparece nestas temáticas como uma alternativa viável aos problemas ecológicos, económicos, habitacionais e, naturalmente, sociais dos últimos anos. Cito alguns autores e investigadores que desenvolveram no âmbito da construção em bambu sistemas, uniões, progressos. Alguns, esquecidos no tempo ou não importantes face à força dos lobbies mundiais, não tiveram o seu devido lugar na reflexão de um futuro próximo. O colombiano Oscar Hidalgo, que dedicou a sua investigação ao desenvolvimento de uniões de bambu e à recuperação e catalogação das artes tradicionais do uso deste material. C.H. Duff que já em 1941 testou asns e resistências em estruturas de bambu. Mais recentemente Clavijo-Trujillo, dois estudantes de engenharia civil da Universidade da Colômbia, que através das uniões de bambu exploram a espacialidade deste material. O conceituado arquitecto Simon Velez, que constrói edifícios por todo o mundo, vencendo vãos de 80m sem pilares, como a ponte do Pereira ou o pavilhão ZERI com 8 metros de consola.

Hoje e através destes autores a Colômbia surge-nos como um potencia em pensamento e acção deste material emergente. Nos últimos trinta anos construíram estruturas de grandes dimensões, experimentaram uniões e resistências. Outro autor a referir é Carlos Vergara. Já o alemão Jorg Stamm, mudou-se para este país para estudar e realizar estruturas de pontes em bambu.

No Japão, Shoei Yoh estuda e desenvolve uniões de bambu reforçadas com aço. Osamu Suzuki y isao Yoshikara, buscam a jardinaria e paisagismos com bambu construído e plantado.

A Ásia é sem duvida a origem do uso massivo do bambu, inclusive em áreas fora do âmbito da construção, como gastronomia, medicina, mobiliário,

decoração, música, filosofia, sendo só no século XIX que desperta o interesse Ocidental.

Sendo já um século mais tarde que Jules Jassen funda o programa de engenharia do bambu dentro do INBAR (International Network for Bambu and Rattan), onde desenvolve uma série de teste à capacidade de resistência deste material.

A Europa e Estados Unidos levam poucos anos de utilização deste material que demorou a convencer investidores e academias na utilização. Em 1999, Simon Velez constrói um exemplo de casa de baixo custo no Centro Georges Pompidou no âmbito de um workshop sobre o tema construção em bambu. Um ano depois é convidado a realizar o Pavilhão ZERI na expo de Hannover, na Alemanha. Recentemente foi a cobertura do novo aeroporto de Madrid, que levou o bambu aos pódios europeus. O mercado está em vertiginoso crescimento, desde derivados e indústrias a desenvolver o uso directo do material natural, em colmos.

Estes são alguns exemplos de que o bambu tem futuro e arte para se desenvolver.

A questão da economia é muito importante também no tema do bambu, porque faz frente em resistências físico mecânicas à madeira, ferro e betão armado, com soluções mais rápidas de construção e mais económicas. Razão pela qual o seu desenvolvimento industrial e comercial tem vindo a ser abafado pelos interesses instalados. Além do mais, tem uma facilidade como alternativa construtiva à pré-fabricação, chamada auto construção. Se recuarmos a períodos anteriores à industrialização, a construção da habitação era feita individualmente ou com o apoio da comunidade, como hoje acontece em África e em regiões de pobreza.

Saliento um dado igualmente importante: segundo o protocolo de Kyoto o bambu será uma espécie dentro dos próximos anos a receber ingressos económicos fortes dada a sua capacidade de converter CO<sub>2</sub> da atmosfera e converte-lo em O<sub>2</sub>, uma das maiores necessidades que o nosso planeta atravessa. Considerando o seu crescimento rápido e por não requerer demasiados cuidados, protege e melhora os solos, têm óptimas características estruturais em espécies como *guadua angustifolia* y *guadua aculeada*, é leve e elegante, fácil de cortar e de transportar. Não restam dúvidas da sua potencialidade para a arquitectura e construção.

Numa opinião pessoal: Porquê do bambu? Das viagens que tenho realizado e opiniões trocadas com vários conhecidos amigos e defensores das potencialidades deste material, todos sentimos o seu subaproveitamento efectivo, ou seja, aplicações em situações de alojamento provisório de apoio às vítimas de guerras, de catástrofes naturais, e outros desastres humanitários, em desenvolvimento de bairro sociais no planeamento das cidades e arredores, zonas rurais. Bem como no esquecimento académico do mundo ocidental para quem este generoso recurso natural, de que dispomos com grandes potencialidades construtivas. É lamentável que as nossas leis e normativas não contemplem as mais valias que o bambu pode oferecer.

Tocando ainda na autoconstrução, este material também constrói casas sólidas para populações carenciadas e permite reabilitar a construção tradicional nas mais diversas regiões; ultimamente já existe alguma visibilidade nos media, assistindo-se a uma mudança de paradigma da solidariedade, função talvez da consciência crescente das limitações dos recursos do planeta e da necessidade de mudança.

O bambu é um material, como à frente veremos, que permite uma abordagem de projecto diferente e justa nos vários campos da arquitectura e da construção. Sejam eles museus ou modestos abrigos auto construídos, o bambu pode estar lá com segurança e estética. Só o negócio de alguns será menos florescente.

**\_ estado de Conhecimentos \_ experiências e testemunhos \_ do autor**

- \_ Estágio-científico sobre as favelas do rio sob orientação do Arq. Urb. Mário Jorge Jauregui e Prof. Doutor João Sousa Morais, 2006;
- \_ Colaboração com a ONG Bento Rubião, nos projectos direito a casa, Rio de Janeiro, Brasil, 2005 \_ 2006;
- \_ Licenciatura em Arquitectura pela F.A. – U.T.L. 2006;
- \_ Programa Erasmus na Universidade LA SAPIENZA, Faculdade de Arquitectura Valle Giulia, Roma, Itália, 2004;
- \_ Curso de Arquitectura Sustentável Instituto TIBA, Brasil 2005;
- \_ Curso de Construção em Bambu, Instituto TIBA, Brasil 2006.

**\_ 2010**

- \_ Professor de Desenho e Geometria de Belas Artes, UABJO, Oaxaca, México.
- \_ Conferencista no marco das II Jornadas Quercus de Arquitectura Sustentável, no painel de “Materiais e Tecnologias Sustentáveis”, realizado no auditório da biblioteca Municipal Almeida Garrett, Porto, Portugal.
- \_ Organizador e Instrutor do Workshop de **eco\_Adeias e arquitectura sustentável** \_ Monterrey, México.
- \_ Organizador e Instrutor do Workshop de “Materiales Nobres para a construção das instalações de ecoBodegas de Nopal Verdura e Tuna” ano em São Bartolo Coyotepec em apoiado pelo F.I.R.A. [Fideicomisos Institutos en Relacion com la Agricultura] do Estado de Oaxaca.
- \_ Construção da **Capela de São Isidro Lavrador**, em autoconstrução na comunidade de São Bartolo Coyotepec, Oaxaca, México.
- \_ Conferencista sobre o tema “**arquitectura sustentavel e granjas integrais**” no marco do encontro por uma vida automona “Repensar el agua desde el punto desde la sociedad civil”, Oaxaca, México.

\_ Conferencista sobre o tema “Materiais Nobres da Região \_ alternativas para a vivenda digna rural” na Universidade de la Cañada, UNCA, Oaxaca, México.

\_ Vencedor; em conjunto com o atelier BLAANC de Lisboa, do concurso internacional OPEN SOURCE HOUSE \_ emerging Ghana, com a elaboração de um protótipo de casa modelo sustentável e económica, Acre, Ghana.

## **\_ 2009**

\_ Professor de Desenho e Geometria de Belas Artes, UABJO, Oaxaca, México.

\_ Construção de Estrutura de bambu na praia de Zicatela \_ arquitectura suspensa, Oaxaca, México.

\_ Conferencista na Faculdade de Arquitectura da Universidade Autonoma Benito Juarez sobre o tema: “Do rizoma ao fragmento ...” [metodologia de projecto], Oaxaca, México.

\_ Investigação com pequenos produtores de Bambu para construção de estruturas na Costa Pacífica do Estado de Oaxaca.

\_ Trabalho de projecto e experimentação de protótipos com o Arq. Fulvio Capurso [experiência colombiana de bambu].

\_ Projecto e construção da **cenografia** com uma **estrutura de bambu** para a peça “a Morte” da Companhia Estatal de Dança Contemporânea de Oaxaca, México.

\_ Conferencista na Faculdade de Arquitectura da Universidade Autonoma Benito Juarez sobre o tema: **Sustentabilidade** [repensar o projecto], Oaxaca, México.

\_ Organizador e Instrutor do Workshop de **Projecto e Construção Sustentável em** Bambu na Faculdade de Arquitectura da Universidade Autonoma Benito Juarez

\_ Construção de uma estrutura de bambu para a Associação Civil Yu Xunaxi, Zaachila, Oaxaca, México.

\_ Conferencista no encontro do Nacional de Produtores de Nopal do México em Oaxaca sobre o tema: **vivenda digna** [materiais nobres da região], Oaxaca, México.

\_ Conferencista no encontro do Estatal de Produtores de Nopal do México em Oaxaca sobre o tema: **vivenda digna** [materiais nobres da região], Oaxaca, México.

Neste mesmo período recolhi dados e saberes variados junto de populações e profissionais diversos, casos de referência, estudos, trabalho com as comunidades de San Bartolo Coyotepec e Zaachila, visitas a obras, o mestre Chimo nas misturas, o Grande Guerito nos improvisos, Benito no Nopal e contatos, Víctor no campo florestal, antropólogo Leopoldo Maeyer, arquitecto Fulvio Capurso, psicólogo Rigoberto León, escultor Gabriel \_ o "Cubano", Luís Cabral na experiência, Efrain Vaquez nas dúvidas, Fabricio Villaverde na confiança, Prof. Doutor Jorge Spencer pelo incentivo e ao prof. Doutor Cabral de Melo na disponibilidade e orientação. Assim influências e expectativas aduzidas pelos meus alunos de belas artes na construção de carro alegóricos e esculturas no dia de mortos; com os quais; muito recentemente plantei o futuro jardim botânico da faculdade de belas artes de Oaxaca, UABJO, assinalando-lhes também que sabe quem estuda e inventa, cria e executa quem labuta.

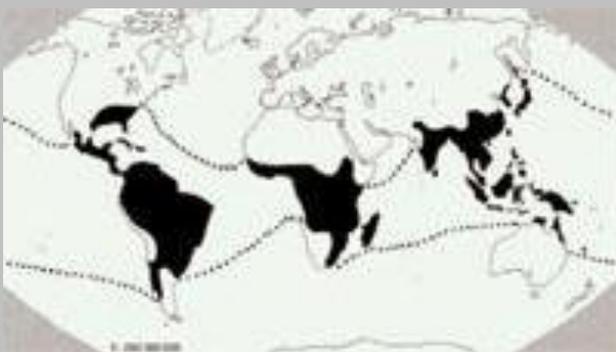


## desenvolvimento

### \_ primeiro capítulo \_ aproximação ao uso do bambu

#### \_ generalidades

Em 1778 Linné introduz pela primeira vez o nome bambu nos seus tratados científicos. Surge da palavra indiana “mambú” que à parte de ser família dos gramíneos (arroz, cana do açúcar) pertencente aos bambusoides: dividem-se estes em 75 géneros diversos e 1250 espécies de bambu, distribuídos nas zonas tropical, subtropical e temperada do planeta; todos os continentes são povoados de matas de bambu, à excepção da Europa **\_01**. Ásia é a zona considerada mais importante dada a variedade e quantidade que alberga, sendo 45 géneros para 750 espécies distintas. Resumindo: as características ambientais favoráveis ao crescimento de bambu: temperatura \_ entre 7°C e 40°C; sendo que as temperaturas altas aceleram o seu crescimento. As principais espécies utilizadas na construção desenvolvem-se em zonas húmidas e quentes com temperaturas superiores a 20°C, abaixo dos 600 metros de altitude; água \_ a necessidade deste elemento é questão preponderante para o seu crescimento [lugares onde a precipitação varia entre os 1200 e os 4000 mm/ano], embora existam algumas espécies que se desenvolvam a 6000mm/por ano; terreno \_ bem drenado, um misto de areia e argila, pendentes



\_01



\_02

pelos fluxos de água e terrenos alagados, pH ideal entre 5.0 e 6.5, ainda que a sua resistência e adaptabilidade lhe permitam viver em terrenos muito ácidos (3, 3,5). Nitrogénio, óxido de fósforo, potássio, cálcio e sílica são igualmente favoráveis ao crescimento da espécie.

O bambu desenvolve uma espécie de folha que produz apenas um ramo principal, quase sempre sem bifurcações ou hastes secundárias. Uma estrutura simples advém do seu rápido crescimento. De facto, comparada com outras espécies de flora, o bambu apresenta diferenças insignificantes entre géneros e espécies; na figura **\_02** podemos observar as partes iguais em todos os bambus. Este Broto gera o chamado colmo, o tronco de bambu que na sua maioria serão ocos. As poucas espécies que não têm a concavidade oco interior são de reduzida espessura, o que resulta não possuírem características que lhes permitam ser usadas em construção e por isso não serão tema desta dissertação.

O colmo está dividido por diafragmas, segmentando o bambu em gomos, no seu exterior surgem os nós e pequenos ramos secundários de onde derivam as folhas. A espessura é recorrentemente chamada parede.

## **\_ bambu no México**

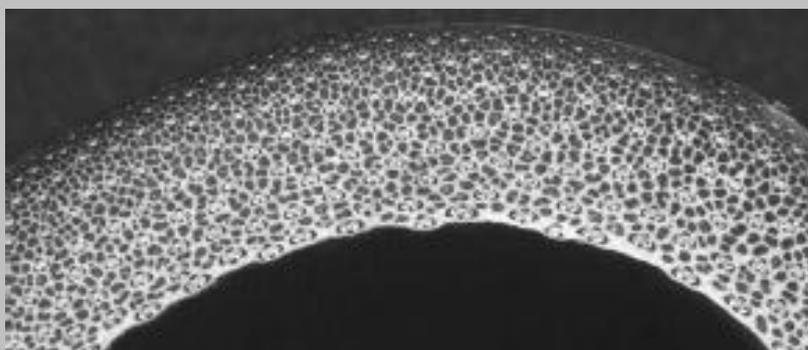
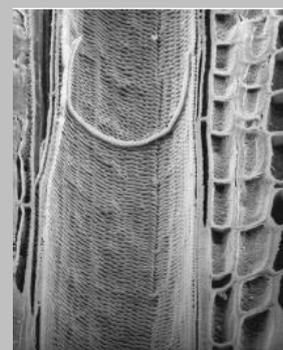
México onde decidi começar esta tese é um lugar por excelência adaptado e ideal ao cultivo e exploração de bambu; tem o clima indicado, espécies endémicas e tradição pré-hispânica de construção com o material, designadamente na zona da cidade de Puebla. As suas características geográficas são favoráveis a nível económico de mercado externo, devido à contiguidade terrestre com E.U.A. e por possuir costa em dois oceanos. O que lhe facilita trocas comerciais mundialmente. Existem vários estados que têm plantações de bambu descuidadas e subaproveitadas; a meu entender necessita-se um programa de educação, sensibilização e de valorização técnica e económica das potencialidades deste material.

Infelizmente só há pouco tempo as autoridades Mexicanas se estão dando conta da importância futura deste material: desde construção, produção de chá, tecidos, soluções decorativas, alimentícias, energéticas, entre outras, há possibilidades múltiplas e muito rentáveis. Tive a oportunidade de ser convidado para a reunião de negócio na Câmara Federal de Deputados, onde discutimos futuros e possibilidades para o bambu mexicano. Referiram-se espécies como *Guaga Augustifolis*, *Guadua Aculeada*, *Otate*, *Bambusa Vulgaris*; neste panorama esta pesquisa busca compilar experiências e informação que possam ser uma mais valia para o uso do bambu, colocando à disposição de produtores, arquitectos,

artesãos, artistas, donas de casa e curiosos. Começo assim esta dissertação pelo óculo do microscópio.

### **\_ estrutura microscópica**

A imagem **\_03** e **\_04** permitem observar a micro estrutura do bambu. Na primeira podemos observar que a zona externa da parede do bambu é mais densa, este  $\frac{1}{4}$  de milímetro tem uma alta quantidade de sílica que protege a planta de animais e insectos. Mas igualmente danifica as ferramentas que usamos para trabalhá-lo. A densidade das fibras de celulose vai decrescendo do exterior para o interior e são dotadas de grande capacidade de resistência. Em gíria bambuseira

**\_03****\_04**

são a razão porque chamam ao bambu o aço vegetal, pois na verdade a sua resistência é tão impressionante que pode ser comparada a um tubo de aço, sendo a parte externa aço de alta resistência e a interior aço de resistência normal.

Na segunda imagem vemos vasos vasculares que levam o amido e outras substâncias nutritivas ao longo da planta. As variações dimensionais destes vasos são longitudinais e transversais, contudo cada gomo tem variações radiais iguais. A disposição do tecido gerador não muda de sentido, sempre vai na direcção longitudinal. Os vasos vasculares são pequenos na parte externa e vão aumento de dimensão à medida que se aproximam do oco da vara da planta. As suas variações são mais evidentes a nível longitudinal, coincidindo com a diminuição de espessura da parede quanto mais alta se encontra. As células distinguem-se em dois tipos: forma alongada vertical e pequenos compartimentos cúbicos que os intersectam. O modelo estrutural destas células parenquimais ainda tem muito por

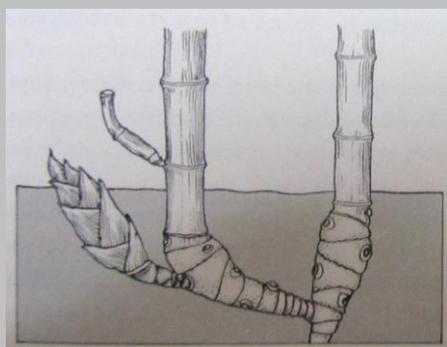
estudar dado o crescimento da planta ser de rizoma e aleatório; algumas delas podem continuar vivas mesmo 12 anos após o corte da planta.

A capacidade de retenção de água varia gradualmente ao longo do colmo 140% da base até uns 39% nas partes superiores, devido à diferença de espessura.

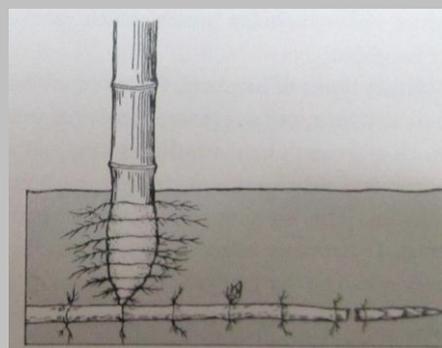
### **\_ crescimento do bambu**

No crescimento do bambu podemos considerar uma singularidade de combinação entre árvore, plantas com folha e palmeiras. Têm folhas em forma de lança como as plantas herbáceas, distinguindo-se o bambu pela sua longevidade, capacidade de ramificar e pelas suas características lenhosas. Como algumas árvores de folha caduca perdem folhas a cada estação e florescem novos ramos. A semelhança às palmeiras reside em nascer já com a circunferência definitiva sem engrossar sucessivamente, por isso não se pode saber a idade do colmo pela sua circunferência, mas sim pela aparência exterior (manchas e fungos).

O bambu distingue-se pelo seu crescimento aceleradamente rápido, alguns podem crescer até 1 metro por dia, sabendo-se que o seu crescimento é mais abrupto durante a noite. Desenvolve-se longitudinalmente de uma raiz de rizoma, único momento aleatório da natureza, constituída por duas partes, a raiz de rizoma e o broto que sai da terra. Demorando 12 anos para que os colmos atinjam a espessura máxima da espécie. O broto do rizoma, ou a parte da planta que está fora da terra é fundamental para a sobrevivência da planta, conectando os rizomas novos ao rizoma-mãe. Podemos separar o bambu em dois tipo de rizoma: monopodial e simpondial. Sendo que a maioria se expande de forma monopodial  
**\_05:** o rizoma cresce horizontalmente a uma velocidade de 1 a 6 metros anuais com



**\_05**



**\_06**

uma longevidade de aproximada de 10 anos. Lateralmente nascem as caras de bambu, é um rizoma típico de zonas subtropicais e temperadas.

As raízes simpodiais **\_06** apropriam-se horizontalmente do terreno em breves distâncias e desenvolvem-se de forma radial com 2 a 3 brotos por rizoma. Estes sistemas pode penetrar-se e unir-se formando capas únicas e compactas, por isso é um tipo de raiz muitas vezes utilizado para sustentação de barrancos e controlo de erosão de solos, pois retém as drenagens naturais de água, permitindo um aumento de humidade do terreno. É uma espécie típica de zonas tropicais.

Quando o broto desponta fora da terra, já contém em si todos os diafragmas que terá no seu tempo de vida e crescimento. O número de inter nós e diafragmas varia em cada espécie, sendo as espécies mais pequenas compostas de 15 a 20 segmentos, e as maiores entre 55 e 60. O comprimento varia de forma crescente da base até metade da vara e depois decrescente para o ponto mais alto, 35cm é a medida média dos gomos de bambu, que na sua maioria, como já referido, é oca entre diafragmas.

Depois do seu crescimento total nascem os ramos e folhas que permitem uma maior resistência às tensões laterais de ventos e impactos. A secção horizontal e regular na sua maioria tende a restringir-se quanto à espessura e diametralmente com a altura. Por isso os ramos mais altos são mais adequados à construção. Tarda 3 a 4 anos a adquirir a sílica exterior que o torna um material de alta resistência, período em que está apto para material de construção. A planta de bambu é como uma família que se vai regenerando: os colmos têm um tempo de vida limitado e quando atingem a sua maioridade servem de alimento aos mais jovens que lutam por chegar aos topos. De uma família, apenas 40% atingem sua plenitude e os demais são absorvidos **\_07**.

**\_ 07**

FULVIO CAPURSO.2006

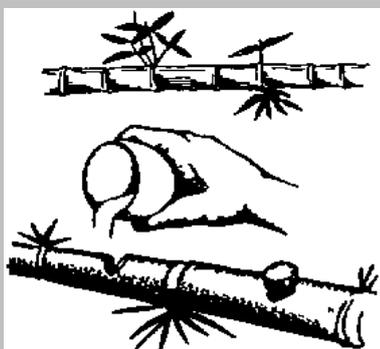
**\_ 08**

## **\_ maduração da planta do bambu**

Existe um fenómeno misterioso e raro na vida de uma plantação de bambu: ocasionalmente floresce **\_08**, dá fruto e depois toda a plantação morre. O ciclo de vida varia entre 3 a 4 anos nas espécies pequenas e mais de 100 anos nas maiores. Podemos dividir este florescimento em dois tipos, parcial e massivo. No primeiro apenas morrem alguns colmos isolados, enquanto no segundo o fenómeno dizima a população toda. Depois de um ano nascem pequenos bambus que não ultrapassam 1 metro de altura dada a fragilidade do rizoma que os gerou. Teremos de esperar 12 anos até voltar a ter a força anterior, contudo nos tempos que correm e dada a produção ser um papel importante de economia para pequenos e grandes produtores, replantar poderá ser uma solução mais rentável.

## **\_ plantação**

O processo de plantação consiste em três metodologias principais, sendo a primeira típico da Costa Rica: coloca-se a vara de bambu verde horizontalmente, fazendo um pequeno orifício em cada gomo, enche-se de água e cobre-se com terra a uma profundidade de 30 a 50cm; passadas 2 a 3 semanas começam a despontar os brotos de bambu **\_09**. Na Ásia cortam pedaços de bambu com 2 ou 3 nós e plantam verticalmente, com um nó plantado a 1 metro de profundidade, tendo em atenção não deixar copo na extremidade de cima para que a água não se acumule e disso advenha apodrecimento da planta. A última e muito vulgar na América Latina: cortam-se os nós de cada gomo e dispersam-se pelo terreno **\_10**.



**\_09**



FULVIO CAPURSO.2006

**\_10**

Contudo a maioria dos bambus mundiais nascem de forma natural, nas florestas e bosques, de onde são recolhidos pelos produtores que cuidam as matas.

Historicamente em mundos rurais, perto das matas naturais, as populações usam recorrentemente o bambu para o seu quotidiano, desde barracas, objectos e utensílios artesanais, etc. O domínio de grande parte das matas naturais de bambu pertence ao Estado e associações florestais, que infelizmente começaram a cobrar taxas de corte às populações rurais, o que tornou o uso de bambu cada vez menos atractivo. Além disso muitas vezes o bambu é considerado, por ignorância, uma árvore e criam obstáculos ao seu corte por conceitos errados de protecção à desflorestação.

Uma apropriação adequada dos ramos de bambu permitiria às populações indígenas e confinantes com matas naturais usufruir deste recurso eternamente. Mas quanto ao corte de varas deixaremos para mais adiante para não nos perdermos no tema. Criar associações de produtores poderia ser uma solução para conseguir capacitação e maquinaria a custos menos elevados e permitir um aumento do cuidado de matas e incentivo de produção. A plantação a larga escala dificilmente é viável com um só produtor, pelo que normalmente advém de sociedades de pequenos produtores.

### **\_ selecção adequada das varas**

Critério de selecção de bambu adaptado a aplicações estruturais:

\_ colmos erectos e direitos **\_11**;

\_ varas esbeltas com diâmetro variável entre 5 e 25cm;

\_ espessura superior a 1 cm;

\_ gomos curtos e bem revestidos de sílica;

\_ varas maduras depois de cortadas deixadas 2 semanas verticalmente na mata para reduzir a quantidade de amido;



**\_11**

- \_ boa resposta ao tratamento de preservação;
- \_ alta densidade de matéria lenhosa;
- \_ alto número de vasos vasculares

Sendo exemplo de: *Bambusa bambos*, *B. balcow*, *B. blumeana*, *B. vulgaris*, *Dendrocalamus giganteus*, *D. asper*, *D. membnaceous*, *D. strictus*, *Gigantoclhoa opus*, *Guadua Aculeada*, *Guadua angustifolis*.

Os desperdícios são utilizados para construção mas sobre forma de derivados.

### **\_ espécies utilizadas na construção**

Aqui refiro algumas espécies usadas na construção a nível mundial, embora existam outras com distintos usos, considerarei as seguintes como mais significativas:

*Bamboosa balcoa* e *Dendrocalamus balcooa* **\_12** é uma espécie que atinge alturas muito elevadas próximo aos 30 metros, sustentada por um cilindro oco de diâmetro, que varia entre 8 e 15cm. A sua cor varia de cinzento esverdeado ao branco, com uma potente estrutura de parede que alcança os 2,5cm. Os anéis dos diafragmas são brancos e o inter gomo oscila entre 30 e 45cm. As folhas são longas e em forma de lança (25cmx4cm). Pensa-se que esta espécie é originária da zona NE da Índia, sendo hoje cultivada em vários lugares Asiáticos e na Austrália. É uma planta tropical de clima de monções, plantada até uma altitude de 700 metros. Desenvolve-se em terrenos argilosos e compactos, podendo sobreviver até temperaturas de -5°C. É utilizada com fins estruturais de média resistência, pequenas pontes, mobiliário de boa qualidade, utensílios vários, brotos comestíveis, sendo as folhas usadas como comida para animais, papel, e tecido.

*Bambusa bambos* b. *Arundinacea* e *b.spinosa* **\_ 13** espécie de bambu espinhoso que cresce em grupos de arbustos muito densos, com ramos curvos, apresenta um colmo muito recto e luminoso, atingindo igualmente uns impressionantes 30m de altura. O inter gomo varia de 20 a 40cm, com um diâmetro que oscila entre 15 a 18cm. A parede pode atingir 1,4 cm de espessura. Em climas secos esta espessura aumenta. Os ramos curvos apresentam na sua composição espinhos numa proporção de 3 por folha. As folhas variam entre 6-22 x 1-3cm com um ciclo de florescimento de 30 a 45 anos. O método mais eficaz de plantação é por estacas verticais. Este bambu é cultivado na Índia, Bengala, sul da China, é a

espécie mais comercializada na Tailândia, Nepal, Indonésia, Vietname, Filipinas, etc. O clima apropriado é zonas húmidas e clima equatorial e tropical não muito seco. Desenvolve-se em terrenos pobres e ricos; contudo prefere acidez de solos. Pode crescer até 1200m de altitude com um limite de temperatura de -2°C. Destaca-se a grande capacidade de regeneração de terrenos. Normalmente é usado como material de construção, papel [devido ao comprimento das fibras], móveis de qualidade superior, cerveja e plantio para protecção de ventos.

*Dendrocalamus giganteus* e *B. Gigantea* \_ **14** é a maior espécie conhecida, podendo atingir uns incríveis 60m de altura, um diâmetro até 25cm, espessura rondando os 2.5 a 3cm. Apresenta um inter gomo de 40-50cm. As suas cores variam de verde pálido a verde escuro. As folhas compreendem um intervalo de 20-40 a 3-7cm. Originário da zona NO da Tailândia, pode ser encontrado na Índia, Sri Lanka, Bangladesh, Nepal, Vietname, China, Indonésia, Malásia, Filipinas e algumas pequenas plantações introduzidas no Brasil. Planta de clima tropical, geralmente de terrenos ricos em plantações até 1200m de altitude. Temperatura mínima de -2°C. Pela sua evidente resistência é solicitada para colunas e traves estruturais, produção de papel, mobiliário, aglomerados e derivados, e como alimento altamente nutritivo.



DO AUTOR.2009

**\_12**

FULVIO CAPURSO.2006

**\_13**

FULVIO CAPURSO.2006

**\_14**

*Guadua Angustifolia* \_ **15** este bambu é uma espécie originária de Sul e Centro América. Caracteriza-se por ter uma capacidade de regeneração forte e alterar o seu estado de maturidade em períodos muito curtos. O tempo que permanece em maturidade chama-se tempo de passagem, o que implica que deve ser cortado antes que envelheça e comece a perder qualidades mecânicas. Pelo que o cuidado com o gradual [mata de Guadua] terá de ser constante e atento. Esta espécie é considerada a melhor espécie do planeta para construção e

com maior resistência. É também o bambu mais estudado e experimentado. Atinge a sua máxima altura num curto período de 6 meses, tardando 3 a 4 anos para atingir a maioridade ideal de corte. Funciona bem na recuperação de solos e aumento de nível freático de rios e ribeiras. O bosque que cria alberga várias espécies de aves, primatas e insectos criando ecossistemas próprios. Distribui-se por países como Colômbia, Equador, Costa Rica, floresta Amazônica e Mato Grosso no Brasil, Panamá e, recentemente, no México. Cresce em terrenos entre os 900 e 1600 metros de altitude, com temperaturas que oscilam de 20°C a 28°C e com humidades relativas de 80%. pH do solo ligeiramente ácido, terreno poroso e profundo. Amplamente usado em construção de casas e infra-estruturas, reforço de paredes de terra e concreto. Utensílios vários.

*Guadua Aculeata* \_ **16** rizomas paquiformes de onde brotam colmos de vão de 12 a 25 metros de altura, com um diâmetro de 20 a 25cm. Os inter gomos vão dos 22 a 30 cm de comprimento o que lhe dá uma resistência mecânica muito superior à maioria dos bambus devido ao curto espaço, com uma espessura da parede 1,8 a 3cm é um dos mais grossos do mundo. Cor café esverdeado e acabado natural muito elegante. As folhas vão até 20cm de comprimento e 3cm de largura com espinhos nos ramos secundários. Originário do México é considerado um dos mais aptos à construção; as populações pré-hispânicas utilizavam este bambu na construção de casas. Hoje existe na Guatemala e Honduras. Predomina em zonas tropicais em altitudes compreendidas entre 100 e 600m. É uma espécie pouco estudada devido ao subdesenvolvimento mexicano na área do Bambu. É usado na construção rural e em alguns exemplos recentes de modernidade. Utensílios vários.

*Bambusa Vulgaris* \_ **17** bambu de média dimensão que cresce em grupos de arbustos pouco densos, podem atingir 8 a 20 metros de altura, na coloração existem duas subespécies: verde de vários tons verde e amarelo, que criam texturas elegantes. O inter gomo está compreendido entre 25-35cm com um diâmetro de 5 a 12cm e com uma espessura de 0,7 a 1,6cm. Como o nome indica é um dos bambus mais propagados a nível mundial. A sua origem é desconhecida, estende-se por todas as zonas tropicais do globo. Cresce em condições variadas com grande facilidade de adaptação a terrenos, aguentando alturas superiores a 1500 metros e temperaturas que podem descer até -3°C. Resiste a grandes temporadas

de seca. Tem como usos mais comuns a construção rural, abrangendo uma enorme quantidade de utilizadores. Mobiliário, artesanato, produção de papel, pelas suas cores como ornamentação, produtos medicinais, sustentação de barrancos e terrenos inclinados, evitando desmoronamentos em zonas de grande intensidade



\_15



FULVIOCAPURSO.2006

\_16



DO AUTOR.2010

\_17

pluvial.

*Bambusa Polymorpha* \_ espécie de média altura podendo atingir os 25m, com um dia metro maior que 15cm e espessura interna de 2cm. A folhagem oscila netre 10 e 20cm por 2,8cm com um ciclo previsto de floração na ordem dos 50 a 60 anos. Nativa do Bangladesh é facilmente encontrada na india, tailandia. Cresce naturalmente em zonas semi humidas e terrenos ricos. É utilizado principalmente como material de construção, sendo a sua qualidade de resistência media. Artesanato local, produção de papel e produção de mobiliário igualmente de qualidade media. Os brotos são comestíveis.

*Bambusa Tulda* \_ esta espécie pode atingir os 25 a 30metros e raramente perde a sua folhagem, permanecendo sempre verde durante todo o periodo de crescimento. É de crescimento rápido atingindo diâmetros entre 5 e 10cm e paredes finas de 0,4 a 0,7cm. O inter gomo pode atingir 60cm de altura, e as folhas 15 a 25 x 2,4 cm. O florescimento ocorre em periodos de 25 a 40 anos.

Esta distribuida por India [origem], bangladesh e Tailandia. Cultivada no Vietman, Nepal e Filipinas. Necessita de clima equatorial, e desenvolve-se em bosques de arvores de folha caduca nas temperaturas entre 4 a 47°C. É normalmente usado para mobiliario, utencilios varios e pequenas estruturas em zonas rurais. Usado também na produção de papel e como alimento.

*Denrocalamus Asper* \_ esta espécie têm colmos que oscilam entre os 20 e os 30 metros de altura, sendo os seus internós aproximadamente entre 20-45cm. O

diametro pode atingir uma dimensão de 20cm, com uma espessura de parede relativamente subtil 11-20mm. As suas folhas medem 20x2,5cm.

Está distribuída e significativamente explorada e utilizada na Tailândia, Vietnam, Malásia, Indonésia e Filipinas. Comercialmente é muito requisitada nos países sul asiáticos. O clima propício ao seu crescimento é semi arido, sendo os terrenos adequados ricos e pesados, bem drenados e arenosos, em altitudes até aos 1500 metros. Pode resistir a temperaturas baixas até aos -3°C. É utilizado principalmente como material estrutural de boa qualidade, muito resistente e alto. É um dos materiais utilizados para a construção de grandes estruturas comunitárias em zonas rurais, devido a sua grande resistência e durabilidade naturais. É usado igualmente para mobiliário, instrumentos musicais, e utensílios vários. Os brotos são muito apreciados na gastronomia local, devido às suas características doces e saborosas.

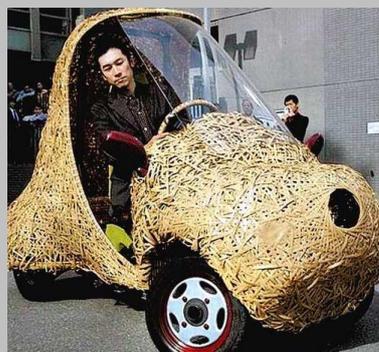
*Dendrocalamus strictus* \_ os colmos medem de 8 a 20 metros, os internós de 30 a 40cm com um diametro estreito que oscila entre 2,5-8cm. É nativo da Índia, Nepal e Bangladesh, hoje existe e é amplamente cultivado em todos os países do sul do continente asiático. Clima e terreno: esta espécie cresce nas florestas da zona semi-áridas, o rizoma pode produzir uma quantidade incrível de 150 a 180 colmos. Resiste bem a períodos secos, contudo têm um melhor crescimento em zonas tropicais úmidas em altitudes até 1200 metros. Os terrenos devem ter grande quantidade de água e uma boa drenagem. Pode aguentar geadas e temperaturas negativas de -5°C. É utilizado na construção apenas em estruturas ligeiras. É largamente utilizado na construção de móveis e para a produção de papel.

*Gigantochloa Apus* \_ é uma espécie muito fina, com colmos que medem de 8 a 30 metros de altura e os seus diâmetros oscilam entre 4 e 13cm e a espessura das paredes é de cerca de 1,5cm. É uma espécie muito flexível, permitindo arcos e curvaturas. Cresce selvagem na Tailândia e é cultivado na Indonésia, Malásia e Índia. Cresce em terrenos ricos e necessita muita água. Existe em alturas máximas de 1500 metros e tolera temperaturas até aos -2°C. É usado principalmente para artesanato e como elemento secundário em acantamento de coberturas e paredes.

*Gigantochloa Levis* \_ os colmos atingem alturas de 30 metros, com diâmetros entre 5 e 6cm com uma espessura de parede de 1,2 cm e folhas medindo 35 x 7cm.

Origem desconhecida, porém muito cultivada nas Filipinas, Malásia, zona Este da Indonésia, na ilha de Kalimantan, na China e no Vietnã. Os terrenos são ricos e clima úmido tropical. Os usos: é um ótimo material para a construção de estruturas e os brotos são comestíveis de ótima qualidade. Instrumentos de cozinha e mobiliário.

*Phillostachys Pubescens* \_ é um bambu que atinge alturas de 20 metros com um diâmetro significativo de 18cm. Os colmos são muito resistentes e apurados. Cultivada em vários terrenos diferentes até alturas de 1500 metros e resiste a temperaturas de -5°C. Esta espécie é nativa da China e é cultivada na Coreia e Vietnã. Os seus usos principais são estruturas pesadas na construção e utensílios domésticos.



\_18

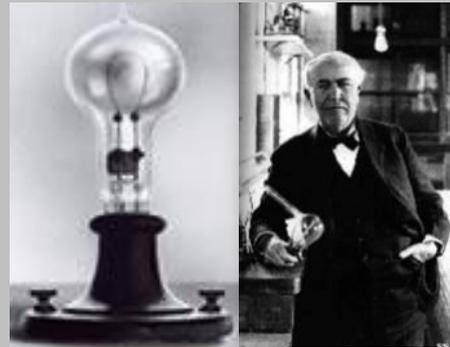
### \_ pequena história do uso do bambu

Um detalhe: este tema aborda uma compreensão do bambu no mundo. Voltando alguns anos atrás veremos a importância do bambu em algumas invenções. Na China medieval no período de Hong Bao e Zhou Man o imperador enviou a maior frota de barcos ao longo do Índico para dar a conhecer o poder do império chinês, estabelecer acordos e para futuras trocas comerciais e impor ao mundo inteiro um sistema de tributos. O bambu entra na construção das grandes barcaças de guerra que podiam atingir uns incríveis 140m de comprimento e 54m de largura, aproximadamente um campo de futebol dos nossos dias. Utilizaram setas de bambu que envolvidas em pólvora aumentavam a distância de tiro, uma técnica criada primeiramente para espectáculos pirotécnicos. Dadas as suas características de alta resistência à tracção os chineses realizavam pontes

suspensas em bambu, sendo o recorde o da maior ponte suspensa mais larga do mundo ser de bambu \_ **19**. Utilizavam a parte externa do bambu para fazer cabos com mais de 120m de comprimento. A mesma técnica usou-se para criar diques e bancos fluviais. Também grandes cestos de bambu repletos de pedras cumpriam a função desejada. Uns anos mais tarde Thomas Edison utilizou um filamento de bambu carbonizado para iluminar a sua primeira lâmpada incandescente \_ **20**.



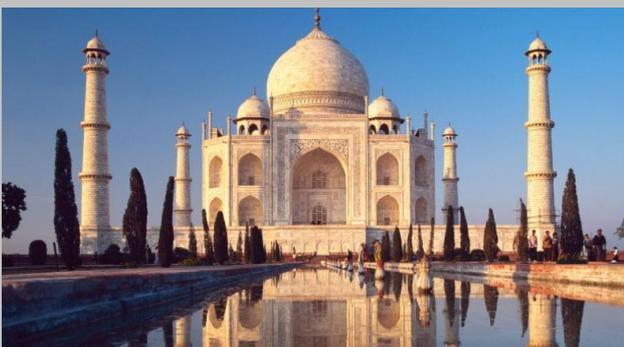
\_ **19**



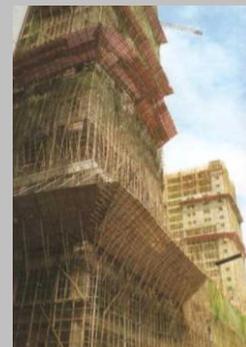
\_ **20**

No campo da aeronáutica vem a ser usado como telas e estruturas para dirigíveis, aviões \_ frota chinesa da segunda guerra mundial \_ construção de um aeroplano completamente de bambu nas ilhas Filipinas. A cúpula do famoso Taj Mahal \_ **21** é feita de bambu revestida de pedra.

Uma longa história como material de construção no sueste Asiático e América do Sul, o bambu foi recorrente na arquitectura vernácula. Actualmente em Hong Kong todas os andaimes \_ **22** de edifícios altos e auto-estradas são realizados com bambu amarrados com ripas de bambu com 1mm de espessura. No Japão as tradicionais casas de chá. Desde papiros a tecidos até ao papel das últimas décadas este recurso tem vindo a ser utilizado apesar das novas indústrias [cimenteiras, metalúrgicas, etc.] tentarem ofuscar a sua potencialidade por questões políticas e interesses económicos.



\_ **21**



\_ **22**

Já em período pós industrial surgem correntes mais críticas ao caminho que estávamos levando e o bambu volta a ser contemplado. Na Colômbia a espécie *Guada Angustifolia* surge aliada a um grupo de arquitectos e construtores como um renascimento deste material e têm vindo a desenvolver muitos estudos e encontros de difusão e ensino do correcto uso do bambu. A facilidade de corte, de transporte, os baixos recursos necessários para cuidar matas, prevenção acessível e velocidade de operação, são elementos que não deixam dúvidas do seu futuro. Começa a febre do novo material, dizem, embora só estivesse esquecido no transcurso da história que criámos.

Desde que lembra o homem o bambu foi utilizado como alimento, artesanato, móveis, utensílios vários (facas, cestos, copos, ...), para a construção de casas, principalmente em zonas rurais. Servia para o uso da água, realizar moinhos de água e como recipiente para mel e leite. Para preservar o sal, chocolate e sementes. O aparecimento do betão armado teve grande impacto social, nos restauros de centros históricos, novos edifícios transportaram a fama de materiais nobres como madeira, terra, bambu para segundo ou mesmo quinto plano; criou-se o estigma que construções dessas são "casas de pobre". Este factor é decisivo para a descontextualização rural que vivemos, onde o lugar perdeu identidade e os muros de blocos cinzentos se apoderam da paisagem. Um à parte: comento que já nos toca aos especialistas da construção e pensamento urbano, paisagístico e rural começar a repensar os nosso egos estéticos e ser mais coerentes.

Voltando à história saliento edifícios com o pavilhão ZERI \_ **23** do arquitecto Simón Velez, referência na construção em Bambu, construído na Colômbia e reproduzido na Feira internacional de Hannover, Alemanha; o aeroporto de Madrid



FULVIO CAPURSO.2006

**\_23**

DO AUTOR.2010

**\_24**

JOSÉ GUSTAVO.2007

**\_25**

Barajas \_ **24** em Espanha; o Museu Móvel do Socalo da Cidade do México \_ **25**; o auditório do parque Flor del Bosque em Puebla, México \_ **26**; a Faculdade de Arquitectura da Arménia, Colômbia \_ **27**.

O mundo dos derivados \_ **28**, que foram os últimos a surgir, contudo é um mercado emergente que está sob atenção de investidores por todo o mundo, desde cerveja chinesa, tecidos para grandes marcas de roupa, aglomerados e parquet para construção, com desempenhos significativamente melhores que a madeira, mesmo cigarros podem ser um mercado a explorar. Até para o panda é alimento de eleição.



**26**

DO AUTOR.2010



**27**

FULVIO CAPURSO.2006



**28**

## \_ **segundo capítulo** \_ análise

### \_ **características estruturais**

O bambu tem ótimas características estruturais em comportamentos de tracção, compressão e flexão. Para a realização de testes utiliza-se um bambu de idade superior a 3 anos e selecciona-se um inter gomo completo para que sejam viáveis os valores obtidas. Consideramos também alguns factores importantes, como sejam: o bambu que cresce em pendentes é normalmente mais resistente que o bambu desenvolvido em vales. As plantações em terrenos pobres e secos são geralmente mais resistentes. As propriedades mecânicas vão depender também da espécie botânica, da idade do bambu, da quantidade de humidade, das diferentes partes da vara, da posição dos nós e inter gomos, da espessura da parede da planta.

O material de cada espécie deve ser recolhido de várias plantações e áreas de corte, de modo a termos resultados médios que possam garantir a segurança das conclusões.



\_29

### \_ **propriedades de estruturas cilíndricas ocas**

A figura **\_29** mostra uma secção transversal de uma vara de bambu em comparação a uma viga de madeira. Segundo J.J.A. Jansen podemos analisar estas duas secções diferentemente; dada sua forma cilíndrica e oca do bambu consideramos:

$$A = \pi (D^2 - d^2) / 4$$

$$I = \pi (D^4 - d^4) / 64$$

onde:

$I$  é o momento de inércia em  $\text{mm}^4$

$A$  é a área da secção em  $\text{mm}^2$

$D$  é o diâmetro externo em  $\text{mm}$

$d$  é o diâmetro interno (para muitas espécies de bambu  $d = 0.82 D$  )

$t$  é a espessura da parede da vara (evidentemente  $D = d + 2t$ )

Utilizando o valor de  $0.82 D$  poderemos dizer:

$$I = 0.027 D^4$$

$$A = 0.26 D^2$$

Agora temos de comparar  $I$  e  $A$ , mas  $I$  é expresso em  $\text{mm}^4$  e  $A$  em  $\text{mm}^2$ , por isso elevado ao quadrado obtemos:

$$A^2 = (0.26 D^2)^2 = 0.07 D^4 \text{ ou seja:}$$

$$I/A^2 = 0.40$$

Para secções de madeira muitas vezes consideramos secções onde  $h = 2b$

$A = bh$   $I = bh^3/12$  com  $h=2b$  obtemos

$A=2b^2$   $I = 8b^4/12$  elevando  $A$  ao quadrado chegamos a

$$A^2 = 4b^4$$

$$I/A^2 = 0.16$$

Concluimos, portanto, que existe uma diferença de 2.5 pontos a favor da secção oca do bambu, evidenciando a vantagem geométrica da vara de bambu sobre a viga de madeira maciça.

### **\_ selecção, corte e marcação**

O processo de selecção das varas de bambu deve ser cuidadoso e realizado por profissionais qualificados, que saibam distinguir quais colmos são os apropriados para os testes a realizar. Deverão recolher amostras de várias zonas da plantação em estudo, para o campo de estudo ser suficientemente heterogéneo. Varas danificadas, secas ou quebradas não deverão ser utilizadas.

Para o corte marcam-se os colmos de bambu com uma linha de 1m de tinta branca desde a sua base, indica-se o nome da espécie, da localidade, o número da zona, idade, nº de nós na linha branca, data de corte e assinatura de quem marcou a vara. O corte realiza-se na parte inferior da linha branca e de acordo

com os métodos locais; contudo uma medida é unânime: cortar o bambu nos nós, de modo a não formar copo onde possa acumular água e apodrecer a raiz. As amostras realizam-se cortando horizontalmente em secções adequadas a cada teste, marcando porém as referências do bambu e a altura de corte (base, meio, cima).

As amostras deverão ser enviadas a laboratório num período não superior a 2 semanas após o corte. Caso não seja possível deverá proteger-se a amostra de bambu seleccionada, da chuva, sol e do solo.

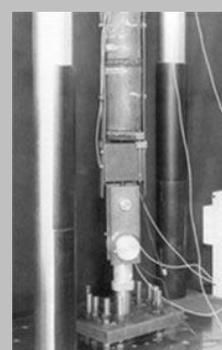
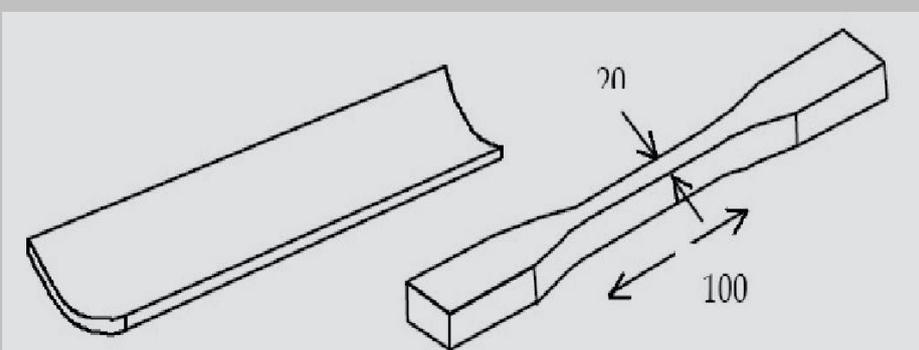
### \_ **quantidade de humidade**

Através do método de perda de peso por secagem podemos determinar a quantidade de humidade das amostras para poder realizar os testes físicos e mecânicos. Este tipo de teste tem uma precisão de 1 centésima de grama, e realiza-se num forno a temperaturas de 100°C a 105°C: durante 24 horas o peso é registado a cada 2h para obtermos o comportamento evolutivo. A humidade do colmo para testes deve rondar os 12%.

### \_ **propriedades mecânicas**

#### \_ tracção

A prova de tracção é o teste mais comum realizado em materiais, no caso do bambu temos de ter algumas considerações, dado as extremidades serem frágeis, temos de garantir que a pressão exercida não danifique as amostras. Assim deveremos raspar \_ **30** a parte intermédia para facilitar a fixação da prova nas suas extremidades, de acordo com as recomendações de INBAR STANDARD FOR



\_ **30**

DAVID TRUJILLO CHEATLE .2002

DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BAMBOO, instituição que desde 1999 homologa os testes sobre este material.

Em algumas provas experimentais resultou que as secções de bambu que continham nós tinham menos resistência que os pedaços livres. Assim, em proposta de INBAR, aconselha-se que usemos provas com diafragma de modo a termos os valores reais de resistência. A tensão máxima de resistência determina-se pela seguinte fórmula:  $\sigma = F_{ult} / A$  medida em N/mm<sup>2</sup> , onde  $\sigma$  é a última tensão de tracção,  $F_{ult}$  é a carga onde a amostra se rompe e A é a área de secção. O módulo de elasticidade E deve ser calculado fazendo a média de leitura entre a medição da tensão como uma função linear e o esforço de tensão compreendido entre 20 % e 80% de  $F_{ult}$ .

### \_ compressão

Os testes de compressão normalmente são considerados testes de execução, sendo exemplo, com uma secção de madeira bastará colocá-lo entre dois discos de metal e aplicar força até à rotura do material. Para caso da secção oca de bambu temos uma vez mais de considerar outros elementos para as provas. Segundo INBAR as amostras deverão ter uma altura 1 a 2 vezes o diâmetro, de modo a conseguirmos os valores efectivos do material sem efeitos secundários como a instabilidade de carga de ponta. Os extremos devem ser lisos e com uma desvio máximo de 0.2mm. Para determinar o módulo de elasticidade E devem aplicar-se os valores de tensão, pelo menos 2 por prova. A compressão implica um aperto nas fibras, sendo consequência, uma deformação lateral **\_31** (Poisson Efect), devido às distâncias das fibras ao centro. Nestes testes pode-se observar facilmente a deformação causada por este fenómeno, os dois discos que comprimem a



\_31



\_32

amostra exercerem atrito sobre as extremidades externas. Em 1991 Oscar Arce resolveu a necessidade de evitar este problema **\_32** que resultava na não completa veracidade dos resultados, colocando folhas de metal fino sobre o disco eliminamos a fricção. A menor resistência à compressão paralela das fibras (que resulta ser 1/3 respeito à tracção) deve-se a essência das fibras radiais que se unem com as fibras longitudinais numa matriz linear débil. O diafragma ajuda até um certo ponto, pois apresenta uma resistência fraca à tracção no seu plano, permitindo rotura à compressão, conhecida como separação das fibras longitudinais.

a tensão máxima de compressão resume-se na seguinte fórmula:

$$\sigma = F_{ult} / A \text{ em N/mm}^2$$

onde:

Onde  $\sigma$  é a última tensão de compressão,  $F_{ult}$  é a carga por onde a amostra se rompe e  $A$  é a área de secção. O módulo de elasticidade  $E$  deve ser calculado fazendo a média de leitura entre a medição da tensão como uma função linear e o esforço de tensão compreendido entre 20 % e 80% de  $F_{ult}$ .

\_ instabilidade de cargas pontuais

Trata-se da instabilidade de uma carga sobre uma coluna delgada. Numa vara de bambu podemos calcular este esforço utilizando a equação de Eulero, existe contudo o problema de determinar o momento de inércia de um elemento levemente cónico, dada a irregularidade do bambu que apresenta nós a diversas distância e um módulo de elasticidade variável e não rectilíneo. Os estudos de Acre comprovam que a equação de Eulero é aplicável, sem considerar a imperfeição do colmo. Todos os demais factores podem ser considerados como factores de correcção desta equação. Para alguns bambus aceita-se a relação linear existente entre o comprimento da vara e os valores de grandeza de  $E$  e  $I$ . Significa que se pode medir o diâmetro na extremidade do colmo, calcular os respectivos momentos de inércia e proceder com a medida linear dos valores de  $I$  nos extremos. Ao mesmo tempo os valores de  $E$  podem ser obtidos como média dos dois valores nas extremidades.

Exemplo de cálculo:

dividiram-se as colunas em cortes: curtos ( $\lambda < 30$ ), médios ( $30 < \lambda < c_k$ ) e compridos ( $\lambda > c_k$ )

onde:

$$C_k = 2,72 \times (E/f_{adm})^{-2}$$

As colunas curtas cedem por compressão, sendo a carga admissível calculada por:

$$P_{adm} = f_{adm} \times A$$

As colunas médias cedem pela combinação de instabilidade e compressão simples, sendo a carga admissível calculada por:

$$P_{adm} = f_{adm} \times A \times [1 - (1/3 \times (\lambda/c_k)^4)]$$

As colunas largas cedem por instabilidade. Considerando uma adequada segurança podemos calcular a carga através da teoria de Euler:

$$P_{adm} = 4,93 \times (E \times A / \lambda^2)$$

Os elementos submetidos a flexões devem satisfazer a seguinte equação:

$$(P/P_{adm}) + (k_m \times M / (Z \times f_m)) < 1$$

Onde:

$f_m$  : esforço admissível de flexão

$M$  : valor absoluto do momento flector máximo do elemento

$P_{adm}$  : carga axial calculada

$Z$  : módulo de secção

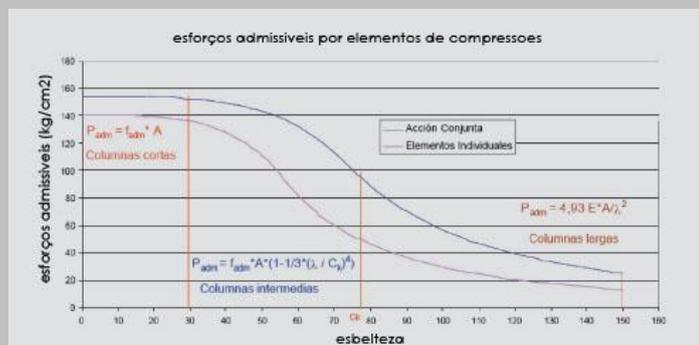
$P$  : carga axial aplicada

$k_m$  : Factor de aumento do momento devida à presença de carga axiais

$$k_m = 1 / (1 - (1,5 \times P / P_{cr}))$$

$$P_{cr} = \pi^2 \times E \times I / l_0^2$$

Definitivamente podemos afirmar que o bambu suporta muito bem a instabilidade lateral; na verdade dentro das secções possíveis a cilíndrica tubular é a melhor, como já tínhamos referido anteriormente, dado possuir maior momento de inércia. **\_33**



**\_33**

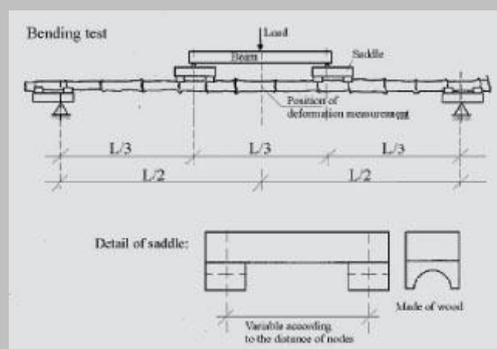
## \_ flexibilidade

Testes de flexão causam esforços de compressão na parte superior da secção da trave, paralelos à fibra que não causam problemas ao material. Contudo esta compressão provoca deformação ortogonal nas fibras (lineares), provocando aqui um ponto débil. Se são vãos pequenos as traves podem ceder por corte, se são grandes vãos cedem por flexão. Em provas que realizei na Universidade Atonoma Benito Juarez chegamos a valores 18 a 20 toneladas para tornar uma vara de bambu *Guadua Angustifolia*, numa secção de diâmetro 8cm.

Concluindo assim que, o bambu tem alta resistência mecânica à flexão; o detalhe surge nos apoios e uniões que por vezes não aguentam a pressão exercida estilhaçando o bambu. Podemos assim melhorar o seu comportamento reforçando uniões e área de apoio reduzindo a deformação causada pelas forças de compressão **\_34\_35\_**.



\_34



\_35

## \_ corte

A resistência ao esforço de corte é considerada de grande importância no estudo do bambu, pois existem várias uniões entre traves horizontais a cutelo com os pilares. O esforço de corte diminui ou aumenta de acordo com a espessura da parede da vara. Com espessuras de 10mm obtemos um esforço ao corte inferior apenas de 1% relativamente a uma parede de 6mm. Isto explica-se com a distribuição das fibras de alta resistência presentes na secção transversal. As zonas próximas dos diafragma têm resistências maiores por isso as uniões são colocadas preferencialmente nas suas proximidades. A prova realiza-se com a mesma maquinaria do teste de compressão colocando dois triângulos de metal

inversamente nos dois discos \_ **36**. Com este método podemos medir o corte em 4 pontos. Devemos ter atenção em colocar os triângulos no centro da amostra.

a última tensão tangencial deve ser calculada pela formula:

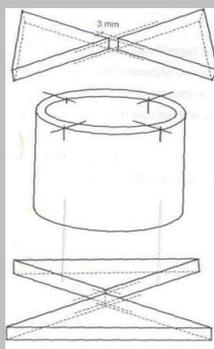
$$\tau_{ult} = F_{ult} / \Sigma (t \times L) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

onde:

$\tau_{ult}$  é a tensão tangencial de rotura

$F_{ult}$  é a carga de rotura, N

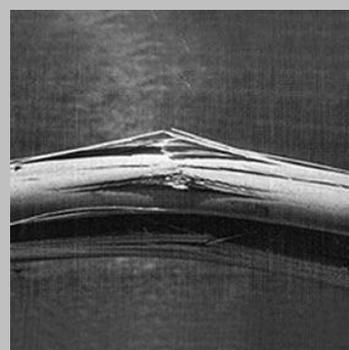
$\Sigma(t \times L)$  é a soma dos quatro produtos de t por L



**\_36**

### **\_ comportamento à rotura**

A rotura do bambu pode ser total no caso de o sentido acompanhar uma fibra e atravessar toda a vara. Esta força criada amplia imediatamente na direcção das fibras resultando uma situação crítica para a parte interna do colmo. A energia formada é transportada por difusão e apenas parada quando encontra um nó de resistência superior. Geralmente as resistências de compressão e corte são mais resistentes junto aos diafragmas. Assim são os nós que aumentam a resistência à

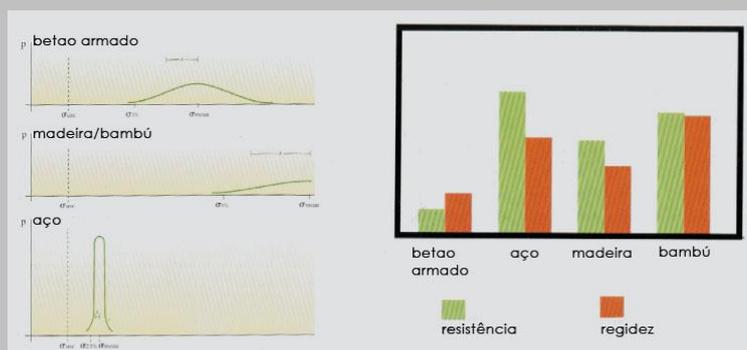


**\_37**

rotura. Contudo uma vara de bambu danificada por um esforço de flexão grande **\_37**, contém grande resistência. Mesmo que uma racha surja em vários internós, quando retirada a força aplicada, devido à sua forma cilíndrica o bambu volta à posição inicial. Em caso de grandes esforços devidos a tremores de terra uma estrutura de bambu abre onde as forças se concentrem mas não colapsa, podemos provisoriamente amarrar as zonas danificadas até podermos substituí-las.

### \_ competitividade do bambu

Falemos de valores de resistência estrutural depois destes testes referidos. Numa sucinta comparação entre bambu, madeira, aço e betão armado podemos aferir que o bambu se comporta com grande eficiência, obtendo os valores mais moderados. No gráfico de esforços **\_38** podemos concluir que o esforço limite do aço tem uma variação pequena nos seus valores médios que lhe permite um cálculo exacto, quanto a bambu e madeira como são materiais naturais não permitem uma exactidão entre os valores admissíveis e os valores limites, no primeiro gráfico, o betão armado encontra-se numa situação intermédia. A nível de economias sem dúvida, dada a potencialidade de exploração de uma vara da planta de bambu em todas as suas variantes comerciais, resulta ser um material económico e de elevada competitividade relativamente aos seus principais concorrentes.



**\_38**



## \_ **terceiro capítulo** \_ procedimentos pós-corte

### \_ **durabilidade**

Começemos por aclarar a composição do bambu, 50% de *hemicelulosa* (açúcares básicos), 30% de pentosano e 20% de lignina (fibra vegetal), de onde 90% da sua hemicelulosa é constituída por xilano (substância alimentícia), onde elementos como resina, taninos são praticamente inexistentes. Na sua composição falamos ainda da sílica que oscila entre 1 e 5% apenas na face exterior do colmo. A grande quantidade de amidos que circulam pelas fibras do bambu fazem dele uma planta vulnerável a ataques de fungos e carunchos. Geralmente as várias espécies de bambu são de durabilidade muito limitada; sem um tratamento apropriado uma vara terá uma vida óptima de 4 a 7 anos, podendo atingir 12 anos em condições climáticas perfeitas. Colocado directamente com o solo as humidades ascendentes diminuem muito o seu tempo de vida útil; e o facto de não possuir elementos tóxicos na sua composição torna-se um alimento perfeito para um grande número de organismos. A sua capa exterior é praticamente impenetrável, contudo perde a sua capacidade de defesa no corte onde o interior dos gomos fica exposto.

É um elemento que pode atingir níveis de bio degradação, totais entre 1 a 2 anos apenas. Os ataques dos fungos e térmitas são devastadores e rápidos. Contudo existem detalhes que permitem diminuir estas acções. Conta o mito nos bosques do Brasil que o bambu cortado depois da lua cheia e deixado verticalmente durante 2 semanas onde foi cortado é menos picado. Outras lendas falam de pequenas comunidades indígenas que descobriram que o bambu deixado 21 dias em água corrente fica praticamente isento de amido. Mais de 21 dias apodrece e menos não serve. Este conhecimento empírico é descoberto porque existia uma tribo no mato grosso que cortava o bambu a norte da aldeia e deixava a corrente do rio flutuar as varas transportando-as sem custo físico até a aldeia onde outros o esperavam para recolhê-lo; este caminho de descer o rio durava aproximadamente 21 dias. Nas aldeias mais distantes o bambu chegava já com indícios de apodrecimento.

## \_ secagem

Deixemos mitos e lendas. O bambu apenas cortado pode conter humidades 100%; variando com climas, estação do ano e naturalmente com a espécie. Esta grande quantidade de água na zona parenquimal faz com que o bambu necessite de uma secagem rápida para minorar os efeitos de retracção e deformação. O colapso durante os processos de secagem ocorre quando este não é uniforme. Uma vez mais o cuidado na eleição das varas pode ser a causa, os bambu que ainda não estão maduros colapsam facilmente. Contudo refere-se que a espécie é uma vez um factor decisivo.

Explicamos então dois processos largamente usados nas comunidades bambuseiras: secagem em forno e secagem ao ar livre. A secagem em forno tem a limitação de dimensões pois não podemos colocar uma vara completa dentro. As temperaturas têm de ser moderadas para que o colmo não resulte quebradiço perdendo as suas qualidades de resistência. Resulta ser uma boa forma de secagem para bambus partidos que posteriormente serão convertidos em tiras, que não terão função estrutural. Na secagem ao ar livre, falamos de tempos que variam entre 6 a 12 semanas consoante a quantidade de humidade presente no material cortado. Neste método os bambus colocados verticalmente **\_39** resultam numa secagem mais rápida que horizontalmente **\_40** devido também a maior facilidade de escorrimento de amidos.



**\_39**



**\_40**

## \_ protecção do bambu

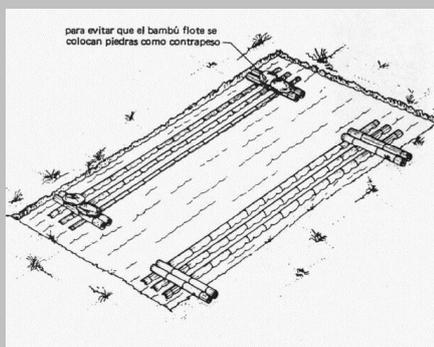
### \_ plantação

Neste período as principais ameaças são as pragas de insectos que atacam folhas e tronco para absorver a linfa. Facilmente se pode controlar com compostos

químicos como untar o tronco da planta com kerosene ou processos naturais com cultivos de aranhas e comedores de insectos. Os fungos são mais complicados de solucionar; assim a melhor forma de prevenção é o controlo vigilante de quem cuida a mata.

### \_ prevenção \_ processo químico

A referência nestes campo é o Forest Research Institute Dedhradun na Índia. Focando: corta-se bambu em varas e furam-se os diafragmas com um varão de metal pelo topo do bambu ou com um berbequim realizam-se dois buracos por nó de modo a que possa o ar fazer o seu caminho aquando da imersão. São utilizados e analisados os 3 seguintes métodos químicos sobre uma quantidade de 24litros por material; 1\_ pentacloropenato de sódio numa percentagem de 1%; 2\_ ácido bórico e bórax numa proporção de 1 por 1 numa solução até 2%; 3\_ pentacloropenato de sódio, ácido bórico e bórax; 0,5 : 1 : 1; a 2,5%, o bambu é submergido **\_41** entre 15 a 24h, há que considerar que o bambu flutua pelo que é recorrente colocar pedras ou pesos para que as varas fiquem completamente debaixo de água. A primeira solução não resulta bem contra os insectos, sendo que a segunda é débil no que respeita a fungos, assim o misto das duas resulta na melhor solução a utilizar. Estes



**\_41**

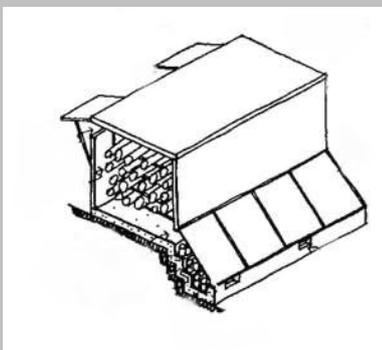
processos químicos podem ser minimizados ambientalmente, pois diluindo as composições utilizadas com água pode ser convertida em adubo para plantações. As análises realizadas confirmam que o processo funciona com maior eficácia se for realizado antes do armazenamento. Não obstante há que salientar que muitas vezes o processo de imunização não é decisivo, mas sim a idade do colmo cortado, é recomendável durante o transporte e armazenamento utilizar pequenas quantidades de pesticida por segurança, no caso de bambu estrutural deve-se

repetir este tratamento após seis meses. Para armazenamento de largos períodos os magotes de bambu deverão ser revestidos de cinza com lodo e cobertas de palha, como prevenção das térmitas. Algumas comunidades rurais de bambuseiros utilizam diesel e óleo queimado para submergir o bambu com resultados muito satisfatórios de imunização, contudo este tipo de substâncias só deve ser aplicado em bambu utilizado no exterior das construção por questões de saúde.

Os métodos químicos aumentam o tempo de vida do bambu, sem que a toxicidade dos elementos usados afecte a sua resistência. Há que considerar protecção de quem os realiza; protecção com luvas e evitar contacto com olhos e pele. Considera-se um aumento de cerca de 30% do custo da vara após tratamento, mesmo assim continua a ser um dos materiais mais económicos da construção.

#### \_ prevenção \_ processo tradicional (sem químicos)

Os métodos tradicionais são económicos e geralmente permitem bons resultados, não usam substâncias tóxicas que afectem o ambiente ou quem os maneja. Contudo apenas são efectivos em espécies com baixo teor de amidos. O principal método utilizado é por fumo derivado da queima da planta do café, arroz ou folhas de bambu. Realizado em fornos horizontais **\_42** ou verticais **\_43**. Originário do Japão, foi importado para a América Latina, pode abarcar uma quantidade de 800 a 1000 varas de bambu que repousam aproximadamente 10 dias no forno de modo que o fumo penetre todas as fibras e diafragmas. Refiro aqui que muitas vezes as cinzas são utilizadas para melhoramento de resistência de adobes aproveitando o ciclo de cura do bambu para outros métodos de construção.



**\_42**



**\_43**

Controlar o amido ajuda à prevenção. Resumindo por passos: 1º cortar o bambu nas estações do ano em que as quantidades de açúcares são menores e depois da lua cheia. 2º respeitar a idade do bambu sabendo que as quantidades de amidos começam a decrescer depois da fase adulta, entre 4 a 5 anos. 3º deixar transpirar os colmos depois de cortados de modo a que a planta siga "pensado" que está viva e consuma as suas reservas, apoiando as varas verticalmente no lugar de corte por 1 a 2 semanas. As células seguem vivas por um tempo e esta absorção resulta muitas vezes na fermentação dos amidos que afugenta os insectos. 4º submergir o bambu em água parada por 4 a 12 semanas, ou em água corrente de 15 a 20 dias, variando por climas e espécie, de modo a dissolver a linfa.

Algumas comunidades usam lodo nas extremidades do bambu, durante o armazenamento e nas próximas construções para evitar a entrada de térmitas

Por ultimo, queimar o bambu no fogo depois de aplicar uma camada de óleo vegetal ou industrial. Com este método provocamos uma secagem rápida da superfície externa que induz a uma carbonização e decomposição dos amidos e açúcares. Secamos o bambu e estabilizamos a deformação. Deveremos usar uma chama baixa e rodar o bambu continuamente de modo a nunca flamejar, o que poderia provocar perda de resistência.

### **\_ tratamento do bambu**

Sendo 50% da sua estrutura composta de células parenquimais e 10% de vasos vasculares e não possuindo células radiais como a madeira, o bambu tem um comportamento de reacção diferente quando tratado quimicamente. Refere-se a madeira como comparação porque dentro dos materiais de construção é vegetal e tem usos semelhantes. Os vasos vasculares são um factor importante para os tratamentos porque é através destes que o impregnante chega a todas as zonas da vara, dentro dos vasos linfáticos e numa área mais radial no seu entorno; as varas verdes são mais facilmente tratadas porque as conexões entre vasos permanecem unidas. Em alguns casos formam-se bolsas onde o preventivo não chega, o que permitem aos fungos atacar facilmente o bambu. Outro factor importante é a quantidade de humidade, principalmente em colmos verdes onde as soluções de tratamento ocorrem praticamente por difusão. Quando falamos de um tratamento tipo *Boucherie* saliento que não devemos esquecer este factor, a

quantidade de água depende dos anos da planta, recordando que entre 5 a 6 anos terá menos humidade que entre 3 e 4 anos, nas estações húmidas mais humidade, e a parte baixa sempre terá mais humidade que a superior do colmo. Estas diferenças fazem com que os tratamentos sem pressão sejam muito difíceis de aplicar adequada e uniformemente. A secagem provoca grandes mudanças anatómicas, que diminuem os resultados dos tratamentos; ao contrário da madeira o bambu inicia a deformar-se no mesmo momento que começa a perder água, e devido às capacidades protoplásmicas das células parequimais diminui a permeabilidade dos líquidos. A dificuldade de impregnar o bambu aumenta nos gomos de maior espessura de parede.

#### \_ tratamento do bambu não estabilizado

Os métodos tradicionais aumentam a resistência das varas relativamente ao ataque dos insectos, mas continuam a ser pouco eficazes no que respeita a fungos e térmitas. Outro ponto a referir, são métodos que resultam bem aplicados a pequena escala. Quando passamos a processos químicos estamos a falar de outras economias, onde a larga escala é a única forma de ser rentável e conseguir melhores resultados de imunização. No caso de bambu não estabilizado (acabado de cortar) refiro alguns processos de imunização:

1º imersão: colmos frescos são colocados verticalmente em recipientes com uma solução concentrada de 5 a 10% de preservante à base de água. Neste processo é usual ver gotas nos nós quando a solução chega à sua saturação, este tratamento varia entre 7 a 14 dias dependendo da altura e espessuras das paredes da planta. A absorção dos líquidos é notória nos primeiros dias e deve ser repostos de modo que a planta tenha sempre material para absorver. É um método económico e sem tecnologia relevante.

2º difusão: os colmos recentemente cortados, contêm uma elevada quantidade de humidade (considere-se quase um 80 a 90%), são submergidos numa solução de água com preservante durante um período suficiente para alcançarem uma absorção adequada das fibras linfáticas. Oscila entre 10 a 20 dias e é considerado por muitos produtores e consumidores com resultados satisfatórios. Como a capa de sílica que protege o bambu na sua extremidade dificulta muito a penetração da solução, opta-se por fazer pequenos buracos junto do diafragma para que o líquido

possa impregnar o bambu desde o seu interior; nos bambus cortados pode-se também furar os diafragmas utilizando uma vara de metal por uma extremidade. Este processo tem sido estudado em muitos países e existem algumas variantes que sugiro atenção: \_ dupla difusão o processo é repetido; \_ vaporização e arrefecimento seguido de difusão [ainda se encontra em fase experimental], os colmos são vaporizados a 100°C por 2 horas e sucessivamente arrefecidos numa solução em 20% de Cobre\_Crómio\_Arsénio comercialmente conhecido por ASCU. Posteriormente os colmos são armazenados cerca de um mês onde o preservante penetra os tecidos do bambu. As soluções preparadas à base de amoníaco podem ser aquecidas para melhorar a penetração e rapidez dos impregnantes. Os resultados de estudos confirmam que a difusão é o processo mais simples e eficaz no tratamento do bambu.

3º processo *Boucherie* \_ **44**, criado pelo francês M.A. *Boucherie*, o bambu acabado de cortar com folhas e ramagens em alguns casos é sujeito a uma saturação de solução preservante por injeção no interior das varas, realiza-se por gravidade colocando um recipiente mais alto que o bambu a tratar, conectado por mangueiras ao extremo do bambu e colocando um receptáculo para a recuperação do líquido, na extremidade oposta.



**\_44**

Este método evoluiu para pressão por bomba, desde a mais simples como uma pedaleira de bicicleta que reduz o tempo de cura, a processos industriais com bombas eléctricas e a gasolina. Estas melhorias permitem acelerar o processo de dias para horas, com pressões de 2kg/cm<sup>2</sup>. Primeiramente injecta-se uma solução espessa que passa pelas fibras e sai na outra extremidade e seguidamente outra mais diluída para limpeza e para garantir uma correcta imunização. Tem resultados muito eficazes, contudo ainda é um método caro de utilizar.

## **\_ conclusão**

As provas realizadas variam de lugar para lugar, clima para clima, tratamento para tratamento. Podemos afirmar que o bambu tem um tempo útil de vida superior a 40 anos, desde que conservado das chuvas e sol. Em gíria bambuseira um bom “chapéu” e uns bons “sapatos”; pois também a humidade do solo são daninhas para os colmos. O acabamento do bambu é natural devido a capa de sílica, pelo que não necessita de vernizes. Alguns artesãos queimam a capa superficial do bambu para um acabamento mais brilhante.

O processo de imersão recebe o primeiro lugar, mesmo que em alguns casos o material apresente vestígios de insectos. Como tarda um tempo a estabilizar-se não terá problema maior porque a acção imunizante terminará o seu processo passado uns dias. Segundo lugar; tratamento por fumo em fornos, pela razão que resolve dois factores importantes, secagem com valores entre 10 e 20% de humidade e imunização exterior e interior aos parasitas, contudo ao longo do tempo tende a perder propriedades. O método *boucheire* não se pode afirmar completamente seguro porque ainda há muito campo de exploração quanto às substâncias a introduzir, é certo sim que para uma maior funcionalidade do sistema deverá utilizar soluções à base de água para uma melhor penetração dos tecidos do bambu. Os bambus de terrenos secos têm resistências maiores. A nível de custos vão por ordem decrescente: o sistema de fornos verticais, seguido de imersão e por último o *boucherie*.

## **\_ prevenção contra o fogo**

Como último tema deste capítulo e visto ser uma dissertação sobre a construção em bambu refiro algumas atenções a considerar no caso de incêndio. As estruturas de bambu têm uma fraca capacidade de resistir ao fogo, a primeira capa de sílica resiste por algum tempo à chama permitindo abandonar o edifício antes que o fogo se apodere de parte interna das vigas e pilares, onde ocorre o fenómeno de túnel de fogo que consome o bambu em pouco tempo. Outra razão pela qual lhe chamamos estrutura segura é ser leve em caso de colapso do edifício os danos físicos poderão ser menores comparados com uma laje de betão armado ou uma viga de metal. Para evitar risco de incêndio nestas construções há que ponderar:

- \_ a cozinha deve estar na parte exterior da construção e de preferência ser construída com um misto de material que seja corta fogo, como seja pedra, adobe.
- \_ cobrir o tecto com materiais não combustíveis, aceitemos o período pós industrial para usar algumas das suas descobertas, lâmina galvanizada, fibra de cimento, ou tradicionais como o lodo. A maioria dos materiais orgânicos é muito volátil ao fogo.
- \_ projectar considerando saídas de emergência e caminhos a percorrer adequados.
- \_ tomar em conta a envolvente, fauna e outros edifícios.
- \_ em zonas rurais conservar um depósito de água acessível para emergências.



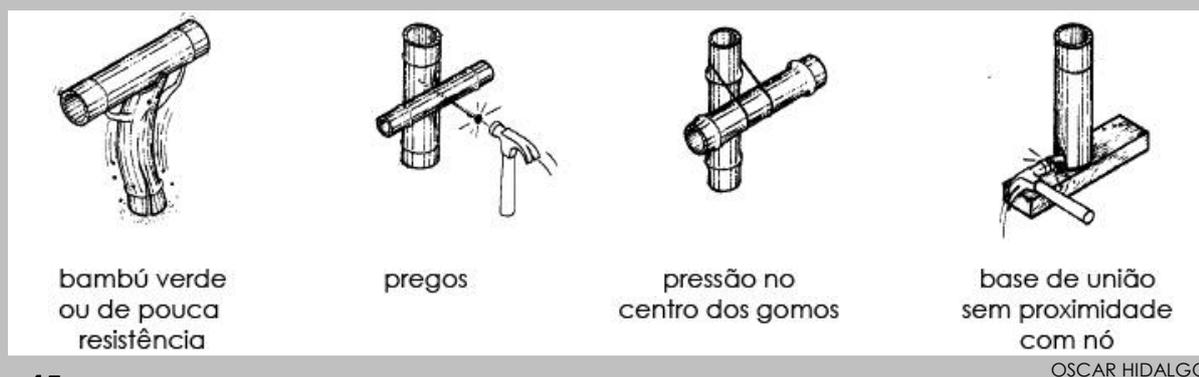
## \_ **quarto capítulo** \_ projectar uniões e juntas

Comparando com madeiras, metal, cimento armado, que hoje em dia, depois de mais de um século de investigação, é possível calcular parâmetros estruturais e uniões com grande precisão. O bambu ainda é um material com um largo caminho a percorrer; não obstante existem algumas formas que nos permitem equacionar os projectos. Uma vez mais, de acordo com Acre, devemos abordar as uniões de modo que permitam a continuidade estrutural dos elementos. Esta filosofia tem como requisito fundamental que a transmissão das forças seja uma maneira prescrita e dentro de uma oscilação, que possa estar dentro dos limites aceitáveis, ou seja com moderação [bom senso]. Pois os valores não são exactos dado ser um material anisotrope, as propriedades longitudinais são muito mais resistentes que as horizontais. A forma oca é variável em dimensões e espessura, os internos podem romper-se facilmente, pelo que devemos considerar as uniões junto aos nós como zonas mais resistentes. Resumindo: temos de considerar e potencializar as vantagens do bambu e defender-nos das desvantagens.

**\_simplicidade** e tempos de produção; **\_estabilidade** no tempo, considerar a durabilidade do edifício; **\_adaptabilidade**, sistemas modulares, de modo a possibilitar pré-fabricação de uniões, potencializando desenvolvimento a nível auto construtivo. Realizar provas para novas soluções de modo a acreditar e desenvolver possibilidades; **\_economia**, as uniões são importantes na construção e muitas vezes são elementos que podem encarecer as obras, assim devemos considerar o tipo de construção e programa desejado. Baseando custos em cálculos de quantidades e dimensões para as cargas admissíveis previstas. Existem vários estudos sobre uniões, principalmente da espécie *Guadua Angustifolia*, que facilmente se podem transpor ao *Guadua Aculeada* que apresenta níveis de resistência próximos. Potencializando as resistências do material podemos diminuir as forças nas uniões e conseguir economias. Em zonas sujeitas a desastres naturais as uniões devem ser reforçadas, sendo exemplo em zona de tornados as forças a que os edifícios ficam sujeitos podem oscilar para o extremo inverso; neste caso as economias devem ser a longo prazo; prever, para evitar

reconstruir bens materiais e destruir vidas. Recentemente tivemos grandes desastres mundiais que poderiam ter sido minimizados se este pensamento fosse constante nos pensadores da arquitectura.

Passemos assim às juntas, organizando o nosso pensamento das tradicionais para as mais avançadas desenhadas por universidades e centros de investigação. Desde baixo custo a uniões estandardizadas com peças de metal. Na figura **\_45** podemos ver alguns exemplos básicos de erros recorrentes no uso do bambu que lhe castram a reputação. Refiro que não chegaremos a uma solução a eleger como óptima ou melhor, mas a um reportório de exemplos usados por todo o mundo. Durabilidade, resistência, custo, complexidade são parâmetros que teremos de considerar de acordo com a realidade onde se projecta, mesmo assim existem vários pontos de vista que se confrontam. Há muito que desenhar e criar neste campo jovem da construção, assim fica o desafio



**\_45**

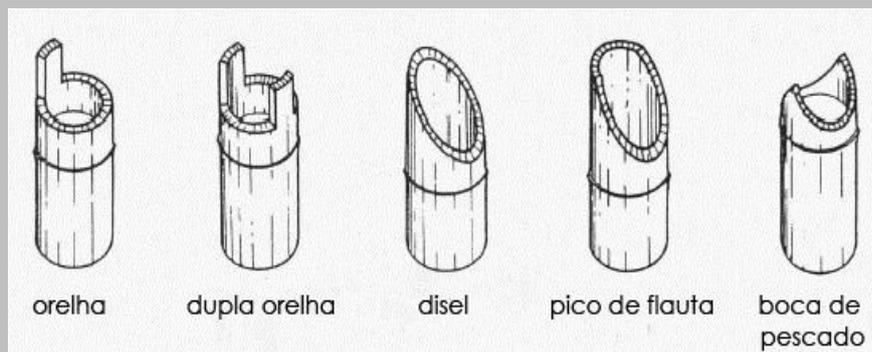
### **\_corte das varas**

Podemos observar na figura **\_46** diferentes cortes aplicados à técnica de construção com bambu. Os cortes devem ser efectuados nas proximidades dos nós, que são zonas mais resistentes. O corte em boca de pescada é o mais eficiente quanto à distribuição de forças uniformes sobre a secção do bambu. Dada a capa de sílica que existe na extremidade as ferramentas que se usam terão um desgaste bastante forte, podendo em alguns casos aquecer demasiado. Igual acontece em caso de perfuração quer seja material industrial quer manual. A viabilidade de uso manual é possível no caso do bambu mesmo em grandes estruturas, dada a rapidez de corte e perfuração é largamente usado em comunidades rurais.



\_46

DO AUTOR.2009



OSCAR HIDALGO

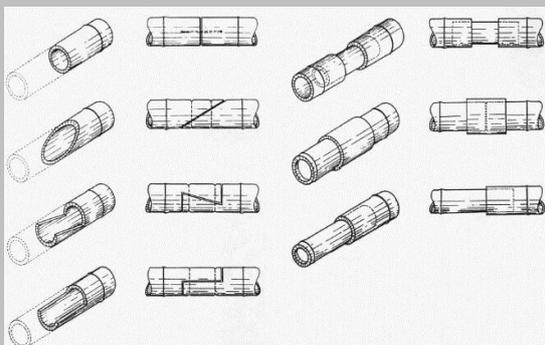
### \_ classificação de uniões

\_ Uniões entre elementos **horizontais** e **verticais**: são as mais utilizadas na construção ligando pilares e vigas para realizar tectos e pisos.

\_ Uniões **inclinadas** entre elementos **verticais** e **horizontais**: usados nas coberturas e reforço de fundações.

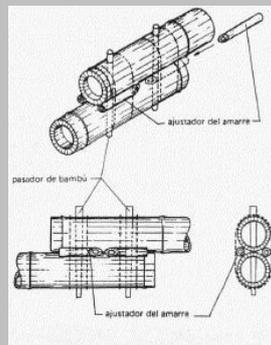
\_ Uniões **espaciais**: permitem realização de estruturas complexas onde vários bambus se encontram numa só conexão.

\_ Uniões entre elementos **horizontais**, reforço de momento flector quando se pretende vãos de dimensões grandes; neste caso particular existem considerações de corte para uniões de elementos de bambu, que embora sejam de fraca resistência como peças isoladas podem ser solução em pequenas construções com poucos recursos de material. No caso de prolongamento de vigas **\_47** deve ser manejado com dupla, tripla ou mais varas desencontradas de modo a evitarmos momentos de flexão incisivos nas separações entre colmos **\_48**.

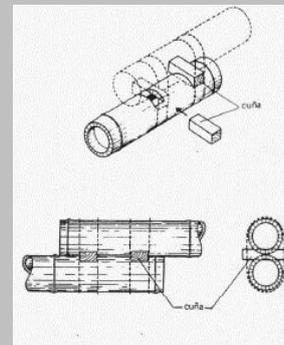


\_47

OSCAR HIDALGO

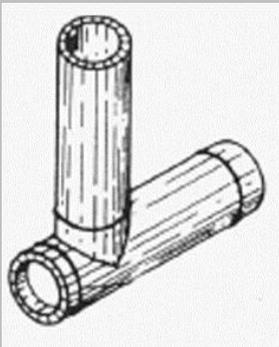


\_48

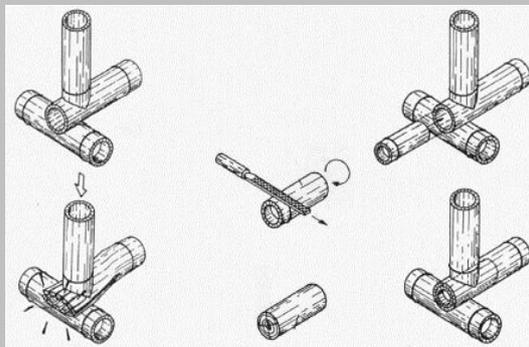


OSCAR HIDALGO

\_ Uniões nas extremidades de bambu: considerar a possível rotura e formas de evitá-la. Os bambus usados como vigas de entre pisos são por vezes sujeitos a grandes esforços verticais que podem quebrar o bambu. Sempre que possível deve-se cortar o bambu junto de um dos nós de modo a aumentar a sua resistência, caso não seja possível é solução colocar um cilindro de madeira **\_49\_50** ou metal dentro da extremidade, de modo que as forças não possam destruir o bambu. No caso de madeira poderemos utilizar uma lima para adaptar a secção irregular do bambu. Se for um cilindro de metal a solução passa por perfurar com brocas de copo **\_51** o bambu internamente, de modo a regularizá-lo à medida diametral da peça de metal.



**\_49**



**\_50**

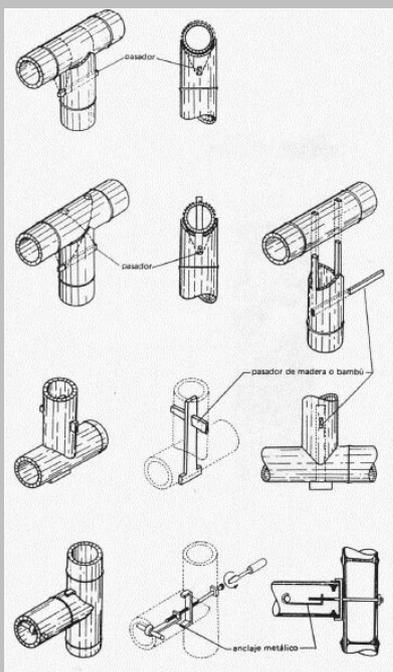
OSCAR HIDALGO



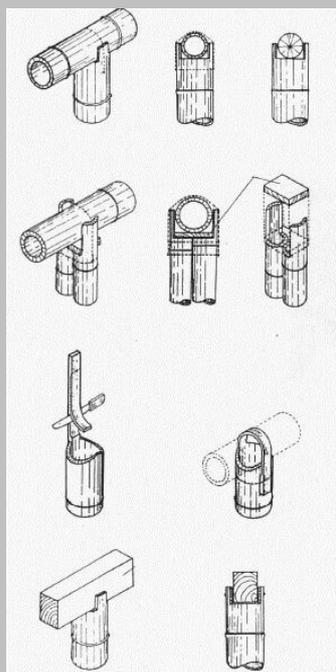
**\_51**

### **\_ uniões tradicionais**

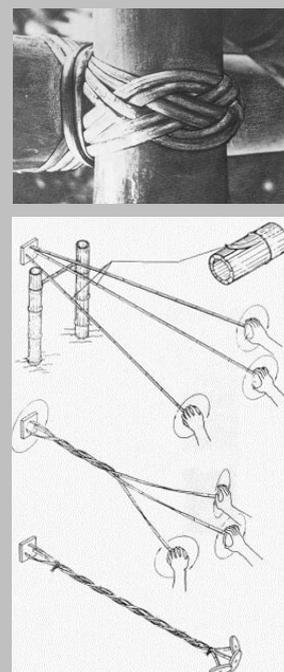
A forma cilíndrica e oca do bambu é o primeiro desafio que se nos coloca. A fraca resistência aos esforços de corte, sobretudo nos extremos, é um material que uma vez rachado tende a aumentar a fissura gradualmente. Estão excluídos os pregos e cavilhas. A tradição conhece e adaptou-se a estas características físicas e mecânicas ao longo dos anos **\_52**, preferindo sempre o uso de enlaçados e, no máximo, estacas de bambu transversais, tendo sempre a atenção de realizar as uniões perto dos nós. Os mestres do bambu foram desenvolvendo os nós e laços utilizando cordas de bambu **\_53** ou *ratán*, robusto material que predomina nas zonas bambuseiras, as cordas de cisal também podem ter bons resultados, nada mais há que molhá-las antes de fazer a amarração, de modo que quando sequem exerçam mais força\_ ver anexo 1 de Oscar Higdalo. Alguns artesãos utilizam ripas de madeira para reforçar as uniões.



52



OSCAR HIDALGO

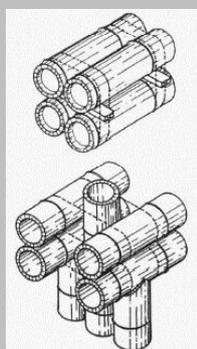


53

OSCAR HIDALGO

### \_Uniões verticais\_horizontais

Recordando; estas são as juntas mais utilizadas, usadas para uniões entre pilares e vigas de entre pisos e tectos. Devem ser efectuadas com precisão para garantir uma boa resistência. Estas uniões são utilizadas desde o continente Asiático até à América Latina. São uniões fáceis de executar e de aprender, com uma manhã, com um formão e com um maço podemos capacitar facilmente mestres de obra e carpinteiros na realização de bocas de peixe, para a realização de um trabalho **\_54\_**.



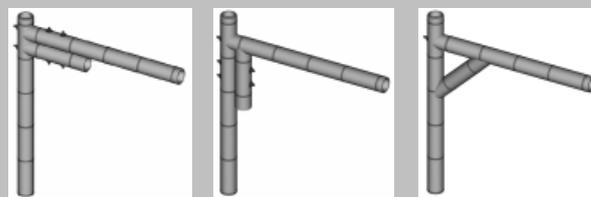
OSCAR HIDALGO

**\_54\_**

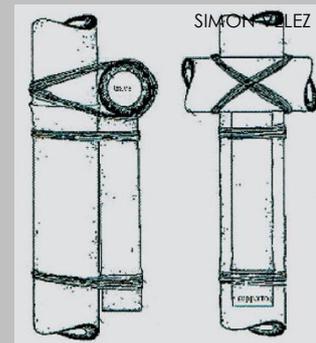


### \_Uniões com suporte vertical

Neste tipo de técnica usamos uma coluna secundária, ligada ao pilar principal e como reforço da viga\_ **55**. A grande vantagem desta união reside em não interromper as colunas principais, permitindo que estas possam unir e suportar pisos e coberturas dando continuidade à transferência de forças para as fundações.



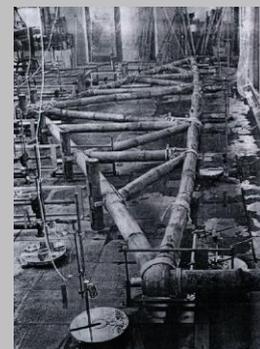
\_55



OSCAR HIDALGO

### \_ Uniões modernas

O grande desafio das uniões modernas foi resolver os problemas relacionados com a tracção. J. Jansen foi um dos primeiros a realizar estudos académicos questionando estes problemas. Em 1974 testa na Universidade Tecnológica de Eindhoven mais de 50 juntas diferentes com bambu filipino, em base a 5 asnas que venciam um vão de 8 metros \_**56**. Os testes demonstraram que com as uniões adequadas conseguia um melhor resultado de resistência e rigidez. Nas suas experiências usou uniões de madeira que são os primórdios das actuais uniões de parafuso e metal.



\_56

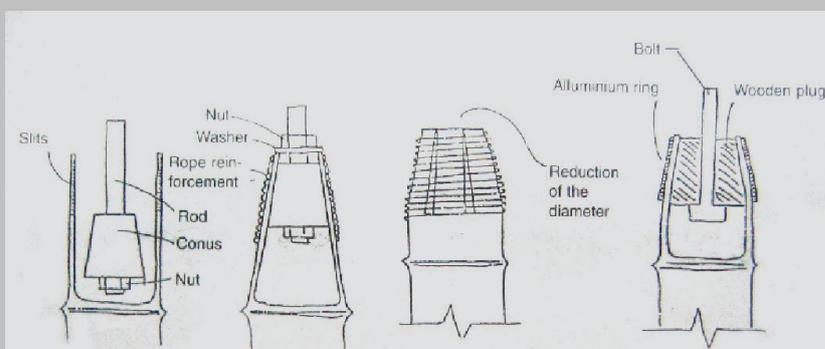
Neste capítulo e para sintetizar apenas refiro algumas das uniões actuais mais eficazes.

### \_ União C. H. Duff

Para estruturas espaciais não é possível utilizar as uniões tradicionais, considerando este desafio C.H. Duff desenvolve no ano de 1941 uma união mais rígida e resistente **\_57**, que prevê a introdução de um cone de madeira no interior do extremo da vara, dentro deste existe uma parafuso. O bambu é primeiramente cortado paralelo às fibras de modo a permitir deformação aquando do ajuste com cordas ou fibras metálicas. Com este sistema podemos espacializar as nossas estruturas de bambu. A única desvantagem reside no tempo de execução das uniões.

### \_ União ARCE

Uma vez mais refiro Oscar Arce do ITCR, que em 1990 surge com uniões de madeira maciça como conexões entre os colmos. A madeira é reforçada com metal e aparafusada às varas de bambu. Como penetra no interior das varas não permite que os insectos nidifiquem nos seus extremos **\_58**.



\_57



\_58

### \_ União Clavijo-Trujillo

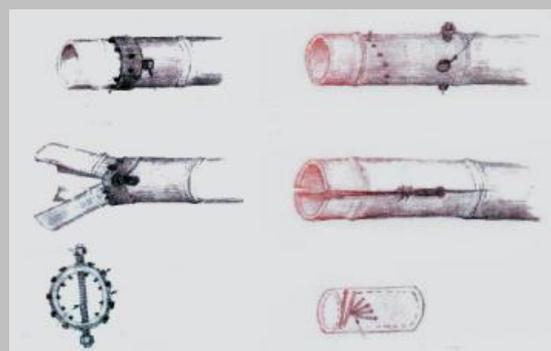
Em 1998 dois estudantes de engenharia civil da Universidade da Colômbia, Sandra Clavijo Ortiz e David Trujillo Chetale, dedicam parte dos seus estudos a estruturas reticuladas de Guadua, que necessitavam de uniões de alta resistência. Procuraram projectar uma transição eficiente entre a barra transversal e as paredes do bambu. A sequência de transmissão de forças da barra de metal ao cimento,

do cimento ao diafragma e deste último às paredes do colmo. Dedicando as suas energias a buscar uma melhoria das resistências aos esforços de tracção, necessitavam de compreender os valores de carga que exerciam as uniões sobre as paredes do bambu. Testaram aproximadamente 100 provas com variantes de espessuras, distância ao nó, diâmetro, para verificar oscilações de resistência. Depois de concluir que necessitavam de pequenos elementos que ajudariam as forças da barra transversal a transmitir as forças optaram por duas possibilidades: 1º elemento externo de aço; 2º elemento interno de cimento e areia. Na primeira, uma placa de aço de calibre 22 com 4cm de largura no lado exterior da vara fixa à parede do bambu por 12 pequenos parafusos a contra-porca e uma barra de metal de 15mm passante \_59. Os valores obtidos foram de 96KN, o defeito destas uniões é a grande deformação que sofre antes da rotura. Na segunda alternativa o cimento transmite a força a uma barra de metal de 6mm de diâmetro, que por sua vez a transporta pelos diafragmas às paredes do bambu, tendo como desvantagens que o cimento não possui grande resistência à tracção conseguindo 60KN de resistência média à rotura. temos portanto temos:

$$P = 5000 + 2200D - 2400d \text{ (união com lâmina)}$$

$$P = 600 + 2400D - 2400d \text{ (união com cimento e areia)}$$

Onde P é a resistência da união, D o diâmetro externo do colmo e do diâmetro interno expresso em cm. Assim utilizando Guadua temos um valioso instrumento de projecto.



DAVID TRUJILLO CHEATLE.2002

\_59

### \_ Uniões de Simon Velez

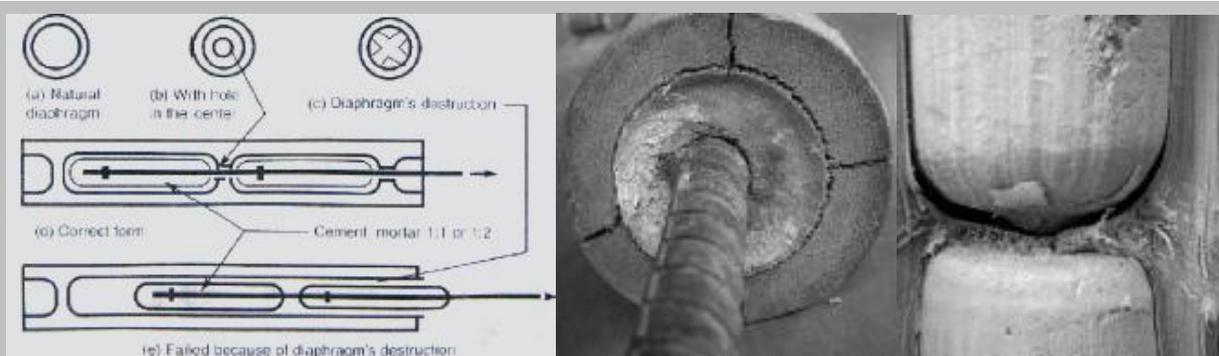
Na Colômbia dada a necessidade de criar uma união onde a barra de metal não causasse problemas nas paredes do bambu surgiu a alternativa de

encher de cimento (proporção de 1:2 ou 1:3) os gomos onde esta se encontrava de modo a conduzir as forças da barra para o cimento - diafragma - paredes do colmo melhorando assim a sua capacidade de resistência à rotura e tracção. Esta invenção deve-se ao arquitecto Simon Velez, conhecido pelo arquitecto do bambu. Tenta nos seus projectos que o bambu trabalhe o mais possível a compressão e flexão e apoia-se no aço para resolver as questões de tracção. A qualidade estética das uniões que apresenta é inegável, além do mais resulta ser notável no que respeita a tracção e compressão.

A execução das uniões comporta um grande trabalho artesanal, bocas de pescado esculpidas a formão e maço em grandes estruturas espaciais seriam de custos elevadíssimos para realidades europeias; assim a maioria do seu trabalho desenvolve-se no continente Asiático e Americano.

A união que desenvolveu pode aceitar resistências de 35KN por gomo preenchido de cimento, podendo ser melhorada se utilizarmos uma tira de metal exterior como no método de Clavijo-Trujillo, com um aumento de resistência na ordem dos 30%.

As recomendações que devemos considerar para o enchimento dos gomos com cimento são: \_ utilizar colmos com idade superior a 4 anos, tratados e secos para evitar fissuras; \_ perfurar a zona central do cilindro, com 1mm superior a espessura da barra transversal. Tendo em consideração que se o limite do diafragma tem alguma fissura, facilmente se poderá quebrar por acção do morteiro; \_ os buracos para introduzir o cimento não devem superar os 2,5mm de diâmetro. Se possível o cimento deve ser injectado de modo a garantirmos o mínimo de vazio nos gomos. Nunca realizar buracos quadrados porque a



distribuição das forças não é homogénea. O cuidado com os diafragmas neste método é importantíssimo porque, dada a dificuldade de aderência do cimento às paredes interiores do colmo, é a força de resistência dos nós que transmite as forças. **\_60**

#### \_ Uniões Obermann

Tim Obermann no ano de 2004 realizou uma pequena estrutura temporal desenvolvendo uma união espacial **\_61** onde os elementos de bambu funcionam sob esforço axial. Um elemento de aço entra no extremo do colmo, outro numa barra roscada com um diâmetro de 9cm, largura 30cm, dos quais 20 internos, a vara, que se conecta a uma esfera de metal de 10cm, que oferece até 16 contra roscas de união. Os esforços transmitem-se através das 6 barras perpendiculares. Dada a efemeridade da construção o sistema foi criado para ser montado e desmontado facilmente. Os testes realizados confirmam que uma barra roscada nesta experiência resiste 10KN tanto à tracção como a compressão, sendo que o total da união aguenta 30KN, considerando factores de segurança. É uma união que pressupõe uma selecção de varas muito detalhada e rigorosa e bastante prefabricação de peças.



**\_61**

#### \_ Outras uniões

Nos últimos anos a Europa entrou na corrida sem utilizar os países terceiro mundistas como cova dos seus receios. As soluções que apresentam maior conteúdo tecnológico, desenvolvidas com a intenção comercial de standartização. Obter uma boa resistência à tracção como retro; criando por vezes

uniões desmontáveis. Refiro o Alemão Christoph Tonges à imagem de C.H. Duff propõem um sistema com um elemento cónico no interior do colmo e exteriormente uma abraçadeira metálica **\_62**. O arquitecto Renzo Piano cria outra variante que apenas ficou a nível experimental **\_63**.



**\_62**



**\_63**

O japonês Shoi Yoh utilizou uma barra roscada e elementos tubulares de aço no interior do colmo, inspirado na coberta esférica de Buckminster Fuller **\_64**. Já em Itália o colombiano Cadernas cria uma junta *High tech* de aço, onde os elementos de bambu não necessitam de trabalho mais que um corte perpendicular **\_65**.



**\_64**



**\_65**

FULVIO CAPURSO, 2008



## **\_ quinto capítulo** \_filosofia de projecto

Projectar bambu é um acto de repensar o desenho actual; aceitar alguma versatilidade e ajustes. Ao contrário de madeiras, ferros, cimentos, concretos armados, existe um coeficiente de aleatoriedade que temos de considerar. Num mundo onde estamos a caminhar para a precisão este material vem romper com a linha de pensamento. Quando construímos com bambu há sempre algo diferente entre desenho de atelier e obra construída. Assim quem opina no domínio completo do arquitecto de uma pré organização de obra terá de respirar fundo e aceitar desafios e alterações. Um bambu a mais, um bambu a menos, uma inclinação mais pronunciada, um nó desalinhado, um gomo que fissa, um detalhe de última hora, isto claro quando trabalhamos com o material no seu estado natural. No entanto este acaso não quer dizer falta de rigor, mais sim que é heurísticamente apropriado. Uma vez mais cito a gíria de bambuseiros \_ "mas vale imperfeición con gracia, que perfeición sin gracia".

Com este conceito devemos considerar dois princípios para que as nossas construções sejam duradouras \_ estações de comboio, faculdades, monumentos, casas, cobertas \_ uns bons "sapatos" e um bom "chapéu", descompondo; o bambu sujeito directamente a intempéries perde as suas propriedades em curto prazo. Devemos protegê-lo como a maioria dos materiais das humidades ascendentes do solo e evitar a chuva e o sol directos sobre o material. Contudo saliento aos mais cépticos, não deixem que esta afirmação os limite, não eliminem o bambu à partida, porque depende de vocês conseguir aceitar o desafio e projectar obras dignas e interessantes, pode ser um motivo para nos dedicarmos a detalhes e soluções que valorizem a arquitectura e espaço. Claro está que em obras mais efémeras como stands, esculturas, cenários podemos ser flexíveis.

divido o presente capitulo em 4 partes: 1º fundações [sapatos]; 2º paredes; 3º coberturas[chapéu] e por último 4º sistemas estruturais.

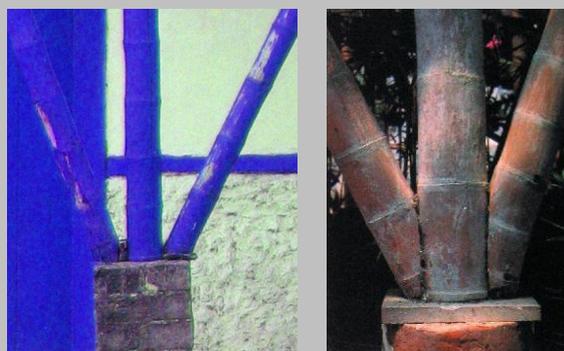
### **\_ fundações**

Colocando o bambu directamente com o terreno as ascensões capilares vão desproteger o bambu e permitir o ataque de insectos e fungos, que poderão

destruir o bambu num curto período, entre 6 meses a 2 anos. Uma base de pedra, cimento, metal, tijolo é opção certa.

#### \_ soluções tradicionais

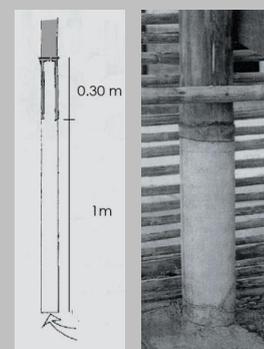
A autoconstrução em bambu adaptou-se a esta questão de modo simples e eficaz; inicialmente surgiu a solução de apoio directo sobre uma pedra e nos últimos anos recorre-se ao tijolo e cimento bruto. Algumas populações usam uma peça de madeira para o apoio correcto do bambu evitando movimentos e ajudando a prevenção de humidade que neste caso é retida pela madeira. São soluções de muito baixo custo e largamente difundidas por todo o mundo **\_66**.



**\_66**

#### \_ soluções baixo custo

É exemplo a figura **\_67** que nos mostra uma solução desenvolvida no National Bamboo Project na Costa Rica, onde cortamos o bambu na base a 30cm do nó, depois colocamos um tubo de plástico na extremidade e adaptamos o nosso corte de modo a coincidirmos diâmetros. Uma vez bem ajusto o pvc impregnamos a sua superfície interior de detergente ou algo que facilite a sua

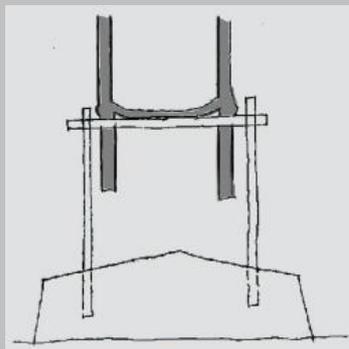
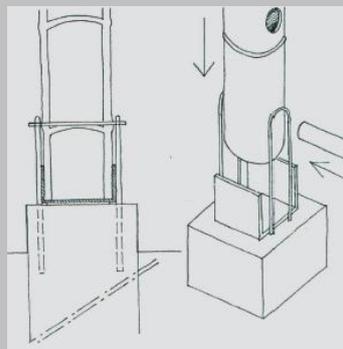
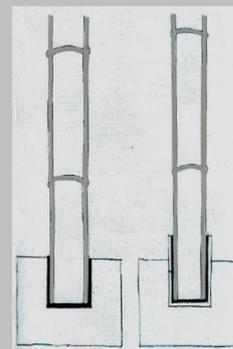


**\_67**

retirada. Colocamos elementos de metal dentro, de modo que a sua extremidade caia um pouco e, voltando a vara ao contrário enchemos de cimento e areia à proporção de 1:3. Um dia depois temos a base pronta para a construção. Com esta fundação podemos controlar a altura necessária a evitar ascensões capilares, ou em caso de zonas alagadiças criar estrutura de palafitas. Alguns países usam uma variante desta técnica **\_68** onde o elemento de fundação serve de apoio a 2 ou mais bambus que se fixam com parafusos, permitindo uma fácil substituição caso se necessite.

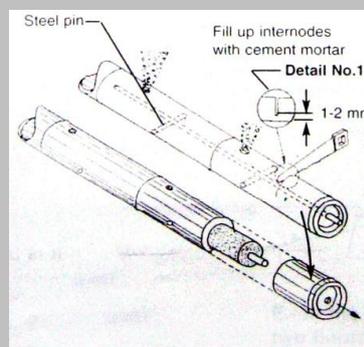
Outro exemplo foi desenvolvido por J.Jassen onde se utiliza duas peças metálicas que envolvem e que permitem que o bambu não toque o cimento aumentando a protecção à humidade. O colmo é fixo por um parafuso **\_69**.

Variantes desta solução são: a figura **\_70** onde o parafuso é colocado por cima do nó dando mais resistência à união, em vez de duas peças de metal utiliza apenas uma que abraça os dois lados do bambu e é colocada uniformemente sobre o cimento da fundação, o primeiro e o segundo gomo são cheios de cimento. Funciona bem a tracção mas não permite flexão. Embora mais complexa consegue ser de custo acessível; e a figura **\_71** na casualidade da estrutura não abarcar grandes esforços de tracção e corte podemos simplesmente embutir a peça de metal dentro da fundação e colocar o bambu dentro. Há que ter em atenção o caminho da água para que não se acumule escorrendo pelo colmo e que esta peça sobressaia uns centímetros para que não exerça esforços de corte.

**\_68****\_69****\_70****\_71**

Carlos Vergara previne o rompimento dos internós utilizando varão de metal longitudinal e 2 barras de ferro transversais dentro do cimento **\_72**. Estes barras permitem melhorar transmissão de forças depois da retracção do cimento. Depois

de seca corta a base do bambu de modo a ficar a fundação de dimensão do cilindro interior, dando a ideia que os pilares estão suspensos. Contudo não é uma solução aconselhada para edifícios pesados.



**\_72**

Simón Velez desenvolveu duas soluções de baixo custo com uma qualidade estética e estática de salientar, refinando a proposta de Vergara. Utiliza o princípio de inflexão de forças para criar dois detalhes que o caracterizam. Primeiro um cone de metal que coloca na extremidade do bambu **\_73** com diâmetro ligeiramente inferior ao diâmetro externo da vara, que ajuda a conduzir as forças a um ponto de apoio. Assim consegue evitar esforços de tracção, flexão e corte. Dentro passa uma varilha metálica conectada ao castelo da fundação; posteriormente enche os dois primeiros gomos do bambu com cimento. A outra solução aplica a madeira mas poderá ser facilmente transportada para o bambu; apoia a madeira numa pedra e trabalhando o extremo da madeira com um arredondado, utilizando uma porca faz de novo a inflexão de forças **\_74**. Em 2009, em Italia, em conjunto com o arquitecto Fulvio Capurso desenvolvi um método melhorado com dupla porca um conjunto de 3 anilhas soldadas que criam o



**\_73**



**\_74**

cone de transmissão de forças [resultado estático semelhante e mais economia e acessibilidade para utilizadores] e duas porcas em conjunto com uma varilha roscada [interior da madeira do pilar e atravessante à pedra de base] de modo a poder ser regulada a altura do pilar depois de a estrutura assentar **\_75**.

Alguns artesãos sul-americanos reproduziram esta ideia com uma técnica “globalizadora” e mais económica, utilizam garrafas de pet [plástico resistente] como molde para encher com o cimento, que depois de seco são removidas **\_76**.



**\_75**



DO AUTOR.2009



**\_76**

DO AUTOR.2010

Na maioria das soluções opta-se por estrutura de 2 ou mais pilares de modo a minimizar obstáculos no espaço e permitir que as forças se distribuam por mais que um elemento, garantindo a segurança da estrutura caso algum dos bambu se fissure. Sendo também mais fácil a sua substituição, pois a estrutura pode aguentar-se facilmente sem um elemento **\_77**. Uma panóplia infindável de soluções com os mesmos princípios anteriormente descritos que não justifica uma explicação, adjunto algumas imagens **\_78**.



**\_77**



**\_78**



FULVIO CAPURSO.2006



SIMON VELEZ

## \_ soluções de alta tecnologia

A portagem da auto-estrada de acesso a Bogotá, Colômbia, é um exemplo de referir, utiliza uma estrutura mista de bambu com varilha interior com cimento sob uma base de metal de grande resistência e design industrial, que apresenta uns anéis com diâmetro superior ao bambu por onde passam cabos de aço de 2cm que são a segunda parte da estrutura **\_79**. Igual solução é criada para a faculdade na Arménia anteriormente referida com uma sapata de metal de dimensão significativa que abarca 2 bambus de 15cm de diâmetro **\_80**.



FULVIO CAPURSO.2006

**\_79**



FULVIO CAPURSO.2006

**\_80**

## \_ paredes

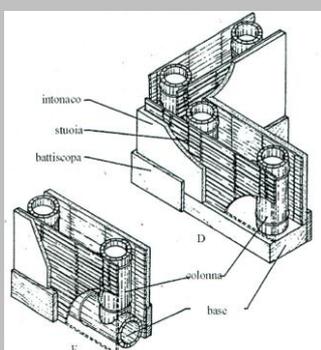
A principal função da parede na construção em bambu tradicional é proteger da chuva, ventos, sol e em alguns casos sustentar a cobertura. Nos países de tradição bambuseira os climas são geralmente quentes do que resulta muitas construções não possuírem paredes de todo. Utilizam subtis painéis de entrançados de palmeira, de bambu, cana, etc., na América do Sul utilizam algumas técnicas mistas, na gíria chamadas de "bahareque", nas quais podemos encontrar proximidades com construções tradicionais portuguesas, e um pouco por todo o mediterrâneo, onde misturamos cana entrançada revestida com terra argilosa, cana com taipa.

### \_Tipos de bahareque

Esta técnica mista surge como solução aos sismos, pois misturando a elasticidade do bambu com a peso da terra pode-se construir casas de arquitectura vernácula de grande valor arquitectónico. Hoje em dia ainda é muito

frequente o uso desta técnica, que varia de lugar para lugar. Explico com dois exemplos para que se entenda o papel do bambu na questão.

O primeiro chamado “bahareque” de terra. Subdivide-se em dois pontos: oco e compacto. Praticamente é uma estrutura de bambu constituída por pilares verticais distanciados de 30 a 40cm, que são unidos horizontalmente por raia de bambu que vão servir de suporte para a capa de terra, deixando o interior vazio **\_81**. Ou no caso de populações que evoluíram a técnica de taipa de modo que as raia de bambu são distanciadas e colocadas em toda a espessura da parede, permitindo servir de ligante estrutural para a taipa, minimizando os movimentos horizontais, como sismos **\_82**. A mistura de terra usada tem adicionada bosta de



OSCAR HIDALGO

**\_81****\_82**

burro para imunizar dos insectos e palha para fazer o amarre. Algumas comunidades mais pobres utilizam apenas bambu pequeno ou cana como entrançado entre pilares igualmente revestido de terra. Nesta técnica aplica-se os princípios de isolamento do solo, assim como muitas vezes encontramos exemplares com fundações de pedra com cal [que se comporta a altura da terra ao contrário do cimento que crepa facilmente].

Outra técnica já mais moderna e com acabados de grande qualidade de duração reside na aplicação de uma malha metálica [rede de galinheiro] agrafada ao bambu **\_82**. Que unifica toda a parede como um reboco armado. Com um simples cartão ondulado tapamos a malha do lado interior para fazer o reboco e acabado exterior, seguidamente repete-se o processo pelo lado oposto **\_84**.

Assim conseguimos uma espessura de 4 a 5cm de parede, muito apetecível em países tropicais. Grandes vantagens deste método reside no “bahareque” ser apenas uma pele do edifício que envolve a estrutura sismo-resistente de bambu. A

malha evita que o cimento se quebre, dizendo em gíria para que aprendamos também a comunicarmo-nos com menos termos técnicos, digo isto aos senhores arquitectos inacessíveis, estamos a fazer uma parede sem “miolo” apenas o reboco, poupando muito material. Pode ser feita por dentro ou por fora, dependendo da estética desejada. É muito aceite em zonas rurais, quer em exemplos de arquitectura de grandes economias como pequenas. Em casos de calamidade pode ser uma rápida e digna solução. Na imagem **\_83** vemos o processo claramente: o tijolo vertical para evitar ascensões capilares, a estrutura de bambu e



**\_83**

SIMON VELEZ



**\_84**

SIMON VELEZ

a malha metálica. Na **\_84** podemos observar a qualidade de acabamento que podemos alcançar. Esta técnica é igualmente adequada para coberturas, como veremos mais adiante. Existe no meu entender aqui um papel importante por parte do arquitecto que muitas vezes é esquecido. Temos responsabilidade civil e social nos nossos estatutos que não reportam só para “simples” cálculo estrutural que dependa de variáveis exactas, compare-se com o que podemos fazer a nível de capacitação e vislumbres de mudanças de mentalidades, o que se diz: casa de pobre poderá ter aparência de rico; depende de nós. Deixo imagens à vossa

consideração **\_85**.

### \_ coberturas

Uma das grandes vantagens do bambu na construção e especialmente na execução de coberturas deve-se a ser um material muito leve, pesando aproximadamente uma vara de 6 metros de *Guadua Angustifolia* com um diâmetro de 8 a 10 cm uns modestos 20kg. Aproximadamente 3 a 4 kg por metro. Assim qualquer trabalhador pode carregar 4 varas, impossível tanto no aço, como na madeira e sem falar do concreto; ou entre dois levantarem estruturas completas de asnas e vigas com dimensões bastante consideráveis. Pelo mesmo caso o transporte é mais acessível **\_86** [tradicional] **\_87** [high tech]. Baixamos custos de mão-de-obra e rapidez e execução. Coeçámos aqui o tema do "chápeu".



FULVIO CAPURSO.2006

**\_86**



DO AUTOR.2010

**\_87**

Como anteriormente referimos o bambu não se degrada muito depressa mesmo que sujeito às intempéries directas, mas temos de o proteger. Seria isto difícil se o bambu não fosse um material com uma resistência impressionante. Para referência pode alcançar consolas de 8m [pavilhão ZERI] **\_88**; ou vencer vãos de 80 metros [ponte em Bogotá] **\_89**. No primeiro resulta também a salientar um círculo de 40 metros de diâmetro, aqui uma vez mais: nota aos cépticos. A cobertura



FULVIO CAPURSO.2006

**\_88**

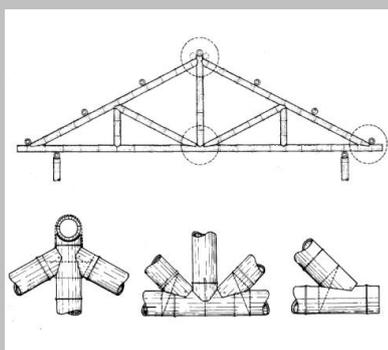


SIMON VELEZ

**\_89**

construída neste pavilhão é em forma de sino, ou seja, água circular de um ponto central, que tem a mais valia de ser monoportante e conseguirmos mais rapidez de execução e economia de custos quando comparada às de 2 ou 4 águas. Na construção tradicional nenhum material alcança os vãos do bambu, podendo com uma simples asna **\_90** alcançar os 8 a 10 metros.

Podemos ir desde formas orgânicas **\_91** que desafiam a imaginação a formas tradicionais onde o bambu apenas ocupa lugar secundário e estético **\_92**. Seja qual for a solução projectual que decidamos é conveniente considerar que podemos criar ventilação cruzada facilmente sem afectar a linguagem de projecto. É importante principalmente em países equatoriais para um adequado conforto. Claro é que poderemos e devemos considerar os consumos mundiais e ser mais sustentáveis nas nossas soluções. "Quem sabe se pode aplicar-se no resto do mundo?". Outras diversas atitudes e soluções iremos deixar para outra dissertação; afinal esta é sobre construção em bambu.



OSCAR HIDALGO

**\_90**



**\_91**



DO AUTOR.2009

**\_92**

Identificamos dois grupos de coberturas em bambu: vegetais e híbridas. No primeiro utilizamos folhas de palmeira **\_93**, pasto e no segundo bambu **\_94**, característico das zonas rurais, são soluções que têm bom comportamento térmico



**\_93**



**\_94**

e acústico, contudo em horas extremas de calor, dado a sua reduzida espessura, não solucionam completamente. Devemos ter em consideração a protecção dos insectos e pequenos animais que vão encontrar aqui o seu habitat. Fumegar temporariamente pode ser uma opção.

O principal senão destas coberturas é o tempo de vida que, no caso do bambu, será de 2 a 3 anos; aguentando a palmeira real uns 10 a 12 anos com manutenção anual. Os ângulos de inclinação devem oscilar entre 30° e 45°. Outro factor importante é o risco de incêndio que deve ser moderado e previsto desde o momento de projecto como referimos anteriormente [terceiro capítulo]. Algumas comunidades utilizam fosfato de amianto [2.5kg] e sulfato de amianto [5kg] diluído em água [50kg] como retardante contra o fogo. Contudo são métodos com custos médios-altos e com graves efeitos para a saúde, recomenda-se no caso de usar este processo apenas aplicar a bambu exterior.

As coberturas mistas trabalham com bambu como pura estrutura, servem-se de revestimento exterior impermeável de modo a protegê-lo, sendo exemplo chapa metálica, telha, tela asfáltica, tijolo de burro, vidro, laje de concreto, laje de ferro cimento ou com combinações destas. São estruturas mais caras, mas com vantagens de longevidade e conforto. Refiro apenas o sistema de ferro e cimento; para que não fiquem dúvidas pendentes: molda-se malha metálica na forma que queremos e rebocamos de um lado e outro como as paredes, com a diferença gravitacional de ser um plano inclinado que nos obriga a ter cuidados para evitar o embarrigamento entre vigas. **\_95\_96**

**\_95****\_96**

Por último falemos dos laminados e aglomerados industriais que já se produzem na China e Índia, que são painéis ondulados de bambu **\_97**. As latas ou pedaços de bambu aglutinados oferecem uma maior comodidade de conforto

termo-higrométrico, igualmente isolamento acústico, se comparados com o aço galvanizado. Alguns construtores que dispõem de mais orçamento usam ondulado de bambu interior e chapa metálica exterior, obtendo resultados interessantes.



\_97

## \_ bamboocreto

Não sei se o nome existe mas decidi usá-lo; em alguns países da América do Sul utiliza-se o bambu como elemento de reforço nos pilares, lajes e vigas de betão. Na verdade sinto que poderá ser uma alternativa muito viável às quantidades de aço que estamos a produzir e consumir mundialmente. Além disso considero que é um solução de edificação urbana.

Há mais de 30 anos que se estuda esta possibilidade onde um dos principais problemas que temos de considerar no sistema de construção reside nas diferenças dimensionais que ocorrem no bambu em contacto com a água do cimento. Assim que deveremos prever este fenómeno e prevenir-lo, um simples repelente para a água que impermeabilize as varas ou latas de bambu poderá ser solução \_ SIKADUR 32-GEL \_ protege da absorção de água e ajuda a adesão entre os dois materiais.

Outro ponto importante é como evitar o desprendimento do cimento a superfície exterior do bambu, pois devido a capa de sílica que o protege é muito difícil a aderência ao cimento; como tal deveremos cortar metade dos gomos deixando os nós completos e permitindo ao cimento conseguir uma maior superfície de contacto e resistência \_98. Analisando, comparando, referindo com o metal a rapidez aumenta e os custos baixam. Outra forma de resolver esta questão, embora mais demorada que a primeira, é criar malhas de tiras de bambu a semelhança das estruturas de varão metálica comuns \_99 podemos utilizar o

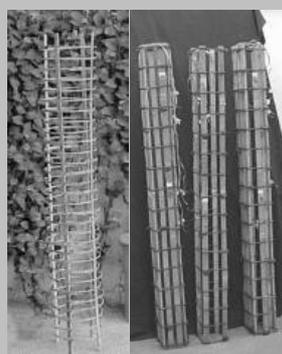
bambu estilhaçado fazendo malha como um tecido; seja como estrutura interno ou como cofragem fixa. Quer dizer que estendemos a manta de bambu e colocamos o cimento por cima depois de terminado o enchimento limpamos com uma esponja e fica um acabo interior **\_100**.

Em comunidades rurais e falando de construções de 1 a 2 pisos utilizam as varas de bambu inteiras com os diafragmas quebrados, depois enchem as cofragem e o interior dos colmos. São usados principalmente como pilares e vigas. No caso de depositos de água usam como alternativa ao ferrocimento, igual em coberturas e paredes. Uma vez mais aqui refiro soluções sem comprovação científica para além da empirica da autoconstrução. Que por vezes nos demonstra que é valida.



\_98

KHOSROW GHAVAMI.2004



\_99

KHOSROW GHAVAMI.2004



\_100

FULVIO CAPURSO.2006

## \_ sistemas estruturais

Aclaremos este tema o bambu poderá ser explorado de maneiras infindáveis aqui predento racionalizar conceitos para dar a entender como facilmente se pode criar espaço e formas com as técnicas anteriormente faladas. Para tal divido o projecto em três sistemas principais: linear, circular, rectucilar\_espacial. Usando Bambu recto e/ou curvo. Assim de simples, contudo é a verdade do bambu. A criatividade já vai depender de quem usa estes sistemas e não uma limitante do material.

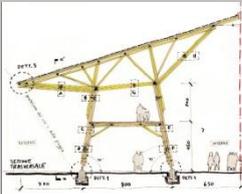
Para este tema não me toca alongar-me muito em explicações geométricas e formais resumo as palavras que podiam ser cansativas e com imagens vos deixo nas proximas 2 páginas.

\_linear\_101



\_101

\_circular\_102



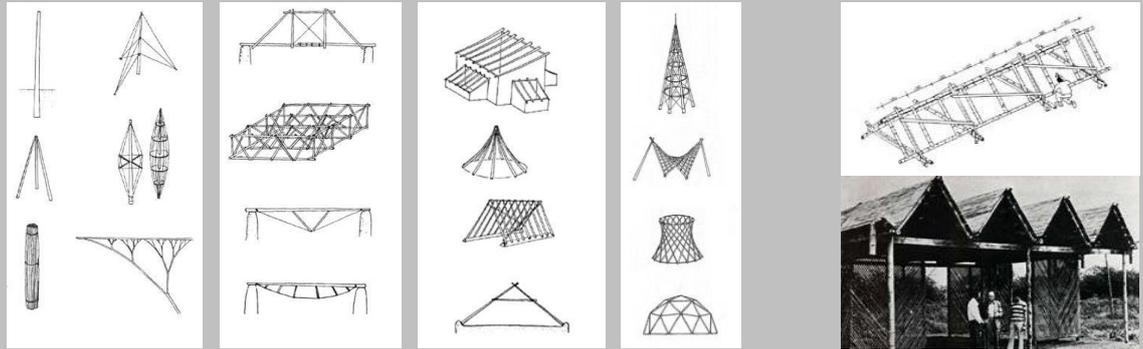
\_102

\_recticular\_espacial\_103

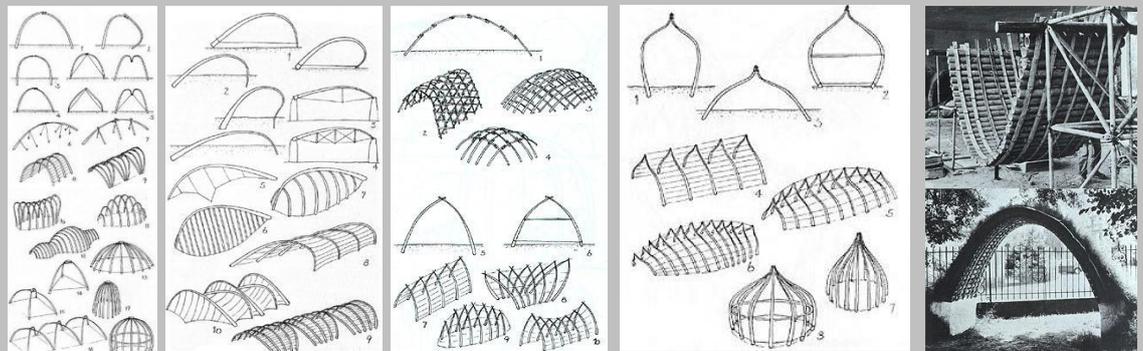


\_103

Usando bambus rectos ou curvos \_104\_105.



\_104

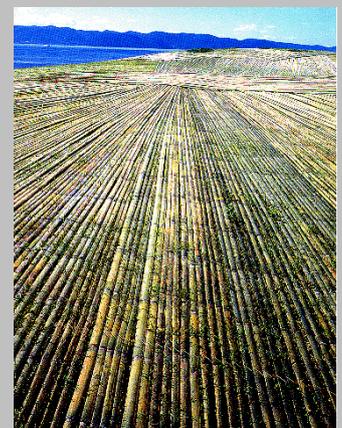


\_105

Alguns artistas plásticos como o japonês Hiroshi Teshigahara usam o bambu como elemento para as suas intervenções de land\_arte \_106.



\_106





## \_ **sexto capítulo** \_ industrialização do bambu

O bambu é falado hoje como um material do futuro e são as indústrias de derivados os seus principais embaixadores. Desde alimentícias à construção, passando por decoração e utilidades. Na construção surge como alternativa a si mesmo no estado natural, para evitar ser trabalhado com elemento circular irregular e permitir a sua standardização; os produtos laminados permitem um rigor de desenho que nem a madeira nem o metal conseguem devido à sua composição o bambu têm menos variações dimensionais que estes dois materiais. Imaginemos o mundo que está por desenvolver: as indústrias e grande movimentos económicos são o mercado.

Esta larga escala que se avizinha oferece produtos distintos, como sejam: tábuas, pranchas, placares, pavimentos, vigas, pilares, caixas, mobiliário, acabamentos, detalhes. De sublinhar que esta indústria é praticamente chinesa; um mercado emergente, que não surpreende estar na crista da onda mas sim porque compra bambu colombiano e mexicano para transformar, dadas as suas características serem mais adequadas no caso de material de construção. No passado mês de Maio, numa mesa de negócios em que participei, comentavam investidores chineses que com o guadua mexicano necessitavam de 60% menos varas de bambu para conseguir a mesma secção de viga laminar que com bambu chinês, por isso há grandes produtores que importaram a espécie. Outro grande argumento apresentado foi o problema da desflorestação mundial; aqui refiram o bambu como solução possível para evitar o corte de árvores em grandes parcelas de florestas centro e sul americanas. Surgem, claro, os confrontos de interesses, mas realisticamente a produção de bambu surte ser muito mais sustentável: colheita anual sem necessidade de replantação.

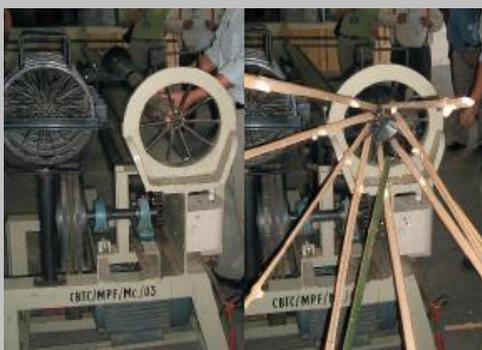
Há contudo factores desfavoráveis no uso do bambu: a maquinaria dura menos tempo devido à dureza do material, há que considerá-lo quando à análise do interesse deste investimento.

## **\_ processos de produção de derivados**

Plantação\_ manutenção de matas de bambu\_ corte \_ secagem \_ imunização [dependendo do cliente] \_ armazenamento \_ transporte \_ indústria \_ transporte \_ vendedor \_ cliente \_ aplicação.

Para a realização de laminados e derivados: podemos utilizar no caso dos primeiros maquinaria artesanal para fazer as ripas ou tiras de bambu **\_106**. De uma vara podemos obter um grande número de tiras que facilmente se podem colar em processos semelhantes aos da madeira. Além do melhor comportamento às variações dimensionais o bambu permite elementos mais compridos, menos elementos para aglutinar com mais rapidez de execução, com e melhores resultados de resistência. Este produto vem aumentar a eficiência e possibilidades dos projectos de engenharia e arquitectura contemporânea: pontes, grandes espaços cobertos, consolas, etc.

O processo reside em que depois de cortadas as ripas, são regularizadas numa mesa de dois discos. A camada de sílica é removida de modo a não interferir com a colagem das peças. Depois juntam-se os dois elementos na prensa [hidráulica ou pneumática] **\_107** para garantir uma boa secagem das colas [cola branca] e resinas sintéticas ou naturais para aumentar resistência à humidade. Depois de seco a viga ou tábua resultante leva uma passagem na plaina para regularizar a superfície, onde se perde cerca de 2mm de material **\_108**. Por último é cortado à medida desejada.



**\_106**



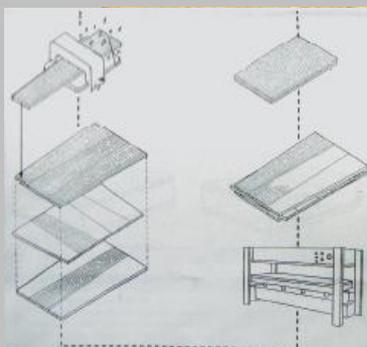
**\_107**



**\_108**

Os contraplacados ou painéis de bambu seguem um processo semelhante, são cortados os culmos em tiras finas longitudinalmente e coladas em sentido opostos como mostra a figura **\_109**. São capas de 1mm a 2mm coladas e prensadas com calor. as espessuras estão compreendidas entre 1 a 3cm. Outro tipo de painéis

são realizados como um mixto de maquinaria e trabalho manual **\_110**, para elementos divisórios, paredes finais, revestimentos, tectos, sombras, tampos de mesa. São elementos que começam a ser utilizados como isolamento acústico e estético.

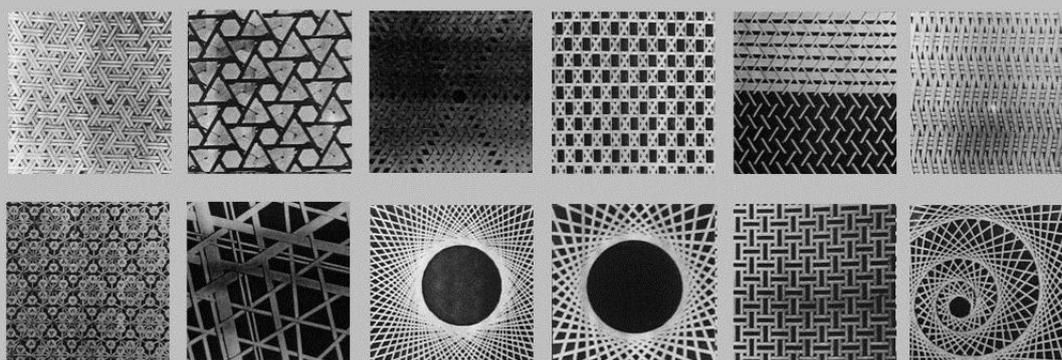


**\_109**



**\_110**

Os acabamentos variam de país para país **\_111**.



**\_111**

Os aglomerados são realizados igualmente por processos de colagem sobre prensa utilizando os desperdícios de todas as fases. Pedaçaria que já não tem utilidades nem para fazer palitos. Este tipo de derivado têm uma grande resitência mecânica por causa de infinidades de direcções aleatórias que cada peça representa **\_ 112**. Haverá vários tipos de qualidade de aglomerados, que variam com o tamanho de peças, densidade do material e pela não utilização dos desperdícios com sílica.

As esterilhas são aglomerados de união a seco amplamente utilizados como artesanato, estores e cortinas, mobiliário em geral. Podem encontrar-se na maioria dos países do mundo feitos com bambu de pequenas dimensões ou com perfis pequenos que reaproveitam as tiras com sílica. Este tipo de produtos utilizam pouca energia e atingem custos de produção muito baixos.



\_112

Na Ásia a larga experiência e estudos permitiram desenvolver tecnologia de ponta na produção destes materiais, conseguindo atingir valores de resistência em aglomerados muito elevadas. Igualando 12mm de aglomerado de bambu a 25mm de aglomerado de madeira. Produzem também mixto de madeira com bambu. O que mostra a versatilidade do material.

Uma novidade dos últimos surgiu com uma experiência de alternativa a chapa ondulada de cimento-amiantado, que dado os seus riscos para a saúde está praticamente fora do mercado em todo o mundo. Laminas onduladas de bambu \_ as latas de bambu são entrançadas opostamente com um ângulo de 60° coladas, impregnadas com resina para prevenção de água, fungos e insectos, colocadas num molde e sujeitas a uma prensa hidráulica \_113.



\_113

## \_ **séptimo capítulo** \_ bambu na habitação baixo custo

Considerando que dentro de 10 anos a população mundial aumentará cerca de mil milhões de pessoas e que a grande maioria não terá casa onde viver, podemos considerar-nos numa luta contra o tempo. Aliado a este assustador prognóstico não esqueçamos as devastadoras catástrofes naturais que nos têm afectado nos últimos anos; há que considerar sistemas de construção viáveis e realizáveis em tão curto espaço de tempo. É neste contexto que o bambu surge como um material de significativa importância. De acordo com a apresentação atrás referida podemos afirmar que o seu rápido crescimento, mão de obra não especializada, maquinaria de baixo custo, facilidade de tratamento e de transporte, durabilidade e saúde, e, muito importante, o factor económico, fazem do bambu um material de eleição para casas de baixo custo **\_114\_**.

A casa é uma necessidade primária da humanidade, um habitat onde viver,



**\_114\_**

RICARDO Mondello

proteger-se, crescer. Um lugar para guardar valores e necessidades, é essencial para uma vida digna e sã. Tendo em conta que 1,5 bilhões de pessoas vivem actualmente em situação, que teríamos de ser muito generosos ou cínicos para considerar uma casa onde possam desenvolver um ambiente familiar adequado, há que ser pragmáticos e actuar.

### \_ **porque o bambu:**

1º Existe em todo o mundo ao longo da faixa equatorial que por coincidência é a zona mais afectada por esta problemática de carência de habitações. É um material de baixo custo, que se pode recolher com critério nas

florestas tropicais em grande quantidade e anualmente sem colocar em perigo as matas de bambu. O trabalho para obter material apto para a construção de edifícios é muito simples e acessível a qualquer comunidade através de ferramentas básicas, como um facão ou machado, falamos de varas e fio para uniões. A mão de obra que poderá ser o maior custo poderá ser compensado por autoconstrução ou fábricas de casas baixo custo, onde a standardização poderá compensar custos. Claro que sempre deve ser considerado o país e lugar onde estamos trabalhando para haver uma integração de tipologia e estética da região.

2º Este material oferece ótimas qualidades de resistência a sismos, presentes em muitos destes países. A massa das habitações multiplicada pelos movimentos horizontais da terra resulta em muita destruição, pelo que, sendo um material leve, este fenómeno é atenuado; a sua resistência é maior em relação ao seu peso. Outro ponto importante já referido é ser uma construção segura, no conceito que quando cai não acarreta o peso de uma estrutura de betão, sendo por tal mais susceptível de provocar lesões e não morte. Em caso de incêndio, muitas vezes associados a tais desastres, igualmente se coloca a situação.

3º Se o projecto for bem desenhado e adequado à cultura e país onde se realiza, podemos construir casas de baixo custo com grande qualidade estética e harmoniosamente integradas no ambiente natural e cultural.

## **\_ aspectos sociais e técnicos**

Socialmente temos um problema a resolver quando falamos de casas de bambu, é que as populações consideram este material como de pobre ou "não digno"; sempre que nas apresentações e conversas nas diferentes comunidades onde estou a trabalhar no México falo do bambu como uma alternativa as caras apreensivas surgem. Na experiência do Brasil diziam que era a madeira dos pobres. Na Europa não conhecem e pensam que é um material de decoração. Há portanto aqui um papel de educação e sensibilização por parte dos profissionais da construção para mudar este referencial.

No estado de Oaxaca onde tenho vindo a desenvolver capacitação de quadros, chefes de comunidades e pequenos construtores **\_115\_116**, levo amostras de bambu, de uniões, fotos e valores, que enaltecem as extraordinárias qualidades deste material, suas possibilidades de uso construtivo e facilidade de plantação.

Digo muitas vezes que podemos construir a nossa casa e plantar a dos nossos filhos. Incrível, é o que poderia algum letrado dizer interpretando em sentido figurado, mas eu não concordo e falo de sentido realizável. Com bambu podemos alcançar estruturas cómodas, baratas, funcionais e estéticas. E a melhor forma de o demonstrar é a construção de um protótipo. Ver para crer. Assim fica demonstrado a potencialidade e futuro benefício de plantar alguns bambus perto de casa, de modo a não só podermos ampliar futuramente a construção, como ter material para substituição de algum elemento que no decorrer do tempo possa ficar danificado. Deparei com situações de camponeses que plantaram bambu depois das apresentações e decidiram esperar que possa crescer para construírem a sua casa. Sei que o tempo tem outro ritmo, outra percepção nestes lugares.



\_115



\_116

Outra questão que causa impacto depois das explicações e manuseamento do material é a simplicidade de uniões que necessita a construção de uma casa. Este conhecimento rápido e acessível antecipa uma facilidade para o desenvolvimento de projectos de autoconstrução. Sendo exemplo fundos de desemprego que pagam a quem autoconstrói a sua casa, resulta num projecto em que simultaneamente se resolve emprego e casa; no caso de apoio a melhoramentos ou mesmo nas situações de emergência é fácil baixar o custo de construção através da capacitação. Uma só pessoa a coordenar poderá ajudar a realizar muitas casas em autoconstrução.

A nível técnico a segurança surge como um factor primário de uma casa, seja terremotos, desabamentos, ventos, chuvas, peso próprio. O bambu bem projectado é um material que pode satisfazer todos estes itens. Sendo o primeiro motivo que para mais nos serve o bambu, dado ser uma construção pára-sismica e não anti-sismica. A grande diferença é que a primeira deixa o sismo passar pela

estrutura minimizando danos, enquanto que a segunda tenta resistir-lhe. Aspectos a ter em conta são: geometria simples de planta e alçado. As estruturas irregulares e complexas tendem a ter comportamentos imprevisíveis quando submetidos a sismos. Quanto mais leve for a construção a menos força estará sujeita. Boa estabilidade própria e boas fundações que permitam a transição de forças e não sejam completamente estáticas. Os materiais devem ser adequados para garantirem uma boa resistência, no caso de tijolos, terra, blocos de cimento há que considerar reforços estruturais.

### **\_ considerações projectuais**

O bambu é mais resistente que a madeira no seu estado natural, mas podemos melhorar ainda esta resistência se o projecto for adequado. No caso do bambu recordo que devemos evitar humidade e conseguir boa ventilação de modo a manter o material seco, evitar o sol directo e protege-lo dos ataques de fungos e insectos. Resumindo, para uma bom projecto de casa social ou baixo custo consideremos:

\_ cobertura impermeável que tenha um sobrado que proteja as paredes da precipitação.

\_ boas fundações para evitar que as ascensões capilares apodreçam os pilares. Em caso de zonas inundáveis prever construção sobrelevada **\_117**, evitando acumulação de águas, quer por motivos de saúde [exemplo prevenção de dengue] quer por durabilidade.



ARMANDO RODRIGUEZ.2008

**\_117**

\_ bases de cimento, pedra ou tijolo.

\_ questões bioclimáticas como ventilação e orientação, dentro do possível em casos de grande escala de construção.

\_ sistemas modulares de modo a possibilitar uma montagem mais rápida e económica. E permitir a substituição de peças ao longo do tempo.

\_ paredes com materiais corta fogo nas zonas mais sensíveis das construção [cozinhas, paredes adjacentes a outros edifícios].

falamos de habitação económica, pelo que a supervisão técnica durante a execução dos trabalhos deveria ser mais rigorosa e competente que a que nos habituou a história dos últimos anos. Em situações de acidentes naturais muitas vezes as consequências poderiam ter sido evitadas se a construção fosse cuidada e pensada para tal. É exemplo a baixa de Lisboa.

### \_ exemplos de soluções executadas

Jorge Salido Cobo, em 1971, fundou a associação Hogar de Cristo no Equador, que construiu quase 140 mil casas pré-fabricadas no continente sul americano. Destinadas a populações pobres, dando prioridades a famílias com maior número de crianças, na sua maioria são mulheres que usufruem deste projecto, não esqueçamos que estamos numa sociedade matriarcal. A construção reside na produção de painéis de madeira e ripado ou latas de bambu sem revestimento exterior e com cobertura de chapa metálica, sendo um tempo de montagem das casas aproximadamente de 6 a 7 horas **\_118**. Em 1981 produziam com 5 trabalhadores e um administrador 1 casa por dia. Hoje em dia contando com uma equipa de 150 pessoas a cifra disparou para 67 casas diárias. O seu fundador defende que a educação é a grande ferramenta contra a pobreza, pelo que está também envolvido em projectos de infraestrutura educativa.

A elaboração deste número de casas implica uns 20 mil euros, funcionando através de sistema rotativo que advém de empréstimos nos pagamentos das casas.



**\_118**

Pois com 10 euros aproximadamente pode uma família dar a entrada para a casa de 24m<sup>2</sup> que oscila entre os 460 com piso de madeira a 526 euros com aglomerado anti humidades. Considerando que um operário na Costa Rica tem por salário médio dia aproximadamente 1 dolar [0.66euros] a casa pode ser paga em 3 anos.

No caso das casas Hogar de Cristo falamos do limiar da pobreza, contudo a base da casa pode ser melhorada utilizando técnicas que já referi no capítulo quinto. Podem ser consideradas como base para uma continuidade futura. Ou em alguns casos casas temporárias.

Simón Velez, uma vez mais como referência, realizou um bairro de habitação social na Colombia onde podemos observar os princípios básicos de construção em bambu. Ao contrário das pré fabricadas que vimos, são realizadas in loco, utilizando fundações de tijolo perfurado vermelho, ao alto unido com cimento para separar a estrutura de bambu do solo. Com 50 varas aproximadamente propõe-se uma estrutura reticulada de bambu *Guadua Angustifolia*, amarrada com parafusos.

Prevê situações sísmicas e ventos fortes. Nas paredes das casas exteriormente coloca malha metálica de piso agrafada à estrutura, revestida de reboco de cimento com areia à porporção de 1 a 5. O tecto é igualmente resolvido com malha metálica com reboco que garantem a protecção do bambu. Usa telha para conseguir o peso necessário para aguentar ventos fortes e impermeabilizar a estrutura **\_119**. O triângulo interior da asna permite ventilação cruzada; um melhor arrejamento da construção e melhor conforto na vivência da casa. Depois de terminados os trabalhos a casa é pintada dando acabado interior que permite ver a estrutura de bambu. Nas fotos vemos os dois momentos da construção; pura estrutura e obra final.



SIMON VELEZ

**\_119**

O arquitecto mexicano Luis Montiel desenvolve uma casa baixo custo em bambu que já abarca outra dimensão, dois pisos e detalhes construtivos mais elaborados. São as fotos abaixo explicativas **\_120**. Base de bloco de cimento com reboco pintado, estrutura de bambu com latas de bambu a fazer de parede. Tecto com sobrado para poteger do sol e chuva. Varias janelas que permitem a circulação do ar. O acabamento rústico permite uma integração no ambiente social e natural onde se constroi.



LUIS MONTEL

**\_120**

Arq. Armando Rodriguez apresenta uma casa piloto que demora 30 dias a construir, sobre pilotis com estrutura de bambu e uniões de metal com cimento. As paredes são de latas de bambu rebocadas interior e exteriormente. Na cobertura utiliza painéis pré fabricados de cimento de 2,4 x 1,2 metros com 2,5cm de espessura como revestimento do tecto.

Esta técnica permite uma rapidez maior que a apresentada por Velez. Conseguindo atingir valores na ordem de 2500 euros por casa com 60m<sup>2</sup> de tecto. A cobertura é revestida com folha de palmeira ou madeira à semelhança da nossa losa de xisto. Uma vez mais vemos o aproveitamento da cobertura para ventilação cruzada **\_121**.



ARMANDO RODRIGUEZ

**\_121**

Por último falo da reconstrução da aldeia da Quebrada Negra na Colombia, depois do terramoto de 1999, onde 95% das construções ficaram destruídas. Os moradores eram na sua maioria trabalhadores de produtores de café, que aceitaram a ajuda do governo alemão para a reconstrução da aldeia utilizando o Guadua como material principal de edificação. Em menos de 7 meses construíram 70 casas em sistema de autoconstrução, e os seus habitantes ficaram peritos na construção de bambu, na colheita e no tratamento dos culmos. Alguns habitantes mais hábeis aproveitaram os conhecimentos adquiridos para realizar, com sobras de bambu da construção, o mobiliário para as suas casas.

Refiro este caso principalmente porque o trabalho de educação e capacitação permitiu a um grupo de moradores organizar-se e oferecer serviços na construção de casas nas comunidades vizinhas **\_122**. Este propósito de construir ensinando é uma área na qual tenho vindo a desenvolver experiências.



**\_122**



FULVIO CAPURSO.2006

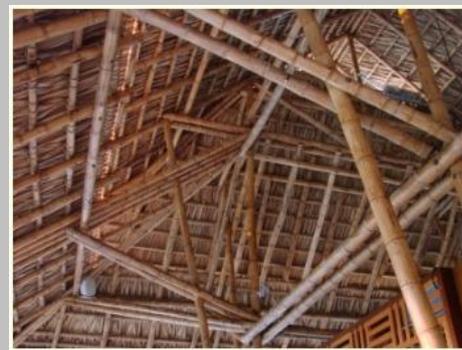
**\_123**

## \_ oitavo capítulo \_ bambu no México

O mercado do bambu mundial é um campo em larga expansão. Dadas a possibilidades e potencialidades atrás descritas, resistência, estética, versatilidade, rapidez de crescimento, derivados, sustentabilidade. O México é hoje uma potência para o comércio de bambu. Embora não existam grandes produtores a consciência das viabilidades do mercado de bambu é eminente; a considerar o privilégio da fronteira terrestre com os estados unidos e dois oceanos para transporte de produtos. Actualmente na zona centro do país Vera Cruz e Puebla são os principais produtores. Existe no entanto muito para desenvolver no âmbito de derivados e publicidade dirigida.

Das obras que visitei no México são referência: restaurante Guadua na Praia de Zicatela, Puerto Escondido; auditório do Parque Ecológico JAGUAROUNDI em Coatzacoalcos, Veracruz; estrutura de captação de água na eco-Aldeia de Ejutla, Oaxaca; auditório do Parque Flor do Bosque, Puebla.

Guadua **\_124** restaurante à beira-mar, projecto realizado em 2008, onde os proprietários, Diego, Ricardo e Moisés, materialisaram uma ideia que buscavam desde 2006, quando chegaram à praia de Zicatela e se apaixonaram pelo lugar. Com auxílio do arquitecto Raul VillaFranca, idealizam a obra que vêm a terminar 2 anos depois. Buscam uma alternativa à construção actual e buscam no bambu a sua fonte de inspiração. Apresenta uma mistura de técnicas. Onde a base do restaurante, cozinha, casas de banho, duches, escritório fazem parte de uma



DO AUTOR.2010

**\_124**

estrutura de tijolo com reboco pintado de vermelho tinto. E a cobertura que o envolve e amplia o espaço de terraço é uma bonita estrutura de bambu.

Na aproximação ao edifício apresenta-se uma imagem tradicional de cabana que, suplantada por um desenho actual com modernidade e detalhe, o fazem uma referência de design e arquitectura na costa pacífica do México. Utiliza a técnica do colombiano Simon Velez para as fundações [cone metálico com cimento nos primeiros dois nós] que também é aplicado a nível do segundo piso para ancorar a estrutura ao núcleo forte. Surgindo uns pilares inclinados que saem das paredes que lhe conferem uma união agradável. A estrutura é na verdade uma asna grande que percorre o espaço em forma de L alcançando uns 7,5 metros de altura. Na cobertura utilizaram folha de palmeira real, material abundante na zona costeira de Oaxaca. Todo o edifício está sobre elevado do piso a uns consideráveis 1,5 metros que permitem um arrejamento inferior. a temperatura debaixo de sombra é deveras agradável, mesmo em períodos de grande calor que atingem os 40°C. Todas as uniões entre bambus estruturais são realizadas com parafusos de 9mm. Outra característica reside nos pilares quádruplos que permitem a substituição de qualquer peça caso necessário. A espécie utilizada neste projecto foi *Guadua Angustifolia*, espécie Colombiana que já é comercializada no México, com diâmetro oscilante entre 8 e 10cm, utilizando um total aproximado de 2000 bambus para a realização da obra.

Auditório do Parque Ecológico JAGUAROUNDI em Coatzacoalcos, Veracruz; é uma obra de grande escala [445m<sup>2</sup>] e com complexidade de desenho. Desenhado pela Arq. Karla Colmenares assessorada pela FUNDEGUADUA da Colombia. Utiliza bambu *Guadua Angustifolia* crescido no México para realizar o encontro de 4 paraboloides hiperbólicos que lhe conferem movimento e curva. É uma mega cobertura assente em 4 pilares de betão armado. As uniões de bambu são feitas com elementos metálicos que permitem conectar 8 bambus, que fazem a extremidade de cada parabolóide, conferindo uma maior resistência e distribuição de forças. Trabalha com dois sentidos de parabolóide com duplo bambu para cada lado, estrutura reticulada que permite vencer um grande vão; a sua forma geométrica dá-lhe consistência estrutural e funcional, visto conseguir realizar o sobrado que permite evitar a acção das chuvas e sol. Por cima da

estrutura colocaram um plafon de madeira de 22mm recortada de acordo com a forma e no sentido mais curto de cada paraboloide. A madeira foi protegida com verniz e posteriormente revestida de tela asfáltica para impermeabilização. Para a realização desta obra fasearam em 3 tempos e em 3 workshops. Durou aproximadamente 8 meses de construção, mas com paragens pelo meio devido a condições climatéricas adversas. Começando a primeira em 22 de agosto de 2009, onde se realizaram os pilares e arquibancadas de betão armado; montou-se o estaleiro de obra e capacitou-se os primeiros operários nesta técnica. Preparava-se e organizava-se o bambu, vendo deformações, resistências, defeitos. As peças metálicas são realizadas em oficina e afinadas em obra **\_125**.



**\_125**

A segunda fase começa já em Setembro, dedicada a detalhes e onde se termina 40% da estrutura de revestimento **\_126**.



**\_126**

Na última fase dedicaram-se ao revestimento da cobertura e acabamentos finais. Tendo sido inaurada no final do ano de 2009 **\_127**.



**\_127**

Estrutura de captação de água na eco-Aldeia de Ejutla **\_128**, foi realizada pelo arquitecto austríaco Wolls Prix, às coordenadas de 96°13'W 16°33'N; surge como uma forma orgânica no meio de um deserto tipicamente Oaxaqueño onde o brilho do metal resulta num marco forte da paisagem. Este projecto é executado por estudantes austríacos e dirigido por Prix, que passam 6 meses na eco-Aldeia estudando e aprendendo com mestres de obra locais. Intercambio valioso para futuros aquitectos que aprendem com experiência prática, que muitas vezes rebate a teoria académica. É um exemplo interessante na medida que tenta criar para além da forma e estética, que deixemos para outros discutirem, uma consciência de poupança de água no vale de Oaxaca que tem graves problemas de



DO AUTOR.2010

**\_128**

abastecimento. E, confessaram os estudantes, que foi uma grande lição aprender a viver com 1000 litros por semana para 6 pessoas. Outra questão, que não tinham pensado durante a realização do projecto nos cómodos ateliers de Viena, resulta na falta de electricidade e de fontes de água, tiveram de ir de carro ao rio buscar tinas de água para fazer os cimentos das fundações. Da electricidade dizem que nem falar, só quando se deram conta da quantidade de parafusos que teriam de cortar sentiram as dificuldades a que se auto propuseram.

É uma estrutura de latas de bambu aparafusadas e amarradas com arrame metálico, assente em pilares de tubo metálico oco, cheio de cimento com ancoragem ao solo através de pequenos apios igualmente de metal de 2 x 2 cm. No todo das colunas existem capiteis em forma de cruz com estrutura de metal revestida de cimento para aumentar a área de apoio e permitir melhor comportamento para sísmico. O revestimento da cobertura é de chapa metálica moldada para conseguir adquirir a forma que se propunham. Começa numa superfície ampla que vai reduzindo e encaminhando a água a um bocal que enche por sua vez um depósito que se encontra por baixo da estrutura. Tudo parece perfeito, mas quando terminaram a estrutura com tanto metal à mistura o peso próprio abateu a forma e, fez com que não se aproveite a água na sua totalidade, bem com o depósito acabou por ter um efeito mais decorativo que receptivo, dadas as suas reduzidas dimensões que foram claramente só estéticas. Hoje é utilizado mais como cobertura e espaço de contemplação que para o objectivo inicial. Pois existe a cerca de 150 metros um comum depósito de ferrocimento que acumula uns 30 mil litros de água com a cobertura das cavalariças e das casas de banho. Mas este não tem publicidade nem atrai gente ao lugar. Desculpem a minha rabugenta inquietude mas já é hora de também começarmos a fazer algo de útil.

Auditório do Parque Flor do Bosque, Puebla, foi construído em 2005 pelo atelier Ojtat, que tem vindo a desenvolver estudos e vários projectos em bambu no estado de Puebla, liderados pelo jovem arquitecto Leyva. Sugere a forma de um gafanhoto, iguaria muito apreciada no estado. Apresente uma estrutura completa de bambu onde a forma de arco recticulado transformam a cobertura em pilares, diminuindo a quantidade de bambu necessário e dando mais resistência estrutural

ao edifício. A cobertura é realizada em ferrocimento com pintura branca. Foi considerada uma vez mais a filosofia de um bom chapéu e uns sapatos cómodos. A única questão a salientar foi o aumento de trabalho manual, dado os pórticos seres iguais dois a dois em sentidos inversos, contudo o arquitecto para defender-se utiliza estrutura dupla que lhe permite evitar uniões em bocas de peixe e reduzir o tempo de execução de obra **\_129**.



**\_129**

DO AUTOR.2010

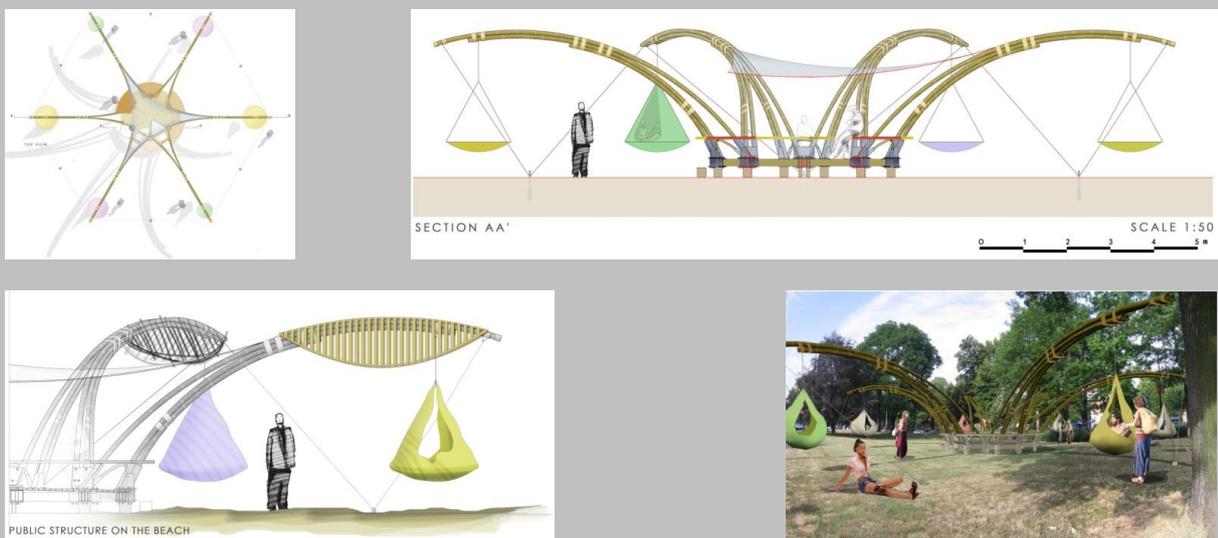
## \_ **NONO capítulo** \_ experiência com bambu no México

No decorrer do último ano e meio que vivi no México passei por varias experiências pessoais e profissionais, curiosas e interessantes, das quais passarei a falar no próximo capítulo. Separo-o do anterior que fala de visitas e projectos realizados que me serviram também como aproximação ao material neste país. Aliado à experiência que tive no Brasil e à constante bibliografia a que tenho recorrido levaram-me a desenvolver esta dissertação. O estado de Oaxaca encontra-se hoje numa dicotomia entre ricos e pobres. Atenção que falo de pobreza e não de miséria, que muitos esquecem que pertencem a dimensões diferentes. Existem problemáticas como a falta de água, muita emigração, desflorestação, crime organizado, políticas erradas e corruptas. Em contrapartida existe também muita cultura, 67 dialectos, música diferente em cada vila, bom mezcal e gastronomia rica, praias preciosas e bosques tropicais densos. Vive-se uma constante diversidade dicotómica. Temos montanha e praia, seco e húmido, o estado com maior diversidade de flora do país. É lugar de onde saíram figuras importante como Benito Juarez, Zapata, Rodolfo Morales, Toledo. Começo a minha estadia como barman no café central, referência da cidade a que um viajante não pode faltar, mais tarde conheço o director da faculdade de belas artes numa noite de boémia centraleira e, uma semana depois, começo o meu primeiro semestre como professor universitário de desenho artístico, confesso que sempre quis ter este trabalho. Em conversa numa reunião de professores com outro arquitecto que por lá andava, Fabricio Villaverde, que veio a ser quem me entusiasmou a fazer um workshop de construção em bambu. Venho a realizá-lo com o arquitecto Fulvio Capurso, de Italia, com que trabalho e comparto projectos de ilustração, design , arquitectura, cenografia, pelo que formamos equipa. Que isto de trabalhar sozinho é muito difícil; então melhor é unir forças e sempre se aprende mais.

## \_ **triboo**

Nesse verão 2009, vou para a praia com amigos que me visitavam, uma companhia de circo da argentina. Buscando entre alguns conhecidos onde estava o restaurante bar Guadua. Surge a ideia entre os donos do bar e alguns moradores

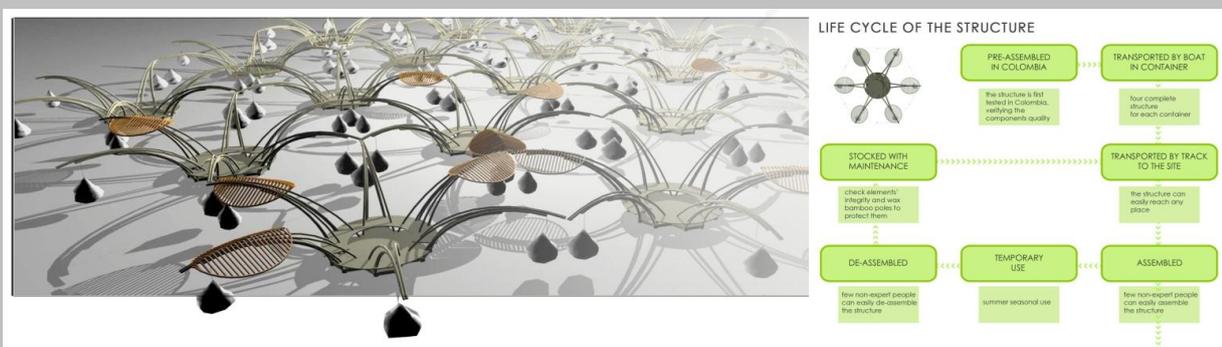
de Mazunte, onde vivi no verão, de fazer um workshop de construção em bambu, para gentes do circo e alguns palapeiros da comunidade. Palapeiros são os mestres carpinteiros que fazem as cabanas de tecto de palmeira típicas de todas as praias latino americanas. O objectivo no final foi ter uma estrutura na praia em frente do restaurante que poderia servir de espaço chillout depois de uma boa refeição, ou para desfrutar de uma bebida e boa companhia. Pegando num projecto antigo que fizemos para um concurso internacional de construção em bambu **\_130 \_131** quando vivia em Barcelona, no ano de 2008.



CAEIRO Y CAPURSO.2008

**\_130**

Decidimos materializá-lo com algumas simplificações de projecto por razão de economias, dando-lhe o nome de triboo. Workshop é mais para dar aquele estilo que gostam os arquitectos e profissionais que fazem CV's extensos. Na verdade foi ensinar amigos e conhecidos a usar este material juntando dois saberes

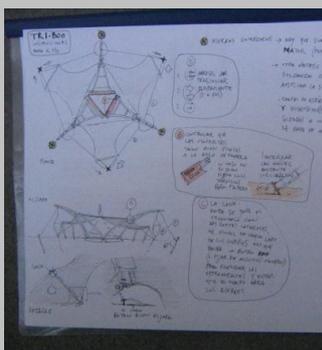


CAEIRO Y CAPURSO.2008

**\_131**

e muitas dúvidas. Experiência do Fulvio na Colombia e a minha no Brasil, com um projecto já existente e que teríamos de transferir do papel para a escala 1 para 1 de modo realizável e que, além do mais, serviria para preparar e afinar detalhes para o workshop na Universidade Autônoma Benito Juarez de Oaxaca, bem como para futuros Arquitectos e Professores. Já todos sabemos como funcionam as escolas e dos doutores e arquitectos que sabem tudo e tudo sabem, apontar o dedo seguro estariam dispostos, mas “quem aponta um dedo tem 3 a apontar para ele” façam o exercício, dizia meu avô, mestre alfaiate.

Voltemos à praia e ao workshop depois de realizarmos maquetes, novos desenhos e detalhes **\_132**, fizemos tudo desde o início, foi ir cortar bambu às matas com machetes, 2 semanas de praia entre conseguir tela e cordas para as amarrações. Mandar fazer 6 redes em forma de cadeira. Passadas as duas semanas colocámos o bambu a secar já em posição tensionada de modo a adquirir a curvatura necessária ao modelo que pretendíamos. Esperámos mais 3 semanas **\_133**. Enquanto esperamos explico o conceito do projecto: foi uma proposta para um concurso internacional no hawaii e que apenas alcançámos os 50 finalistas. Concorremos na categoria de estruturas de parque. Criámos uma forma circular onde 6 braços de bambu equidistantes serviam de apoio para uma espécie de casulo, arquitectura suspensa foi o conceito. Poder estar em lugares de natureza flutuando sobre Ela, sentir o movimento do vento.



**\_132**



FULVIO CAPURSO.2009



FULVIO CAPURSO.2009

**\_133**

Apesar das mudanças significativas ao projecto esta essência de arquitectura suspensa permaneceu e foi suficiente para nos animar a continuar. já não tínhamos 6 pontas, mas apenas 3 e reduzimos a dimensão de 8 metros do braço tensionado de bambu para 6,5 metros. Todos mãos à obra pois passam as 5

semanas de preparação rapidamente. Pedimos uma carrinha emprestada e vamos pelo bambu à mata onde o cortámos e deixamos a secar **\_134**.

Decidimos fazer as uniões todas a seco com cordas molhadas para um melhor amarre e por falta de tempo [o semestre em belas artes já estava a



DO AUTOR.2009

**\_134**



DO AUTOR.2009

**\_135**

começar e íamos em pleno verão, aos donos do restaurante já lhes urgia a estrutura] e por poucos recursos não imunizámos o bambu. Utilizámos Bambusa Vulgaris, que naturalmente não duraria muito tempo nestas condições de exposição solar e chuvas. Mas o objectivo era ensinar e experimentar. Dirigimo-nos a mazunte onde nos dedicámos por uma semana ao trabalho do bambu, missão: terminar em tempo a estrutura, desmontar e transportar à praia de Zicatela que estava a 70km. Com a ajuda de 18 bambuseiros **\_135** e muita festa à mistura conseguimos o objectivo. Estou a falar de uma estrutura de cordas tensionadas e fixas ao chão que aguentam a estrutura mesmo em caso de apenas se sentarem pessoas num dos braços do triboó **\_136**. A união entre cordas cria triângulos fechados que permitem uma distribuição de forças equilibrada.



DO AUTOR.2009

**\_136**



FULVIO CAPURSO.2009

**\_137**

Estrutura acabada, facilmente foi desmontada e remontada e, que bom foi o descanso nas redes penduradas! **\_137**. A questão de tela tensionada que colocámos no interior do círculo foi uma opinião de última hora de uma artista do circo que com artes de quem sabe coser costurou a lona ao detalhe para o triboo. Depois de terminada, o Zé, que andou connosco em cenografias de teatros de rua alguns anos atrás, experimentou a resistência da estrutura saltando sobre uma rede **\_138**.



FULVIO CAPURSO.2009

**\_138**

### **\_ frameboo**

Neste projecto serei mais breve, trata-se de uma estrutura para um cenário da companhia estatal de dança contemporânea de Oaxaca. Pediram que criássemos espaço onde pudessem os bailarinos interagir, esconder-se, surgir. A apresentação seria realizada no Socalo de Oaxaca [socalo é o nome que dão à praça principal das cidades, vilas e aldeias no México]. Propusemos bambu como uma frame onde tensionámos um pano branco que criava dois planos verticais e serviria de fundo para projectar luzes de cores. É um sistema muito simples de união com parafusos sem bocas de peixe, quatro elementos verticais e quatro horizontais, a espécie de bambu é *Bambusa Vulgaris*. Nos elementos horizontais colocámos parafusos de 6mm e porcas para tensar um cabo de metal de 2,5 mm que passa dentro do pano branco que cria a barreira visual pretendida e serve de fundo para o jogo de luzes. Utilizando como suporte blocos de cimento quebrados, que recuperámos de uma obra de instalação de cabos, assim conseguimos estabilidade e facilidade de montagem/desmontagem. Dois planos um vertical a atingir os 4 metros de altura por 1,65metros e outro horizontal que media 3,6 por 2,8metros de altura, foi o cenário para a peça do dia de mortos, que ao contrário

da cultura europeia é um dia de festa, na verdade uma semana muito forte de festa em todo o país, em que se realizam eventos culturais **\_139 \_140**. Cada elemento tem um tempos de montagem aproximado de 15 minutos, sendo constituído por 2 bases, 8 bambus, 8 parafusos de união, dois cabos e uma tela.

Hoje em dia o frameboo horizontal serve de divisão em minha casa, reinterpretação de uso.



**\_139**



DO AUTOR.2009



**\_140**

DO AUTOR.2009

### **\_ workshop de projecto e construção sustentável em bambu \_ UABJO**

No final do ano 2009 surge a possibilidade de realizar o taller que o Prof. Arq. Fabricio Villaverde desafiou; reuniram-se esforços com o Arq. Fulvio Capurso e a Arq. Edith Costa Castellejos de modo a podermos realizar um workshop onde o resultado final fosse um modelo a escala 1 para 1, que permitisse aos estudantes não só aprender na componente teórica universitária como sentir as potencialidades e enfrentar as dificuldades de construir um projecto real. A oportunidade perfeita para colocar em prática todo o estudo que realizei ao longo dos anos e poder sintetizá-lo para passar o conhecimento e questioná-lo com dúvidas que surgiram.

Dividindo funções, Fabricio e Edith ficaram com a logística e organização do curso, juntamente com Fulvio ocupei-me de resumir, fazer apresentações e elaborar o conteúdo académico das duas semanas que acordámos. Começámos por buscar um projecto que se enquadrasse dentro dos nossos objectivos de fazer arquitectura para as comunidades, ou seja, para quem vai viver esse espaço fora de altruísmos arquitectónicos. Junto da comunidade Zacchila, uma das vilas mais antigas dos vales cantrais a 12km de Oaxaca, encontrámos a Associação Civil de Mulheres Yu Xunaxi, que nos apresentou a necessidade de um espaço coberto dividido em duas zonas, onde pretendiam realizar uma sala de massagens e um temazcal [ *Zumpulché* em Maya, *Ñihi* em Mixteco, são pequenas construções de pedra, terra ou madeira que foram usadas por muitas culturas nativas da América para a realização de banhos a vapor, tanto por motivos religiosos e rituais, bem como tratamentos medicinais. O temazcal é um banho a vapor de água de ervas aromáticas, a palavra refere-se ao banho e à construção em si. Neste caso tratava-se de um temazcal húmido porque no centro se colocam pedras previamente aquecidas em vermelho vivo, em número variável segundo a temperatura desejável para a cerimónia a realizar. Uma vez dentro os participantes, o temazcaleiro verte uma infusão de plantas medicianis sobre as pedras quentes].

Juntámos a terra e o bambu como solução para este projecto, depois de discussões, maquetes e desenhos em conjunto com as senhoras da associação chegámos a uma ideia viável que agradou a todos. 1 mês antes de avançarmos com o bambu realizámos com um mestre de obras local uma pequena sala quadrada de 20m<sup>2</sup> que iria receber a estrutura de bambu que propusemos aos estudantes realizar. Sobre a terra faço uma explicação antes de continuar. Depois da limpeza do terreno, fizemos as fundações com blocos de cimento maciços para evitar ascensões de água pelos muros de terra, a uma altura de 25 cm do chão. Completada esta primeira fase começámos a produzir blocos de adobe prensado, numa média de 300 por dia entre duas pessoas com uma prensa mecânica **\_141\_**. Nas primeiras 2 filas de adobes colocámos 10% de cimento de modo a garantir uma passagem de humidades mais suave; as filas seguintes seguimos com terra prensada **\_142\_**. Nos cantos das paredes e a 1/3 e 2/3 da sua largura duplicámos os adobes para fazer um reforço, visto serem muros portantes de dimensão reduzida, 16cm [espessura do adobe].



DO AUTOR.2009

FABRICIO VILLAVERDE.2009

**\_141**



DO AUTOR.2009

**\_142**

Terminámos as 4 paredes 1 semana antes de começar o workshop. Marcámos os pontos de apoio da estrutura de bambu colocando um parafuso embutido na viga de cerramento em betão armado com 20cm de altura e a mesma largura dos adobes. Na cofragem de madeira agrafámos rede mosquiteira para conferir à viga uma textura diferente da convencional na autoconstrução, servindo de exemplo a futuros construtores.

Tudo concluído, cartazes feitos e aprovação da Faculdade de Arquitectura da Universidade Autonoma Benito Juarez de Oaxaca, que nos apoiou com as instalações, transporte, publicidade, 60 varas de bambu, laboratório de testes mecânicos e certificados académicos. Demos início ao workshop com uma conferência introdutória sobre sustentabilidade. Decidimos uma abordagem académica para este primeiro workshop em bambu na cidade de Oaxaca, e um dos primeiros realizados no México, pois consideramos que sensibilizar os profissionais da área de projecto e construção é uma meta com futuro **\_143**.



CAEIRO Y CAPURSO.2009

**\_143**

Objectivos do Projecto: impulsar a vinculação académica da Faculdade de Arquitectura CU da UABJO resolvendo problemáticas arquitectónicas de benefício social nos povoados do estado, através da experiência directa desenvolvendo e construindo projectos reais. Os participantes consolidam e adquirem conhecimentos teóricos e práticos que permitem valorizar outros campos da arquitectura.

Objetivos do workshop: proporcionar o conhecimento teórico e prático sobre o material, conhecer as viabilidades de uso e potencialidades de aplicação no México como tecnologia emergente. Sendo o bambu um recurso sustentável e renovável que permite um desenvolvimento construtivo de grande valor técnico e estético, sendo igualmente uma alternativa válida e competitiva pelo seu baixo custo.

Dirigido a: estudantes, professores de arquitectura, designers, autoconstrutores.

Duração: uma semana teórica e prática. Levaram-se a cabo um conjunto de 3 conferências e aulas de projecto e maquetação. Dois fins de semanas de construção da cobertura da associação Yu Xunaxi.

Conferências:

01. silvicultura, corte, secagem, imunização
02. projecto e construção
03. uniões low tech e high tech
04. apresentação do projecto a realizar em Zaachila

Aulas e projectar: tudo claro e conhecimentos passados realizámos um conjunto de 3 dias de aulas **\_144\_**. Organizámos os participantes em grupos de 4 pessoas e realizámos aulas de projecto, considerámos 4 cenários possíveis, 2 urbanos e 2 rurais. Fornecemos aos estudantes palitos de madeira a escala 1/50 das varas de 6 metros disponíveis no mercado, uma pistola de cola e tubos para fazer as uniões, de modo a poderem criar e experimentar de acordo com o que entenderam das aulas teóricas e respondendo às necessidades projectuais do exercícios propostos, aproveitando estas aulas para esclarecer dúvidas e potencializar ideias que foram

surgindo, com uma resposta e empenho que saliento. Presença assidua e trabalho extra horário.



DO AUTOR.2009

\_144

### Cenários urbanos:

1º cobertura para um auditório ao ar livre na Vila de Zaachila **\_145**. Primeira vila do vale de Oaxaca de origem Zapoteca. Povoado histórico que alguns anos atrás foi submetido a uma intervenção na praça central, reconstrução do mercado, arranjos de pavimento e a torre do relógio com uma arquibancadas com vista a um palco que ficou por terminar por falta de orçamento, e leva já uma década por ser resolvido. Como crítica ao sucedido propomos o bambu como material de construção de estruturas e motivo de intervenção de modo a podermos demonstrar a viabilidade económica do projecto, devido ao exercício prático deste workshop ser uma estrutura na vila. Trata-se de uma área circular com um diâmetro de 12 metros. Sobre elevada de 1,5 metros do nível da praça. Quotidianamente existe uma extensão do mercado de comidas e bebidas sob planos de lonas penduradas em árvores e postes de luz e telefone. Neste local realizam-se os eventos e festas importantes da comunidade.



DO AUTOR.2009

\_145

2º projecto de ampliação do colectivo central **\_146**. Bar de remome e história no centro de Oaxaca, uma referência para qualquer visitante e morador da cidade. Situado a apenas três quarteirões do Zócalo e onde comecei a aventura do México como barman por alguns meses. O tema do bambu é uma novidade no mundo actual para a maioria das populações e, em conversa com o pintor Guillermo Olguim e dono bar central comentámos a possibilidade de realizar uma estrutura de bambu na açoteia do edifício histórico colonial. Seguindo esta vontade de Olguim propusemos aos estudantes a realização deste exercício para ser apresentado como possível projecto. Uma vez mais tal como todas as propostas destes exercícios realizar momentos de arquitectura reais.



**\_146**

FULVIO CAPURSO.2009

Cenários rurais, no Estado de Oaxaca a ruralidade das populações abrange uns 90% assim ali a autoconstrução e os baixos recursos económicos são eminentes. Pelo que não podámos deixar de conceber uma vertente rural do exercício:

3º cobertura para campos de cultivo de nopal em Talixtac **\_147**. Rigoberto León produtor de Nopal quem apresentou esta necessidade, para o Estado e para este ramo da agricultura que cultiva cactos como modo de vida, explorando com verdura de extrema qualidade dietética e nutritiva e fruta [tuna] no mercado mexicano. No estado de Oaxaca são produtores de Nopal Orgânico certificados e os únicos produtores com esta vertente mais ecológica da produção a nível nacional. Com eles tenho vindo a desenvolver uma série de capacitações e encontros para esclarecer dúvidas de autoconstrução e informar sobre novas tecnologias que vou aprendendo. A questão destes exercícios foi colocada ao governo do Estado ainda antes destes Workshop e com voto positivo, já que no próximo ano 2011 vamos começar a construir o primeiro Eco-armazém, de uma

série de três aprovados. Colocámos aos estudantes este cenário e esperámos para ver resultados.



\_147

DO AUTOR.2009

4º último exercício residia em projectar bungalows para turismo rural numa fazenda de café em Pluma Hidalgo \_148. Região produtora de café de sombra e propícia à produção de bambu. A questão de turismo de habitação tem interesse para além de negócio de classe média alta mexicana e estrangeira no México. Tem o sentido de mostrar que os "ricos" gostam de casas com materiais nobres, a questão deste projecto é mais social que arquitectónica, formalmente falando. Realizando uma estrutura, edificação, casa em bambu [material abundante e natural da zona \_ em especial *bambusa vulgaris*] tem impacto sobre a população, numa tentativa de mudança de opinião sobre as potencialidades de um recurso que é grátis e abundante na zona, versus os produtos industrializados que normalmente recorrem. Trouxe algumas mostras de bambus locais para analisar no IPN \_ instituto Politécnico Nacional, onde estou a começar a desenvolver um estudo sobre resistências físicas e mecânicas do bambu oaxaqueño de modo a poder calcular correctamente estruturas para estas zonas. No exercício proposto mostrámos duas edificações de cimento e tijolo por acabar e propusemos que o nível superior e os acabamentos fossem com bambu com material base. Igualmente é um exercício real, numa zona em que os turismos rurais e ecológicos têm ainda um grande caminho a percorrer, e que começa a dar os seus primeiros passos. Voltei depois do workshop a recolher mais amostras. Conversa ao sabor do café local, ficou agendado para a próxima Feira Internacional de Café realizar uma estrutura de bambu como exemplo para as comunidades com projecção das possibilidades de estudos e 2 tardes de experimentação de uniões, para que cada pessoa possa usufrir do bambu que tem ao lado de casa em sistema de autoconstrução.

Terminámos com a apresentação das propostas no auditório da faculdade fazendo um ponto de situação e encerrando a parte teórica desta formação.



\_148



DO AUTOR.2009

Testes de resistência: realizámos no laboratório da Universidade Autonoma Banito Juarez de Oaxaca, C.U. Faculdade de Arquitectura, provas de resistência do bambu que íamos utilizar. Dispondo de maquinaria para realizar fleccão **\_149** e compressão **\_150** submetemos várias amostras de *Guadua Angustifolia* que



\_149

DO AUTOR.2009



\_150

DO AUTOR.2009

previamente se adquiriu para esta cobertura. Com troços de 55cm para resistências a fleccão e 23cm para testes de compressão. O bambu utilizado neste projecto foi imunizado com ácido borax em solução aquosa por imersão e todos os gomos perfurados junto dos nós em diagonal perfurando o diafragma do gomo adjacente de modo a conectar totalmente o interior das varas.

Escolhemos 3 pedaços de bambu para cada prova, com diametro de 8cm e espessura de parede de 2 a 2.2cm e um inter gomo de 27cm máximo. Ficou por realizar o teste de tracção por problemas técnicos de maquinaria. Contudo permitiu que todos comprovassem o que dissemos teoricamente sobre a grande

resistência do bambu. Com a ajuda do Técnico do Laboratório Javier Ávila Galindo realizámos as provas e obtivemos valores surpreendentes mesmo para quem já sabe o possível resultado. Nos valores de fleccão alcançámos um mínimo de 18,3 toneladas para ouvir o primeiro estalido de crepa, que nos indica que não devemos superar esses valores caso o bambu fosse apoiado sobre os seus extremos na estrutura a realizar, contudo explicámos que este é o valor de resistência do material e não o valor real da estrutura pois as uniões debilitam esta resistência reduzindo-a a cerca de 1/3. Mesmo assim ficámos com um óptimo valor de 6 toneladas. Na compressão chegámos a valores de 19,8 toneladas que facilmente compreendemos que não seria um problema para a estrutura. Na verdade a compressão exercida por uma cobertura de bambu e chapa metálica corresponde a valores muito baixos sobre os pilares. Assim, resumindo, um bambu de 8cm de *Guadua Angustifolia*, crescido em solos Mexicanos [Estado de Vera Cruz] servia perfeitamente para o objectivo previsto. Além de que ficámos com certezas que o poderíamos aplicar em muitos outros casos de estrutura edificatória, comprovando o porquê de ser chamado aço vegetal. Com um só material podemos construir sem recorrer a materiais industrializados como base.

O Projecto: o conceito do projecto baseia-se em demonstração e aplicabilidade económica da proposta. Quero dizer com isto que a estética não se sobreponha à necessidade mas que trabalhe em conjunto. O projecto previa uma estrutura mixta de suporte da cobertura. Utilizando as paredes de abode portantes já construídas e criando uma série de quatro pilares triplos que sustêm a segunda parte da estrutura  
\_151.



CAEIRO Y CAPURSO.2009

\_151

Cada pilar é composto por 3 bambus 2 verticais e um oblíquo que garante a resistência no caso de movimentos laterais, frequentes nesta zona do globo, devido a constantes tremores de terra, a inclinação destes bambu permite resguardá-los da incidência solar e água da chuva, melhorando assim a sua durabilidade e aparência. O valor acrescido é estético e funcional, os elementos verticais unem aos bambus superior da asna e a meio caminho através de uma varilha roscada num momento triplo com o bambu horizontal da mesma asna **\_152**; o elemento inclinado esta conectado ao bambu longitudinal que conecta as asnas **\_153**.

**\_152**

DO AUTOR.2009

**\_153**

DO AUTOR.2009

Dividida em 7 partes, a cobertura, é composta por 8 asnas iguais. 4 apoiadas sobre a viga de cimento sobre os muros de adobe e as outras 4 apoiadas nos pilares. Detalhando; no caso das asnas sobre o quarto embutimos antes de colar o cimento 8 parafusos de 1.8cm de diametro **\_154**, distanciando o bambu do topo da viga em 2,5cm com um porca e 2 anilhas, prevenindo problemas de acumulação de água e o respectivo apodrecimento do bambu, o facto de estar aparafusada permite igualmente trocar facilmente elementos em caso de reparação necessária. Outra função, estruturalmente amarra a cobertura à estrutura existente para evitar o efeito de vela em caso de ventos fortes. Para completar esta estrutura realizámos uma viga dupla de 10 metros **\_155** na mais elevada da cobertura são 4 bambus horizontais unidos dois a dois [6metros e 4metros] por 16 pedaços de verticais de 65cm. As uniões são em boca de pescado com parafuso completo de atravessamento vertical e apertados nos elementos horizontais. No âmbito de economizar material decidimos unir as asnas aos elementos longitudinais de travamento, assim pudemos evitar uma segunda estrutura de bambu sobre as asnas.



DO AUTOR.2009

**\_154**



DO AUTOR.2009

**\_155**

A base dos pilares é uma sapata de betão armado onde deixámos 3 varões de 1,2cm embutidos e com 50cm sobresaídos para receber os elementos de bambu dos pilares **\_156**. Realizámos na oficina cones para a transição betão bambu **\_157**. O objectivo é evitar ascensões capilares sobre o bambu e evitar acumulação de água na base das varas que resultariam no seu apodrecimento. Outro factor importante aqui foi ressaltar nas comunidades que este detalhe pode ser aplicado a madeira **\_158** correntemente mal embutida nas fundações de cimento. A forma das fundações está coincidente com um círculo paralelo ao temazcal previsto em forma de cúpula que estaria compreendido num círculo interior aos 4 pilares.



DO AUTOR.2009

**\_156**



DO AUTOR.2009

**\_157**



FULVIO CAPURSO.2006

**\_158**

O cone de metal foi realizado em oficina planificando a sua forma sobre uma chapa metálica de 2mm de espessura cortado a tesoura e dobrado e soldado na sua forma final de cone com uma abertura inferior de 1,2cm e superior de 7,5cm. Os 7,5 cm de topo permitem um jogo de aproximação a variações de diâmetro do bambu usados e garante o isolamento de transborde quando enchemos os dois primeiros nós com cimento. Para proteger o metal pintámos utilizando tinta de esmalte negro.

Nas uniões mais importantes pilar-base, pilar-viga, utilizámos a união simon velez colocando um elemento de metal trabalhando perpendicularmente a corte sobre o bambu com um parafuso dobrado que agarra os bambus e funciona a tracção que é a melhor resistência do material. Posteriormente depois da estrutura estar completa retirámos os elementos de apoio; quando se acomodou realizámos um burraco de 2.5cm a dois nós das uniões e enchemos os nós dos bambus com cimento e areia na proporção de 1 para 3 **\_159**.



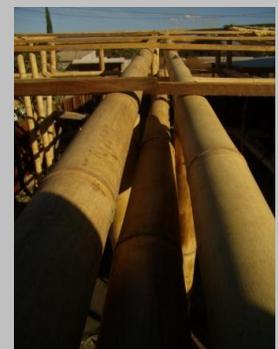
DO AUTOR.2009

**\_159**

Sobre a estrutura de bambu colocámos camas de carrizo [canas] **\_160** tecidas com corda de cizal manualmente em planos de 1,2 metros por 1,8 metros que se apoiavam entre asnas. Entra cada rectangulo de carrizo colocámos madeiras de 2x3cm de perfil **\_161** aparafusadas com parafusos de cabeça de estrela de 3cm para madeira, que servem para travar estes planos. Permite assim igualmente substituir alguma cana que esteja em mau estado sem desmontar o revestimento da cobertura.

**\_160**

DO AUTOR.2009



DO AUTOR.2009

**\_161**

Na seguintes fotos podemos observar o resultado da estrutura de bambu completa antes de quando começámos a fase de revestimento **\_162\_163**.



**\_162**



DO AUTOR.2009



**\_163**

DO AUTOR.2009

Depois de todo o carrizo colocado passámos ao último revestimento com chapa metálica ondulada de zinco **\_164** para evitar ferrugem e permitir uma correta captação de águas pluviais para o depósito de água previsto. A fixação da chapa é no detalhe simples ganchos metálicos com uma anilha de borracha apertada superiormente que se agarram das madeiras que colocámos em cima do bambu.



**\_164**

DO AUTOR.2009

A Obra: quando chegou este momento foi a parte mais interessante e onde pude experimentar realmente o que que esta dissertação tem vindo a explicar. Cobrindo uma área de 50 metros quadrados calculamos que em exercícios de aprendizagem e construção a cobertura poderia ser construída em 2 fins-de-semana, confesso desde já que falhámos por 1 manhã extra que necessitámos para terminar as bases dos pilares, e encher os nós dos bambus nas uniões acima mencionadas.

O exercício de obra foi realmente a parte mais interessante do processo onde consegui sentir as dificuldades e soluções que surgem durante os trabalhos. No primeiro dia aproveitámos a mão-de-obra disponível organizando grupos de trabalho. Cada um responsável por preparar uma asna no piso e fazer as uniões da viga dupla **\_165\_166**. Com o objectivo de deixar apenas o trabalho de montagem sobre andaimos optimizando assim tempo e precisão. Começámos por ensinar a preparar o estaleiro de construção em bambu, que se resume a um maço de madeira, 2 formões de diferentes dimensões, uma serra, uma fita métrica, um pé de cabra para dobrar e cortar parafusos e um berbequim manual com broca de 1,7cm de espessura [ao qual previamente soldei um perfil de metal circular com 40cm de modo a poder perfurar 4 bambus sobrepostos, facilitando a perfuração e garantindo o alinhamento dos buracos], neste caso por equipa em obra por trabalhador. Tudo pendurado à cintura para que possam trabalhar nas alturas pendurados por cabos sem necessitar de subir e descer constantemente.



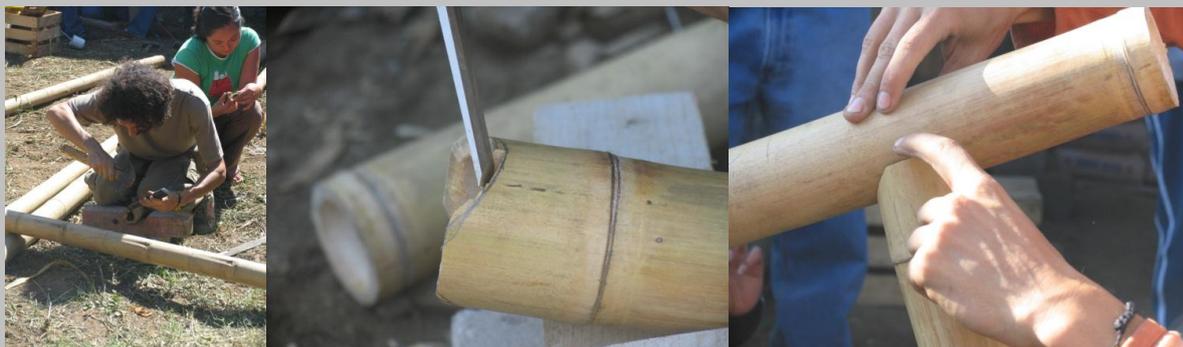
DO AUTOR.2009

**\_165**

DO AUTOR.2009

**\_166**

Cada grupo construiu com um barrote de madeira fazendo-lhe dois cortes em forma de "V" um suporte para o bambu não deslizar aquando da realização das bocas de pescada **\_167**. Durante o primeiro dia construímos a viga maior onde treinaram as bocas de pescada e preparámos os cortes dos elementos das asnas.



DO AUTOR.2009

**\_167**

Os participantes puderam confirmar a facilidade de corte do bambu, igualmente à fácil manobrabilidade que permite. Uma pessoa consegue carregar e transportar uma vara de 6 metros sem grande esforço, o que não acontece com nenhuma outra viga ou pilar de outro material; fizemos o exercício com uma viga de 4 metros de madeira [2 pessoas] e 3 metros de betão armado [3 pessoas]. Claro que tudo isto será exponencial quando trabalhamos nas alturas onde o bambu se destaca com grande vantagem sobre os outros dois materiais.

De acordo com o Projecto seriam necessárias 45 varas de bambu para completar a cobertura, que mesmo com erros de percurso de quem está aprendendo falhámos apenas por 3. Gastando no total 48 bambus, as sobras serviram para cada participante ficar com o seu gomo de bambu.

Segundo dia dedicado exclusivamente a terminar as asnas **\_168** uniões por tentativa, erro utilizando formão, maço e serra. Desenhando com um lápis até acertarem na precisão necessária que evite a entrada de bichos depois de construído.



DO AUTOR.2009

**\_168**



DO AUTOR.2009

**\_169**

Para decidir em que sentido fazer as bocas de pescada realizámos o simples exercício de segurar 2 a 2 uma vara nas extremidades e deixando o bambu solto a ver qual a sua acomodação natural para minimizar esforços de rotura quando montado. Detalhe muito importante de referir aos construtores, simples de realizar e que permite rentabilizar o trabalho, pois o bambu fica numa posição mais fácil de



DO AUTOR.2009

**\_170**

trabalhar. Realizámos todas as uniões, num dia completo de trabalho, incluindo as bocas de pescada com o bambu de topo que unia as várias asnas **\_169**. Este detalhe demorou o seu tempo por estarem todos a trabalhar sobre o mesmo elemento e ser a primeira união com parafuso dobrado **\_170** que prevê mais cuidado nas uniões e mais experimentação. Aprefeiçoámos como segurar o formão, como colocá-lo de cara contra o bambu para evitar estilhaçar os bordos e igualmente praticaram em alguns troços de bambu para que no fim-de-semana seguinte na montagem pudessem ter a destreza de fazer ajustes já sobre os andaimes que sempre dificulta a mobilidade.

Segundo fim de semana, terceiro dia de trabalho, começámos ao nascer do sol com um pequeno almoço de convívio com memelas de feijão e queijo com uma salsa picante bem saborosa. Este dia foi dedicado a montagem dos elementos que tínhamos construído e ao nível do chão. Montámos andaimes rudimentares 2 tripés e uma tábua. E começámos a montagem. Primeiro a viga grande foi colocada sobre o muro onde seria aparafusada de acordo com o detalhe de projecto referido acima, com porca e duas anilhas. Para suporte provisório da viga fizeram bocas de pescada em 4 bambus que viriam a ser os pilares mais tarde. Evitando perda de material. Na tarde do mesmo dia montámos as asnas sobre os muros de abode e onde seriam os pilares, deixando esta última parte apoiada em



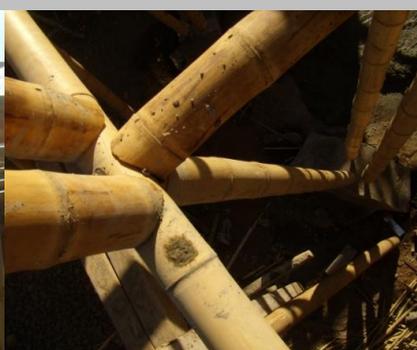
DO AUTOR.2009

**\_171**

bambus soltos inclinados. Neste dia os detalhes a ressaltar foram os ajustes nos bambus de topo que tiveram de ser retocados para uma correcta união e o trabalho sobre andaimes. Completámos a estrutura horizontal **\_171**.

Quarto dia, pilares, dedicámos a uniões de pilar viga a seco e conexão entre pilar base de cimento. Os elementos triplos que seriam os pilares não tiveram dificuldade maior, todos já dominavam a técnica de boca de pescado e perfuração de 3 bambus com berbequim manual **\_172**. Procedemos as conexões referidas no projecto e colocámos os cones nas bases do bambu fixas com cinta adesiva, isto para não se moverem no acto de encher com cimento **\_173**. Rapidamente se terminou os objectivos do dia durante a manhã, ainda antes de terminarmos entre todos realizámos os buracos nos nós que seriam necesarios encher de massa de cimento.

Na manhã que faltou, realizámos a cofragem das bases com chapa



DO AUTOR.2009

**\_172**



DO AUTOR.2009

**\_173**

metálica de modo a conferir-lhes a forma circular prevista e preparámos cimento com areia e gravilha para encher as fundações dos quatro pilares junto do temazcal e dos dois pilares em frente da parede de terra **\_174**. Ao mesmo tempo



DO AUTOR.2009

**\_174**

outra equipa dedicou-se a fazer massa líquida de cimento com areia para encher os nós dos bambus que tínhamos perfurado no quarto dia.

Custos finais do projecto estrutural de bambu alcançaram os 13.500 pesos mexicanos (ao valor de cambio de Dez. de 2009). Comprovando as economias que se podem fazer utilizando este recurso natural disponível no México... Melhores rendimentos poderemos obter quando se difundir a sua plantação e exploração na maiorida dos Estado evitando assim o pagamento de transporte que neste caso aumentou um 35% do custo por vara.

Posteriormente ao workshop realizámos já com alguns estudantes que se disponibilizaram, a construção do temazcal em terra **\_175**. Sistema de construção tradicional com a ajuda de um mestre-de-obras. Abóboda recargada sem cofragem poupando igualmente tempo e dinheiro. Este último exercício levou à busca da terra como construção que deixarei para outra dissertação dentro de uns anos.

Antes de terminar a memória deste workshop, agradeço a colaboração de todos os participantes.



**\_175**



DO AUTOR.2010

publicações: "taller de arquitectura sustentable en UABJO"

<http://www.diariodespertar.com.mx/agenda/24142-Taller-arquitectura-sustentable-UABJO.html>



## \_ **décimo capítulo** \_ autoconstrução com bambu \_ México – Oaxaca

Neste último capítulo dedico espaço a uma pequena reflexão sobre o trabalho do arquitecto de acordo com alguns comentários que tenho vindo a ouvir desde que me formei: “casa de arquitecto”, “casa à arquitecto”, “parecem caixas”, “não funciona”, “só falam disso”, “têm a mania”, “querem ser artistas”; e continua e continua. A maioria dos meus amigos e conhecidos não trabalham no campo da construção ou arquitectura, urbanismo. São de áreas “completamente” diferentes dizem. Aceito mas parece estranho que os comentários gerais das pessoas fora da nossa área sejam depreciativos quanto à nossa profissão.

Considero o que comentámos num encontro em Delft na Holanda uns meses atrás onde números dizem que 5% do mundo é feito por arquitectos. E o resto quem faz? Talvez a autoconstrução seja mais importante que a dita “arquitectura”. Talvez não estejamos a trabalhar em sintonia com as necessidades do mundo?

Durante estes poucos anos de experiência laboral chego a conclusão que há um corte entre sociedade e arquitectos. Comecei a pensar esta questão quando vivia no Brasil e trabalhei pela primeira vez com autoconstrução, com o arquitecto Mario Jauregui, com dona Marta, na Favela da Maré. Hoje vivo uma realidade diferente, mais calma que nesses tempos, mas a autoconstrução é igual, empírica, simples, eficaz. Termos muito importantes quando ditos por um arquitectos num conferência, mas que ao mesmo tempo são apenas palavras que todos usamos e, não vale a pena imortalizá-las ou dar-lhes pódio, são só palavras. Do que aprendi trabalhando com as comunidades no México foi a dar mais atenção ao bom senso antes do ego artístico. Passando em aldeias e povoações encontro casas de arquitectura vernáculas, lindíssimas, cheias de sabedoria milenar de tentativa e erro até chegar ao funcional, ao integrado. O que estraga tudo é que ao lado há mais 4 casas construídas depois da revolução industrial e são todas “feias”, peço desculpa pelo termo ambíguo que utilizo mas não encontro outro que se adegue mais. E talvez “todas” sejam demasiadas, mas sensação é essa.

Desabafos à parte é hora de por a mão à obra e tentar fazer algo para não estar só de resingão, além do mais esta tese é sobre construção em bambu. Pelo que apresento sucintamente 2 trabalhos que realizei em Oaxaca dentro deste âmbito da autoconstrução em conjunto com o Concelho Oaxaqueño de Produtores de Nopal.

### **\_ capela de são isidro lavrador**

comunidade São Bartolo Coyotepec, Oaxaca

projecto de março de 2010 \_ construção maio de 2010

"Si al campesino se le construye su casa como una especie de caridad, no adquirirá a habilidad ni la experiencia que logra si la construye él mismo. Cuando empiecen a deteriorarse las construcciones, los aldeanos no podrán repararlas. Es como si una persona que quiere un jardín fuera a Un invernadero y pidiera que una docena e expertos se lo hicieran de la noche a la mañana. Se vería muy hermoso durante una semana, tal vez. Pero no tendría la capacidad de cuidarla y pronto estaría convertida en maleza."

-----HASSAN FATHY-----

Este projecto é resultado de um esforço colectivo entre muitas pessoas, a demonstração tangível da cooperação entre arquitectos, artesãos, agricultores e estudantes **\_176**. No sentido de organizar uma série de cursos de capacitação de autoconstrução de casas com materiais nobres da região. Estes cursos são



DO AUTOR.2010

**\_176**

destinados a um público que será autoconstrutor, principalmente prático, aprender a filosofia de construção, com o objectivo de demonstrar a viabilidade

de edificações de baixo custo, alta qualidade e design contemporâneo. O papel fundamental na viabilidade económica da intervenção é a autoconstrução que reforça a aprendizagem (em diferentes técnicas utilizadas na construção). Foram disponibilizados pela comunidade materiais do território rural de São Bartolo (terra, pedra, canas, água) e veículos para seu transporte, um camião de 6 toneladas e um retro-escavadora pequena. Graças a uma ampla participação do grupo (incluindo pessoas dos municípios vizinhos), em pouco mais de um mês conseguiu-se realizar o pequeno santuário, justo a tempo para a festa do santo, celebrado dia 15 de maio, onde com orgulho os construtores da capela a inauguraram perante toda a comunidade.

A vila disfruta alguns edifícios tradicionais de alvenaria, muros de adobe e coberturas de estrutura de madeira, cana, barro e telha. Infelizmente a maioria sofreu arranjos “modernos”, substituições realizadas sem uma atenção especial: colunas e vigas de betão armado inseridos em paredes de terra, para substituir os elementos de madeira, coberturas planas de lage ou de metal. Em muitos casos optaram pela demolição de toda a casa, substituindo-a por “casas de material”, ou seja blocos de cimento, chapa ondulada para cobertura e pinturas químicas. É difícil encontrar pessoas que valorizem a construção tradicional em terra, pois devido a influências de meios de comunicação e pressões sociais são consideradas casas de pobre. Ironicamente pondo em causa vidas passadas que habitaram ambientes frescos, saudáveis e ecológicos. O desenvolvimento das últimas décadas levou a um abandono da construção de sistemas antigos, vernáculos, aprendidos com milhares de anos de experiência e representa uma interrupção na transmissão dos conhecimentos tradicionais.

A área do projecto está localizado no município de San Bartolo Coyotepec ao longo da estrada para Zaachila, a poucas centenas de metros do centro habitado. O lote faz borde com a estrada e está rodeado por campos cultivados, principalmente de milho.

A vila de San Bartolo Coyotepec está localizada no Estado de Oaxaca, na região do vale central, nas coordenadas 96 ° 42 'longitude oeste, 16' de latitude ° 57 'e a uma altitude de 1520 m. Localidade de origem pre-hispanica, sendo dados arqueológicos desde os tempos antigos do período Zapoteca. O seu nome original foi Zaapecte (lugar de muitos jaguares), depois da primeira expedição

espanhola de Oaxaca, no ano de 1521, foi chamado de San Jacinto Leontepec. Vindo a ser mais tarde que recebe o seu nome actual de São Bartolo Coyotepc. O traçado das ruas e quarteirões é do mesmo estilo da capital do Estado a cidade de Oaxaca, seguindo a forma de 3 quarteirões ao redor da praça central [Zocalo].

A vila é famosa pelo seu artesanato em barro preto, que hoje é exportado internacionalmente. A maioria das famílias da vila vive da sua produção e venda. Apesar do trabalho no campo ser progressivamente abandonado pelos jovens, a agricultura continua a ser a principal fonte de sustentação, o milho, o feijão, a abóbora e a alface.

objectivo desta obra: o tema central do projecto era construir uma capela, integrada com o vale rural, que teria a função de acomodar o ícone do santo, figura de São Isidro como agricultor lavrando com carro de bois, conduzido por um anjo. durante os debates entre os diferentes órgãos envolvidos, surgiu a ideia de incorporar a capela numa praça pavimentada, um lugar de contemplação e reflexão que ao longo do ano pudesse ser um ponto de encontro e igualmente abarcar a festa no dia da celebração do santo.

estrutura, materiais, tecnologia: a capela e a parede norte são construídas com Taipa de 40 cm de espessura reforçada com tiras de bambu horizontalmente **\_177**. A fundação é à base de cimento ciclopeo, 70% de pedra para 30% de mistura de cimento, areia e gravilha, evitando as caras armaduras de ferro **\_178**. A parede norte é emoldurada por um reboco de cal e cimento e areia à proporção 1/3:1:3 que protege a parte superior da intempérie nos primeiro anos e completa-a de um



**\_177**



DO AUTOR.2010



**\_178**

DO AUTOR.2010

marco estético com sentido igualmente educativo de como rebocar muros de terra. A parede norte é emoldurada com reboco de cal e cimento e areia à proporção 1/3:1:3 que protege a parte superior da intempérie nos primeiros anos e completa-a de um marco estético com sentido igualmente educativo de como rebocar muros de terra **\_179**. Este elemento vertical de proteção da estrada é adornado por sete mosaicos em baixos-relevos de barro preto, realizados pela família do mestre artesão Carlos Magno, representando as comunidades zapotecas que outrora ocuparam este território. Em posição assimétrica, há uma abertura, uma janela, que recorta a paisagem e destaca o reboco com cal branca, onde se coloca um sino de metal durante cerimônias religiosas. Como elemento educativo falamos de realizar aberturas em taipa com vista à futura utilização do sistema construtivo na realização das suas casas pelos participantes do curso. Na cruz igualmente podemos aprender como realizar aberturas usando um marco de madeira. A mistura para a taipa foi alcançada com dois tipos de



DO AUTOR.2010

**\_179**

terra diferentes (terra amarela argilosa para um bom amarrar e vermelha arenosa para melhor compactação) adicionando 5% de cimento, primeiramente os componentes são misturados a seco, depois de bem homogênea a mistura é hidratada numa variação entre 10-15% de humidade relativa antes da compactação. Realizamos 4 provas com misturas diferentes para decifrar por experimentação a composição mais adequada e ter o exemplo prático para os instruídos. A caixa de cofragem para compactar foi realizada com 2 contraplacados com 2cm de espessura, reforçada lateralmente por seis pranchas de madeira em cunha e apertadas por sargentos poni. O tamanho e o peso da caixa é de fácil manobra permitindo rapidez de montagem e desmontagem, a chave para o bom desempenho do trabalho. Os blocos resultantes de terra têm

um tamanho de aproximadamente 2 m por 40 cm de espessura e 50 centímetros de altura, para uma proteção extra contra a chuva, as paredes foram pintadas com tintas naturais feitas com água, sal e Nopal [cacto muito abundante no México], que impermeabiliza a superfície, deixando-a respirar **\_180**.

A estrutura da cobertura é composta por uma série de pranchas de madeira (½ "de espessura e 15 cm de altura), acopladas em pares [com cola e pregos], e fixada ao cume da parede [betão] por placas de metal e parafusos, que permitem variações no tamanho e uma eventual substituição em caso de deterioração de um elemento. O ritmo das vigas é de 28cm determinada pelo sistema de construção com uma camada de tijolo vermelho de espessura fina, que a assenta directamente sobre os elementos de madeira. Os tijolos foram colocados em xadrez com duas capas, de modo a criar movimento ao plano interior, com um resultado estético muito interessante que surge de criatividade conjunta dos participantes e dos projectistas. Estes tijolos servem de cofragem para uma fina camada de cimentos com areia de 3 cm de espessura reforçado com malha electrosoldada que completa a laje aligeirada da capela. Posteriormente foi colocado um revestimento externo com cacos de barro preto - reutilização de artesanato local e identidade da vila.

O tijolo é aplicado em 4 camadas criando um padrão linear que circula a capela e lhe confere um desenho geométrico de acordo com soluções tradicionais locais baseadas em motivos pré-hispanicos **\_181**. O portal de entrada da capela é feito com carrizos de tecido entre uma leve estrutura de metal que aumenta de uma forma económica e subtil o espaço da capela, criando sombras no pavimento e nos muros de terra **\_182**, o entrelaçar das canas é aluzivo às tradicionais cercas dos terrenos nas aldeias mexicanas.



DO AUTOR.2010

**\_180**



DO AUTOR.2010

**\_181**



DO AUTOR.2010

**\_182**

No pavimento foi utilizada pedra laje, forte, fácil de encontrar nos montes vizinhos e dada a forma plana natural não necessita ser cortada ou aparada. Para juntas, optámos por areia e barro de modo a manter a permeabilidade do solo. O plano, tem uma ligeira inclinação para o sul, o que garante o fluxo de água em caso de chuva.

origem das tecnologias, materiais, trabalho, profissões: a utilização do sistema de construção de Taipa, de origem Africano, é uma alternativa à técnica industrial, que permite baixar os custos de construção e utilizar mais autonomia visto necessitar de menos água para a sua edificação, elemento que escasseia no vale de Oaxaca. A terra compactada permite criar um processo mais directo e menos trabalhoso se considerarmos os acabamentos necessários da alvenaria de bloco e reboco cimentício. Prevê que estas economias na maioria dos casos apenas conseguem suportar a estrutura sem acabamento, ficando os blocos de cimento à vista por muitos anos ou mesmo para sempre descontextualizando as edificações da envolvente. Com taipa podemos deixar o reboco pendente porque o seu acabamento pode ser final se bem executado. Outro factor importante é ser uma construção auto portante que não necessita construção evitando os custosos pilares e vigas, respondendo de forma mais eficaz e segura a terremotos, comuns neste país. Em particular, adoptámos o sistema actualmente em uso na Europa e E.U.A., que tenta otimizar custos e tempo, através do uso de contraplacado e tábuas de madeira submetidas a pressão pelos sargentos. Os envolvidos na construção facilmente aprenderam a técnica que é essencial para preparar a terra, que deve ser homogénea e húmida no ponto certo (10-15%) para atingir a compactação ideal e garantir a durabilidade do produto. Uma parte importante do curso foi alertar a atenção das pessoas para os detalhes, tanto construtivos como estéticos. A autoconstrução a partir deste ponto de vista, desempenha um papel fundamental, pois os usuários sentem-se envolvidos e atentos durante o processo de construção. Outro fator que tem marcado o curso foi a decisão de não impor um projecto-executivo inflexível, com desenhos de difícil compreensão para a maioria das pessoas. O projecto foi-se adaptando no decurso da obra. Isto resultou num aumento de interesse e participação activa no planeamento e construção. Durante o curso, em diversas ocasiões, a discussão e

a partilha de conhecimentos teóricos e práticos resultou em mudanças e melhorias ao plano inicial, e estimulou a criatividade individual, hoje em dia cada vez mais sonolenta por causa do trabalho hierárquico e especializado.

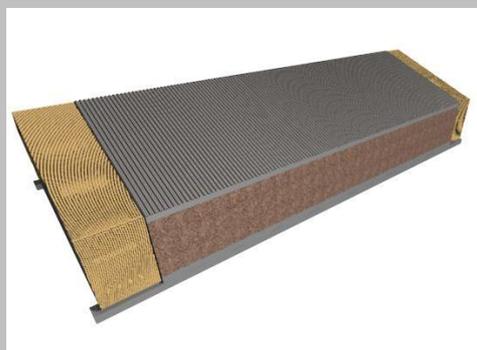
publicações:

<http://www.diariodespertar.com.mx/zona-m/34566-Ofrendan-campesinos-San-Bartolo-capilla-San-Isidro.html>

[http://openarchitecturenetwork.org/projects/dlygad2\\_nominee-7](http://openarchitecturenetwork.org/projects/dlygad2_nominee-7)

## \_ ecoBodegas

Sempre com o objectivo de capacitação de quadros da Concelho de Nopaleros de Oaxaca este projecto surge da necessidade de fazer armazéns de recolha, processamento e armazenamento de Nopal. Fizemos uma comparação entre um armazém convencional oaxaqueño e duas variantes **\_183** com materiais nobres como terra para paredes e estrutura vertical, nopal como impermeabilizante, bambu como estrutura de tecto, com impacto social dada as suas dimensões de 450 metros quadrados livres de pilares. As fundações como na Capela de São Isidro Lavrador serão de cimento ciclopeo. O curso de



**\_183**



CAEIRO Y CAPURSO.2010

capacitação realizado nos trabalhos da Capela tiverem integrantes do concelhode Nopal Oaxaqueño com vista a preparar quadros ou líderes para a autoconstrução das ecoBodegas O revestimento da cobertura numa primeira fase será de carrizo e chapa metálica, distanciados de modo a permitir ventilação para não aquecer o espaço interior; posteriormente far-se-á uma recolha de telhas velhas perdidas pelas propriedades dos produtores e serão aplicadas como revestimento.

A cobertura de bambu ocupará um total de 390 bambus, de 6 metros de comprimento com um diâmetro oscilante entre 8 e 10cm, em qualquer uma das duas soluções. Será a maior estrutura de bambu no México e como tal um exemplo da potencialidade deste material disponível no Estado e País e subvalorizado. Utilizaremos *bambusa vulgaris* verde da zona cafetaleira de Pluma Hidalgo que já comecei a testar a nível de resistências, esta espécie não por ser a melhor solução construtiva, mas porque permite uma troca de conhecimento por material com os produtores desta região, ou seja doação do bambu e com o conselho de Nopal organizarei um série de workshops e capacitações na área de Pluma Hidalgo para além de terem referências científicas de valores de resistência do seu bambu; permitindo fazer economias ainda melhores para os produtores de Nopal. Igualmente nesta zona do Estado existem fibras naturais como o *platanillo* **\_184**, o *izote* **\_185** e a *piñanona* [conhecida com liana] **\_186**. que servem com o amarração para uniões de bambu com alta resistência e durabilidade.

**\_184**

DO AUTOR.2010

**\_185**

DO AUTOR.2010

**\_186**

DO AUTOR.2010

Esta mega estrutura de 450 m<sup>2</sup> será construída totalmente em autoconstrução pelos produtores de Nopal e Tuna orgânica de Oaxaca, que deste modo poderão aprender como melhor a vivenda rural nas suas povoações.

**\_187**

DO AUTOR.2010

**\_188**

DO AUTOR.2010

Aproveitando uma necessidade do Concelho criamos a possibilidade de conhecimento, uma estrutura de ensino em rede que será posteriormente acompanhada com visitas pontuais e acessoria local. o bambu **\_187** em conjunto com a terra **\_188** que é um material adquirido pelos agricultores, disponível e grátis baixamos os custos sobre a proposta convencional de material industrializados em 40%.

## **\_ conclusão**

No decorrer de toda a investigação que fiz nestes últimos anos o bambu, na sua generalidade, está subvalorizado na maioria dos países, inclusive em muitos que têm este recurso como nativo e disponível. Considerando a crise mundial de recursos, economias em negativo e, sabendo que a população mundial nos próximos 30 anos irá crescer em 1 bilhão de pessoas, temos de mudar os nossos horizontes. Ser um pouco mais práticos e focados em problemas reais, ou, melhor dizendo, em soluções reais.

O bambu surge neste panorama com uma alternativa viável a mudanças de pensamento e projectuais, devido à sua capacidade de crescimento rápido e anual permitir um aproveitamento de solos e de material muito melhor que a madeira. Ser resistente e contendo propriedades que permitem solucionar questões técnicas e estruturais na maioria das construções. Ressalto ainda a rapidez de trabalho e fácil aprendizagem inerente ao material; 30 anos passam muito rápido para continuarmos a discutir egos e ideais preconceituosos, mas são demasiado longos para aqueles a quem miminguam condições de vida condigna. Proponho mãos à obra e toca a criar redes de conhecimento, de partilha, para tentarmos minimizar o que nos espera; sejam também mandatórios para os velhos do restelo e para os insaciáveis do lucro imediato estes novos propósitos.

É um material para o futuro. Um produto excepcional que tem sido explorado experimentalmente de forma tradicional e nativa nos continentes Africano e Asiático, hoje já mais industrializado e moderno, atingindo o lirismo arquitectónico em países como o Japão e a Colômbia. Nomes de referência passam por: Frey Otto, Renzo Piano, Shoji Yoh, Oscar Hidalgo e Simon Velez.

Quanto às características e soluções técnicas, penso que ficaram claras com as fotos e escritos anteriores, pelo que dedico algumas palavras mais a quem constrói, quem investe, quem projecta, quem opina, quem decide e influencia as opções políticas, para que considerem o bambu já como um futuro próximo. Encontramo-nos num período pós-industrial, aprendamos com os erros dos últimos dois séculos, lembremo-nos de conhecimentos vernáculos dotados de milhares de anos de experiência e, com estas duas realidades passadas, penso poderemos alcançar um meio termo mais equilibrado, o que nos permitirá actuar sensatamente

sobre as decisões, que envolvem muito mais que o nosso umbigo confortavelmente afivelado à corrente de normativos que não integram conhecimentos do passado, nem abrem o caminho dum futuro sustentado para as gentes vindouras – na verdade, podemos hoje fazer-nos amar pelos nascituros se os respeitarmos desde já.

A nível de experiência pessoal e profissional assumo que aprendi muito durante esta temporada no México, o que me permitiu concluir e desenvolver conhecimentos começados há uns anos no Rio de Janeiro, Brasil. Depois de escrever e reflectir sobre a construção dos arquitectos, versus a autoconstrução, submeto-me em aceitar que temos de abrir os olhos para aprender com a espontaneidade que nos rodeia, sem ideias feitas de estudos na área da construção e muito menos com conceitos pseudo intelectuais legitimadores. Focando ainda o tema da educação académica da disciplina da Arquitectura, parece-me impensável que durante todo um ciclo académico que vivi em Lisboa, Roma e Rio de Janeiro, os temas da construção a que me dedico sejam só roçadamente abordados. E sinto, como estudante, que a direcção que nos incutiram foi muito artisticamente floreada e desadequada ao panorama mundial. Talvez muito dedicada a uma elite de habitantes que não refletem a maioria da população mundial. Não há trabalho, dizem muitos arquitectos, não acredito; o que não há é emprego e acomodação, trabalho há por todos os lados, com risco, é certo, mas também com desenvolvimento da capacidade de reagir e ultrapassar obstáculos, quebras de ânimo, enfim, ser capaz em qualquer momento de acreditar. Mudo a perspectiva, em vez de pensar que só há 10% de população alvo para trabalho de arquitectura, digo que há 90% por conquistar, comprovando que o trabalho do arquitecto é válido e necessário para criar futuros e pensar soluções.

Terminando saliento um pouco mais sobre o tema desta dissertação, o bambu é um material de grande potencial estrutural, económico, social e estético. Excelente relação resistência / peso, secção oca cilíndrica, sismo resistente, rápida construção, leve e elástico, deformação controlada no seu crescimento, acabado polido natural, derivados de alta qualidade, material nobre, economia de recursos (facilidade de trabalho, baixos custos de produção) e o já referido valor estético. Podendo criar engenharias sociais e impulsionar mudanças sérias e decisivas a nível mundial. Realço aqui as qualidades ecológicas e sustentáveis e de inovação como método construtivo ambiental e como muito importante na construção saudável.

Durante a aprendizagem das técnicas de construção de bambu, dei por mim a utilizá-las, em projectos paralelos que projectei para estruturas de madeira. O ciclo volta ao início, poderei considerar que a resposta a uma das primeiras dúvidas - será melhor um material ou outro -, não fica completamente resolvida. Cada um tem as suas potencialidades, e é interessante considerar, quem sabe num estudo futuro, como podemos conjugar as mais valias de cada um para repensar e otimizar soluções.

É exemplo disto a família de “palapeiros” que depois da aprendizagem resultante do workshop para a construção do “triboo”, decidiram mudar de material, madeira para bambu. Comprovando a potencialidade do bambu e também a falta de informação disponível sobre o tema em muitos sectores da sociedade, buscaram um novo mercado e encontraram um nicho, nas praias do Pacífico Mexicano no estado de Oaxaca, quer pela rapidez de execução e economia, desde o material e mão de obra (a equipa de 4 pessoas dividiu-se em duas, pois a leveza do bambu permitiu a suficiência de apenas 4 mãos para os vãos destas simples construções), quer pela estética pouco utilizada na região; pelo que puderam marcar a diferença e crescer economicamente face à concorrência.

Assim sendo, nas questões de autoconstrução há um largo caminho a percorrer, que dependerá em grande parte do trabalho de capacitação por parte de arquitectos, em conjunto com equipas multidisciplinares, junto das populações mais necessitadas. Como no caso da Capela de S. Isidro Lavrador que permitiu a alguns auto construtores aplicarem as técnicas aprendidas nas suas casas e ao mestre de obras que nos apoiou conquistar um estatuto de referência perante a comunidade.

“Plantar a nossa casa”

Novembro \_ 2010

joão CAEIRO



## \_ bibliografia

- \_ ARCE-VILLALOBOS, Oscar Antonio, **Fundamentals Of The Design Of Bamboo Structures**, Technische Universitat Eindhoven, Holanda, 1993
- \_ AZZINI, A. e SALGADO, L.A., **Possibilidades agrícolas e industriais do bambu**, in O Agrônomo, Instituto Agrônomo de Campinas, 1981
- \_ AZZINI, A. E BERALDO, A., **Métodos práticos para a utilização do bambu**. Gráfica da UNICAMP, Campinas/SP, 2001
- \_ BANIK, R.L., **Emergine culm mortality at early developing stage in bamboos**. Documento site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)
- \_ BANIK, R.L., K. **Morphological characters for culm age determination of different bamboo species of Bangladesh**. Bang. Jour. Forest Sci. Documento site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)
- \_ BANIK, R. L., **Investigation on the culm production and clump expansion behaviour of five bamboo species of Bangladesh**, Indian For., 114, 1988, pp. 576-583, Documento site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)
- \_ CASTRILLON y Malaver. **Elaboracion de ensayos para la determinacion de las propiedades fisico mecanicas de la guadua**, tese de Mestrado, Universidade Nacional da Colombia, 2004
- \_ COFFLAND, Robert T., STREIBER Art e POLLARD Patricia, **Contemporary Japanese Bamboo Arts**, Jan. 2000
- \_ ELSER, Bernard p. E MAURER George E., **Fundamentals of Building Bamboo**, Nov. 1998
- \_ FARRELY, David, **The book of Bamboo**, Jun. 1995
- \_ GHAVAMI, Khosrow, **Engineering Properties of Entire Bamboo Culm of Species Guadua: Contribution to a Sustainable Development**, Intervenção no Simposio Internacional sobre guadua, Pereira, 2004
- \_ HARRY, Vantrier, OPRINS, Jan, **BAMBOO – A Material for Landscape and Garden Design**, BIRKHAUSER
- \_ HUBERMAN, M.A. **Bamboo silviculture**, Unasyuva, Germany 1959, Documento site [www.inbar](http://www.inbar)

- \_ IMAI, T., MAJIMA, S., FLUITA, M.; SAIKI, H.. **Cellular structures in culm internodes of three Phytostachys Species - Madake, Hachiku and Mosochiku**. Bulletin of Kyoto University of Forestry. N 67, 1995, pp. 147-157. Documento site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)
- \_ JANSSEN J.J.A., **Building with Bamboo, a handbook**. Intermediate Technology publications Eindhoven, 1994
- \_ JANSSEN J.J.A., **Designing and building with bamboo**, technical report n° 20, site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)
- \_ JANSSEN J.J.A., R. GNANAHARAN e ARCE O., **Bending strength of guadua bamboo, comparison of different procedures** INBAR, <http://bamboocentral.org/Guadua.htm>
- \_ JARAMILLO, D y SANCLEMENTE, G., **Estudio de uniones en guadua con angulo de inclinacion entre elementos**, tese de Mestrado, Universidade Nacional da Colombia, 2003
- \_ LENGEN, J. V., **Manual do arquiteto Descalço**, Porto Alegre: Livraria do Arquitecto & TIBA Editora, 2004
- \_ LIESE, W., **The anatomy of bamboo culms**, Beijing: International Network for bamboo and Rattan, 1998
- \_ LOPEZ, Oscar Hidalgo, **Bamboo, the gift of the gods**, English revised by Judy Dickinson de Salomon, Bogotá, 2003
- \_ LOPEZ, Oscar Hidalgo, **Manual de Construção em Bamboo**, Bogotá: Estudos Técnicos Colombianos Ltda. & Universidade Nacional da Colombia, 1981
- \_ MEREDITH, Ted Jordan, **Bamboo for Gardens**, Set. 2001
- \_ MUNOZ, Cesar y RODRIGUEZ, Hugo, **Propuesta de uniones mecanicas para estructuras de guadua**, tese de Mestrado, Universidade Nacional da Colombia, Bogotá, 1997
- \_ OBERMAN, T., LAUDE, R., **Proyecto de investigacion Bamboo Space**, Medellin, 2004
- \_ OSMASTON, B. B., **Rate of growth of bamboos**. Indian. Documento site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)
- \_ REUBENS, Rebeca, **Bamboo in Sustainable Contemporary Design**, IMBAR, 2010
- \_ SERENA, M., **L'acciio vegetale: il bambu come material da costruzione in Colombia, il dialogo tra contemporaneità e tradizione, un progetto possibile**, Tese de Mestrado, Politécnico de Milano, 2001
- \_ SINGH. e TEWARI M.C., **Studies on the treatment of green bamboos by different diffusion processes**, site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)

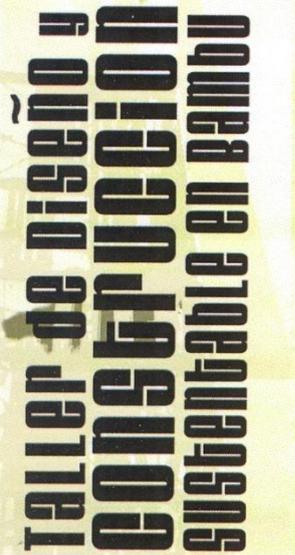
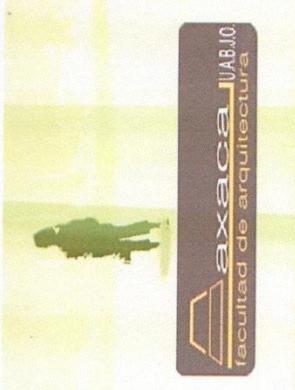
- \_ SODERSTROM, T. R., ELLIS R. P. **The woody bamboos of Sri Lanka: a morphological and anatomical**, Study, Smithsonian Contribution to botany., Smithsonian Institute, Washington, D. C., USA, 1988. Documento site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)
- \_ SULTHONI, A., **A simple and cheap method of bamboo preservation**. In "Bamboos: Current Research". I.V.R. Rao, R. GNANAHARAN, and C.B. Sastry (Eds). Proc. International Bamboo Workshop, KFRI/IDRC; site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)
- \_ TAKENOUCI, Y. **Systematisch-vergleichende Morphologie und Anatomie der Vegetationsorgane japanischen Bambus-Arten**. Mem. Fac. Sci. Agr., Taihoku Imp. Univ., 1931, III (1), pp. 1-60. Documento site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)
- \_ TAKEUCHI, Caori Patricia, **Comportamiento estructural de la guadua**, intervenção no Simposio Internacional sobre guadua, Pereira, 2004
- \_ TRUJILLO, David y CLAVIJO, Sandra, **Evaluacion de uniones a tracción en guadua**, tese de Mestrado, Universidade Nacional da Colombia, Bogotá, 2000
- \_ TRUJILLO, D., LOPEZ, L.F., **DISEÑO DE UNIONES Y ELEMENTOS EN ESTRUCTURAS DE GUADUA**, Intervenção de Investigaçã sobre Guadua, Pereira 2002.
- \_ UCHIMURA E., **Bamboo cultivation** in LESSARD G., CHOUINARD A., **Bamboo research in Asia**. Proceedings of a workshop held in Singapore, 28-30 May-1980. International Development Research Centre, Ottawa, Canada, 1980, pp. 151-160. documento site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)
- \_ UEDA, Koichiro, LEVY, Dana, AUSTIN, Robert, **BAMBOO**, WEATHERKILL
- \_ UEDA, K. **Studies on the physiology of bamboo with reference to practical application**. Prime Minister's Office, Resources Bureau, Science and Technology Agency, Tokyo, Japan. Documento site [www.inbar.int](http://www.inbar.int)
- \_ VELEZ, Simon, **Grow Your Own House**, Ago. 2000
- \_ VILLEGAS, Marcelo e LONDOÑO, Ximena, **New bamboo: architecture and Design**. Bogotá: Villegas editor, 2003
- \_ YIPING, Lou and HENLEY, Giles, **Biodiversity in Bamboo Forests: a policy perspective for long term Sustainability**, IMBAR 2010
- PRIETO, E y SANCHEZ, J, **Comportamiento de la guadua angustifolia sometida a flexion**, tese de Mestrado, Universidade Nacional da Colombia, 2002







# TALLER de diseño y construcción sustentable en bambu



LA FACULTAD DE ARQUITECTURA C.U.  
DE LA UNIVERSIDADE AUTÓNOMA BENITO JUÁREZ DE OAXACA  
ORTOGA LA PRESENTE CONSTANCIA AL C.

## ARQ. JOÃO GABRIEL BOTO DE MATOS CAEIRO

COMO INSTRUCTOR DEL "TALLER DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE EN BAMBÚ" QUE SE LLEVÓ A CABO EN LAS INSTALACIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE C.U. \_ UABJO DEL 07 DE DICIEMBRE AL 16 DE DICIEMBRE DE 2009 \_ CON UNA DURACIÓN DE 40hrs.

CIENCIA  
TECNOLOGIA, LIBERDADE  
ATENTAMENTE



ARQ. JULIO CÉSAR SANTIAGO MORAN  
DIRECTOR DE LA FACULTAD

*Arq. João Gabriel Boto de Matos Caieiro*

ARQ. FULVIO CAPURSO  
ORGANIZADOR

ARQ. JOÃO GABRIEL BOTO DE MATOS CAEIRO  
ORGANIZADOR

M. EN ARQ. EDITH COTA CASTILLEJOS  
ORGANIZADOR

M. EN ARQ. FABRICIO LAZARO VILLAVARDE  
ORGANIZADOR





# Taller de Diseño y Conceptuación Sustentable en Bambú



LA FACULTAD DE ARQUITECTURA C.U.  
DE LA UNIVERSIDADE AUTÓNOMA BENITO JUÁREZ DE OAXACA  
ORTOGA LA PRESENTE CONSTANCIA AL C.

## ARQ. JOÃO GABRIEL BOTO DE MATOS CAEIRO

POR LA ORGANIZACIÓN DEL "TALLER DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE EN BAMBÚ"  
QUE SE LLEVÓ A CABO EN LAS INSTALACIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE C.U. \_ UABJO  
DEL 07 DE DICIEMBRE AL 16 DE DICIEMBRE DE 2009 \_ CON UNA DURACIÓN DE 40hrs.

CIENCIA, ARTES Y LIBERTAD

Atentamente

ARQ. JULIO CÉSAR SANTIAGO MORAN  
DIRECTOR DE LA FACULTAD

ARQ. JOÃO CAEIRO  
ORGANIZADOR

ARQ. FULVIO CAPURSO  
ORGANIZADOR

M. EN ARQ. FABRICIO LAZARO VILLAVERDE  
ORGANIZADOR

M. EN ARQ. EDITH COTA CASTILLEJOS  
ORGANIZADOR

Handwritten signatures and architectural drawings are visible in the background.





Oaxaca de Juárez, Oaxaca, a 15 de abril de 2010

Estimado Joao Caeiro

Agradecemos sinceramente que nos hayas acompañado en la sesión pública del seminario *Repensar el agua desde la sociedad civil* que se llevó a cabo, del 8 al 11 de abril, en el marco del Encuentro por una Vida Autónoma

Tu participación en la mesa redonda sobre la condición actual del agua en México fue muy útil para seguir avanzando en las reflexiones y acciones que hemos venido realizando, desde el año pasado, sobre nuestra relación con el agua en Oaxaca.

Esperamos seguir contando con tu apoyo en las etapas siguientes del seminario, revisando documentos, brindándonos tu opinión o acompañándonos en otra reunión pública. Todo esto, claro está, de acuerdo con tus posibilidades.

Sin otro particular, aprovechamos la oportunidad para enviarte un cordial saludo.

Atentamente

Juan José Consejo  
Director del INSO

Carlos G. Plascencia  
Secretario Técnico del FOA

M. Bravo 210, altos. Centro Histórico. Tel. 514 64 90  
[forooaxaquenodelagua@gmail.com](mailto:forooaxaquenodelagua@gmail.com)  
[inso@prodigy.net.mx](mailto:inso@prodigy.net.mx)



FIDEICOMISOS INSTITUIDOS EN RELACION CON LA AGRICULTURA  
Y  
SISTEMA PRODUCTO NOPAL-TUNA "HOMBRES Y MUJERES POR EL BIEN DE LA HUMANIDAD" A.C

Otorga el presente:

# DIPLOMA

AL C. JOAO CAIRO

Como PONENTE del curso taller "MATERIALES NOBLES PARA LA INSTALACION DE ECOBODEGAS PARA NOPAL VERDURA Y TUNA" Llevado a cabo del 7 al 10 de mayo del 2010.  
San Bartolo Coyotepec, Oaxaca.

POR EL SISTEMA PRODUCTO

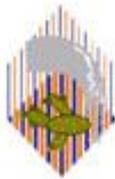


ING. BENITO CANSECO GUZMAN

POR FIRA



ING EDUARDO SALCEDO GÓMEZ



LA SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTACION  
Y  
EL CONSEJO OAXAQUEÑO DE NOPAL, GRANA Y TUNA, A. C.

Otorga el presente:

**DIPLOMA**

**AL C. ARQ. JOAO CAIRO  
(NACIONALIDAD POTUGUESA)**

Como PONENTE del FORO "PERSPECTIVAS DEL NOPAL EN EL ESTADO DE OAXACA"  
Llevado a cabo el día 15 de diciembre del 2009,

En el hotel Los Olivos  
Oaxaca de Juárez, Oaxaca a 15 de diciembre de 2009.

Por el Consejo

**ING. BENITO CANSECO GUZMAN**  
**PRESIDENTE**