



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

**ESCOLA POLITÉCNICA DA BAHIA
MESTRADO
EM ENGENHARIA AMBIENTAL URBANA**



DEIR NAZARETH ANDRADE COSTA DA SILVA

**A VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DO BAMBU:
A UTILIZAÇÃO DO “*BAMBUSA VULGARIS*” COMO ENTRAMADO NAS
CONSTRUÇÕES EM TAIPA**

**Salvador
2011**

DEIR NAZARETH ANDRADE COSTA DA SILVA

**A VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DO BAMBU:
A UTILIZAÇÃO DO “*BAMBUSA VULGARIS*” COMO ENTRAMADO NAS
CONSTRUÇÕES EM TAIPA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação na área de Gestão do Ambiente Construído, em Engenharia Ambiental Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Fábio César

Co-orientador: Prof. Mestre Aníbal Coelho da Costa

**Salvador
2011**

Sistemas de Bibliotecas - UFBA

- S586 Silva, Deir Nazareth Andrade Costa da
A viabilidade técnica e econômica do uso do bambu: a utilização do “*Bambusa vulgaris*” como entramado nas construções em taipa / Deir Nazareth Andrade Costa da Silva. – Salvador, 2011.
222 f. : il. color.

Orientador: Prof. Doutor Sandro Fábio César

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2011.

1. Construção de bambu. 4. Materiais de construção - Durabilidade - Custo. I. César, Sandro Fábio. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDD: 691

DEIR NAZARETH ANDRADE COSTA DA SILVA

A VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DO BAMBU "BAMBUSA
VULGARIS" COMO ENTRAMADO NAS CONSTRUÇÕES EM TAIPA

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental Urbana.

Salvador, 15 de abril de 2011

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sandro Fábio César
Universidade Federal da Bahia – UFBA



Prof. MsC. Anibal Coelho da Costa
Departamento de InfraEstrutura de Transporte da Bahia – DERBA




Prof. Dr. Emerson de Andrade Marques Ferreira
Universidade Federal da Bahia – UFBA



Profa. Dra. Rita Dione Araújo Cunha
Universidade Federal da Bahia – UFBA



Prof. Dr. Fernando Barth
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC



Dedico esse trabalho a minha família: meu porto seguro, minha luz.

AGRADECIMENTOS

A meus pais por acreditarem em mim, pelo amor incondicional, me fazendo forte. A minha mãe pelo exemplo de nunca desistir dos sonhos, você é minha estrela guia.

A minhas irmãs, sempre do meu lado, sei que posso contar com vocês. A minha irmãzinha Lú, revisora fiel, agradecer é pouco quando as palavras não traduzem o que se sente.

A Bruno, meu parceiro de todas as horas, amor da minha vida, por ter me mostrado o caminho e me ajudado e ajudando a percorrê-lo.

A minhas filhas, pelo apoio incondicional nas horas difíceis do mestrado, assumindo meu papel de mãe para Bebel. Vocês são o motivo desta jornada.

A minha filha Bruna, companheira de angústia no difícil caminho de construir conhecimento, obrigada por toda a ajuda, do barro pisado ao bambu cortado. Sei que vamos conseguir!

A minha filha Andréa, ajudante das minuciosas medidas e das tabelas Excel. Sei que você não entortou a coluna em vão!

A Bebel, a quem a minha consciência dizia que eu não acompanhei vários dias difíceis de sua pré-adolescência. Estes dias estão aqui neste trabalho que espero possa de alguma forma, contribuir para as pessoas pobrezinhas que você em sua inocência de menina sonha ajudar.

Aos colegas do MEAU, principalmente Borges, companheiro de muitas horas. Que a minha jornada seja a sua jornada, e que possamos ajudar no desenvolvimento do bambu na Bahia.

A meu orientador, Prof. Doutor Sandro Fábio César, que se tornou um amigo. Seu incentivo na contínua jornada do aprendizado foi fundamental! Meu muito obrigada! Você abriu as portas do Laboratório de Madeiras, onde eu me senti em casa, como também da sua amizade que espero sempre cultivar!

A Prof^a. Doutora Rita Dione Araújo Cunha, com carinho e atenção você conquista todos ao seu redor, mas sua firmeza e conhecimento foram o que me ajudaram muito.

Ao Prof. Dr. Emerson de M. Ferreira, com quem contei desde minha pós-graduação, obrigada pela compreensão para empreender a difícil tarefa de completar o mestrado trabalhando.

Ao amigo de sempre, meu co-orientador Prof. Mestre Aníbal Coelho da Costa, “Porcão”, “Tombinho”, que sempre acompanhou as minhas loucuras, da primeira viagem do vôlei, ao cais de bambu, sem reclamar, com quem sempre conto quando preciso de socorro. É incrível como você sempre está lá!

Aos professores convidados pelo MEAU para examinar meu trabalho, pela disponibilidade, atenção e excelentes contribuições, Prof. Dr. Emerson Ferreira, Prof. Dr. Sandro Fábio César, Mestre Aníbal Costa, Prof^a Dra. Rita Dione da Cunha e Prof. Dr. Fernando Barth.

Ao Prof. Dr. Ricardo Fernandes de Carvalho, pelo incentivo para estudar o bambu e suas aplicações, abrindo as portas do MEAU para mim.

Aos professores do MEAU, Prof. Dr. Roberto Guimarães, Prof. Dr. Ricardo Carvalho, Prof. Dr. Sandro Machado, Prof^a. Dra Ilce Pinto, Prof. Dr. Juan Moreno, Prof^a. Dra Iara Oliveira, Prof. Dr. Roberto Portella, Prof^a. Dra. Rita Cunha pela dedicação e presteza em contribuir com a descoberta de novos caminhos. Ao Prof. Dr. Sandro Machado e Prof. Dr. Sandro Fábio Cezar, obrigado por viabilizar o término do mestrado quando os caminhos pareciam se fechar.

À Conder, na pessoa da então presidente Maria Del Carmem Fidalgo, e Diretor Armindo Gonzalez, que viabilizaram minha entrada no MEAU, com a liberação dos horários, e ao atual presidente Milton Villas Bôas pela manutenção da dispensa, investindo na construção de conhecimentos mais sustentáveis.

Ao Arquiteto Francisco Lima, da Arquidomus Arquitetura, pelo fornecimento de dados para estudo da vedação vertical executada em parceria com a Ibiosfera.

Ao construtor Francisco Gianella, autor da casa de campo de bambu a pique, pelo fornecimento de dados e diários de obra da casa construída com essa técnica.

A Virgilio Senna da Ong Bambuzal Bahia, pelo incentivo e informações.

Ao Mestre Prof. Geraldo Araújo, pela inspiração e fornecimento de dados.

Ao Prof. Doutor Luis Edmundo Prado de Campos, que abriu as portas do Laboratório de Solos da Escola Politécnica, obrigada pelo incentivo e ajuda.

Ao Pesquisador e Mestre Paulo Burgos e a equipe técnica, Armando José da Silva e Messias Raimundo do Laboratório de Solos, pela ajuda e paciência com a minha prensa.

A Edinilton Pereira do Laboratório de Madeiras, obrigada pela ajuda nas incursões do bambuzal da Escola Politécnica para retirar varas de bambu, e apoio na marcenaria.

A Prof^a. Doutora Vanessa Silveira Silva, do laboratório do DCTM - Departamento de Ciência e Tecnologia dos Materiais, pela disponibilização dos equipamentos para os ensaios. A Paulo Santanna, do laboratório do DCTM, a quem pedi socorro nos ensaios de compressão. Obrigada pela sua grande paciência.

A amiga Sônia, pela ajuda e paciência em só me ouvir falar em bambu durante esses últimos quatro anos, pela companhia e ajuda durante as entrevistas aos construtores da taipa.

A Veroca e Suzy obrigada pelo apoio e revisão. A Manoel com quem contei para os ensaios.

A Manoel Vitorino, da Fazenda Bemvirá em Mucugê, com quem pude contar na confecção dos painéis, na colheita dos bambus, sua experiência do saber fazer, me ajudou muito.

As comunidades de casas de taipa dos municípios de Boa Vista do Tupim, São Francisco do Conde, Andaraí e Mucugê, pela maneira receptiva como me receberam durante as entrevistas.

A Cris que me ajudou a manter a cabeça no lugar ao longo desta jornada.

A Ismeire e Indira que iniciam o caminho da sustentabilidade, meus agradecimento e incentivo para continuar a jornada de transformar sonho em realidade.



“Certa vez, vendo a grama sacudida pelo vento, senti a sua fragilidade. Hoje, vendo a mesma grama sacudida pelo vento percebi a sua força.”

Tomiro Hoshino

COSTA DA SILVA, Deir Nazareth Andrade. A viabilidade técnica e econômica do uso do bambu: a utilização do “*Bambusa vulgaris*” como entramado nas construções em taipa. 222 f. il. 2011. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação na área de Produção e Gestão do Ambiente Construído, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia – UFBA.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre o uso do bambu em construções feitas com a técnica construtiva da taipa, analisando a viabilidade técnica e econômica do uso de materiais alternativos, visando construções mais sustentáveis. No Brasil a espécie de bambu *Bambusa vulgaris* é facilmente encontrada nas áreas urbana e rural, facilitando a obtenção desta matéria prima de baixo custo. Todavia, este material necessita de maior estudo para ser empregado como material de construção. O bambu foi proposto para substituir o entramado tradicional de madeira da taipa, pois é um material mais abundante e de menor impacto ambiental, tornando a taipa mais sustentável. O uso do bambu na taipa diminui o impacto sobre as florestas de madeiras de espécies nativas, por ser este uma gramínea que pode ser colhido em três anos e, portanto, com tempo menor de renovação quando comparado com a madeira. Foram feitas entrevistas com construtores de casas de taipa com a finalidade de identificação das patologias, vantagens e dificuldades da técnica em relação à durabilidade. Também foram executados corpos de prova para avaliar a viabilidade técnica do uso do bambu *Bambusa Vulgaris* na taipa, na cidade de Mucugê e na Escola Politécnica em Salvador, Bahia. Foi feita análise do comportamento do bambu dentro da terra quanto à durabilidade, com a comparação de corpos de prova expostos a temperatura e umidade locais. Os custos diretos da produção da taipa de bambu foram comparados aos custos das alvenarias de bloco cerâmico e blocos de concreto. Conclui-se, com as entrevistas, que o reboco contribui para a durabilidade da taipa tanto com entramado de madeira quanto de bambu. Quanto à durabilidade dos corpos de prova executados em Mucugê e Salvador, o bambu verde colocado dentro da terra com reboco não sofreu degradação mostrando a viabilidade do seu uso como entramado na taipa. Na avaliação dos custos diretos dos painéis de taipa de bambu, considerando as composições estudadas, pode-se concluir que os custos diretos de produção de vedações em taipa revestida são menores tanto para a produção das vedações em alvenarias com blocos cerâmicos como para as vedações em bloco de concreto revestidos. Verifica-se que a diferença de custos entre a taipa e as alvenarias é mais significativa quando se adota o regime de mutirão, desprezando-se o custo da mão de obra.

Palavras-chaves: Construções sustentáveis; Taipa; Bambu; Durabilidade; Custo.

COSTA DA SILVA, Deir Nazareth Andrade. The technical and economic feasibility of using Bamboo: the using of "*Bambusa vulgaris*" as they enter the buildings in Taipa. 222 pp. ill. 2011. Thesis (MA) - Post-graduate courses in Production Management and the Built Environment, School of Engineering at the Federal University of Bahia - UFBA.

ABSTRACT

This project presents a study about the use of bamboo in constructions with the taipa construction technique, analyzing the technical and economic feasibility of the use of alternative materials, seeking more sustainable constructions. In Brazil the bamboo species *Bambusa vulgaris* is easily found in urban and rural areas, making it easy to obtain this low cost raw material. However, this material requires a greater study to be employed as a construction material. The Bamboo was proposed to replace the traditional taipa wood tress, for it is a more abundant material and of less environmental impact, making it more sustainable. The use of bamboo in the taipa decreases the impact on wood forests of native species, because it is a grass that can be harvested in three years and therefore with less time for renewal when compared to wood. Interviews with taipa constructors were made with the aim of identifying conditions, advantages and difficulties of the technique in relation to durability. Also, specimens were tested to analyze the technical feasibility of the use the *Bambusa vulgaris* bamboo in taipa in the city of Mucugê and the Escola Politécnica in Salvador, Bahia, analyzing the behavior of bamboo durability in the earth, with a comparison of specimens exposed to local temperature and humidity. The direct costs of the production of bamboo taipa were compared with the costs of the ceramic block and concrete block. With the interviews, it concludes that the parget contributes to the durability of the taipa with both wooden tress and bamboo. As for the durability of the specimen tested in Mucugê and Salvador, the green bamboo in the earth with parget did not suffer degradation showing the feasibility of the use of bamboo as a tress of taipa. In the direct cost evaluation of bamboo taipa panels considering the compositions studied, it can be concluded that the cost of producing sealing with covered taipa is lower than both producing sealing with masonry with covered ceramic blocks and sealing with covered concrete blocks. It is concluded that the difference in cost between taipa and masonry is more significant when the collective effort system is adopted, ignoring the cost of labor.

Keywords: Sustainable construction; Taipa; Bamboo; Durability; Cost.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Centro de origem dos bambus.....	36
Figura 2	Estrutura do Bambu	36
Figura 3	Isodeformações em colmo de bambu submetido a compressão simples.	38
Figura 4	Casas populares feitas de Bambu - Costa Rica	40
Figura 5	Ponte construída por Simon Vélez.....	42
Figura 6	Estruturas de telhado de Marek Keppl & Toma Korec: República Eslovaca.....	43
Figura 7	Armadura de painel de fechamento em bambu.....	45
Figura 8	Casas de bambu rebocadas com cal e areia.....	47
Figura 9	Centro Cultural Max Feffer.....	48
Figura 10	Arquitetura Contemporânea em terra - taipa de pilão.....	49
Figura 11	Casarão da Fazenda Bálsamo - Atual Museu José Antônio Pereira	51
Figura 12	Gráfico da Classificação de Solos MCT	57
Figura 13	Casa de Taipa - Boa Vista do Tupim – BA.....	59
Figura 14	Casa de taipa rebocada em Angola	59
Figura 15	Casa de taipa sem reboco - Brasil	59
Figura 16	Taipa sem reboco no interior do Nordeste - Brasil	59
Figura 17	Aplicação no entramado e enchimento das paredes.....	62
Figura 18	Casa com ampliação em taipa comparada a casario em taipa de pilão, Centro Histórico de Santana de Parnaíba (SP).	62
Figura 19	Paredes em taipa.....	63
Figura 20	Estrutura de madeira para a execução da taipa de mão detalhe da taipa de mão ...	64
Figura 21	Detalhe do tipo de colocação das varas. A: varas de um lado - B: varas alternadas dos dois lados - C: varas paralelas dos dois lados.....	65
Figura 22	Casa de barro e bambu em zona rural na Colômbia.....	66
Figura 23	Casa com estrutura em bambu e preenchimento em terra.....	67
Figura 24	Centro de Educação e Sustentabilidade (CES), Alfaville, São Paulo	67
Figura 25	Paredes em bambu sendo executadas no CES	68
Figura 26	Pisando o barro e barreando os painéis	69
Figura 27	Taipa no bairro do Alegre em São Sebastião do Passe, Bahia, Brasil	73

Figura 28	Casa com estrutura em bambu - Vila ecológica - Comunidade científica da Reserva Florestal Adolpho Ducke - Manaus	74
Figura 29	Painéis de parede projetados para o conjunto de 2 casas geminadas da VilaEco..	74
Figura 30	Detalhes construtivos das casas em bambu <i>Bambusa vulgaris</i> -Vila ecológica Comunidade científica da Reserva Florestal Adolpho Ducke - Manaus.....	75
Figura 31	Proposta de módulo fechado para o entramado (dimensões em metros).....	78
Figura 32	Detalhe do módulo base e módulo topo das esquadrias (dimensões em metros) ..	79
Figura 33	Propostas de combinação de módulos de bambu para o entramado da taipa.....	79
Figura 34	Paredes antigas de bambu <i>Guadua angustifolia</i>	81
Figura 35	Detalhe da durabilidade do bambu em paredes antigas de <i>Guadua angustifolia</i> ..	82
Figura 36	Casarões de Cachoeira – Bahia	83
Figura 37	Painel Ibiosfera – Estrutura em bambu e barro (taipa)	84
Figura 38	Painel bambu a pique-estrutura em bambu e barro	85
Figura 39	Sondagem em parede de bambu e barro para verificar a degradação do entramado de bambu e afastamento do painel do chão sugerido pelo construtor.	86
Figura 40	Municípios onde foram feitas as entrevistas no interior da Bahia	88
Figura 41	Montantes de bambu cortados.....	103
Figura 42	Entramado em processo de execução.....	103
Figura 43	Entramado, entramado na forma, corpo de prova pronto.....	104
Figura 44	Relatório fotográfico - Março de 2010.....	104
Figura 45	Relatório fotográfico - Maio de 2010.....	105
Figura 46	Relatório fotográfico - Setembro de 2010.....	106
Figura 47	Desenho e foto dos entramados com 4 e 3 taliscas horizontais	108
Figura 48	Relatório da execução dos módulos na Escola Politécnica – Maio 2010	108
Figura 49	Relatório da situação dos módulos após a 1ª semana da execução.....	109
Figura 50	Relatório da situação dos módulos após a 2ª semana da execução.....	109
Figura 51	Relatório da situação dos módulos após a 4ª semana da execução.....	109
Figura 52	Colheita e corte do <i>Bambusa vulgaris</i> - Escola Politécnica – Salvador /BA.....	110
Figura 53	Confecção dos entramados dos corpos de prova.....	111
Figura 54	Medidas dos montantes dos corpos de prova.....	111
Figura 55	Moldura de madeira para a produção do corpo de prova.....	112
Figura 56	Etapas de produção dos módulos da Escola Politécnica em Setembro 2010.....	113
Figura 57	Etapas de produção dos módulos da Escola Politécnica em Novembro 2011	114
Figura 58	Etapas de produção dos módulos da Escola Politécnica em Fevereiro de 2011 ..	115

Figura 59	Ensaio de Compressão dos corpos de prova	124
Figura 60	Rachadura paralela as fibras.....	125
Figura 61	Dobramento na parte inferior	125
Figura 62	Dobramento na parte superior	125
Figura 63	Dobramento das fibras na parte central.....	125
Figura 64	Início da infestação por brocas em 30/09/2010.....	131
Figura 65	Gráfico de evolução da resistência à compressão do bambu de Setembro à Fevereiro.....	134
Figura 66	Retirada de montantes para análise e ensaio de resistência à compressão.....	139
Figura 67	Local da retirada dos montantes para ensaio de resistência à compressão.	140
Figura 68	Vedação Vertical Ibiosfera – estrutura em bambu e taipa	145
Figura 69	Vedação Vertical Bambu a Pique-bambu e barro	147
Figura 70	Vedação Protótipo – estrutura em bambu e enchimento com barro.	148
Figura 71	Custos das vedações e dos revestimentos	154
Figura 72	Custos dos materiais dos painéis e revestimentos.....	155
Figura 73	Casa de taipa em construção por Gilberto Anchieta no município de Boa Vista do Tupim.....	176
Figura 74	Casa de Taipa construída por Ireno no município de Boa Vista do Tupim	176
Figura 75	Casa construída por Adelino em taipa e madeira no município de Boa Vista do Tupim.....	176
Figura 76	Casas construídas por Adelino e Waldemir em Boa Vista do Tupim.....	176
Figura 77	Mirante construído por Manoel em Mucugê.....	180
Figura 78	Casa de taipa construída por João Benício e Anaíde em Mucugê	180
Figura 79	Casa de taipa construída por Milton em Mucugê.....	180
Figura 80	Casa construída em taipa e madeira em Andaraí - Waldemar Ramos	183
Figura 81	Casa construída em taipa e madeira em Andaraí - Arlindo Silva	183
Figura 82	Casa de taipa em S.F. do Conde construída por Otacílio dos Santos	189
Figura 83	Casa de taipa S.F. do Conde construída por Cassiano de Brito	189
Figura 84	Casa de taipa S.F. do Conde construída por Luis e Claudenice.....	189
Figura 85	Casa de taipa S.F. do Conde construída por Antonio dos Santos	189
Figura 86	Casa de taipa S.F. do Conde construída por Rosangela dos Santos.....	190

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Organograma de possibilidades de utilização do bambu.....	31
Quadro 2	Tipos de substâncias utilizadas no tratamento do bambu.....	33
Quadro 3	Tipos de tratamentos do bambu.....	34
Quadro 4	Vantagens e cuidados no uso do Bambu	35
Quadro 5	Distribuição do bambu no mundo	36
Quadro 6	Utilização do bambu em diferentes idades.....	37
Quadro 7	Aplicação do bambu	41
Quadro 8	Espécies de bambu exóticas mais comuns no Brasil.....	43
Quadro 9	Espécies nativas conhecidas	44
Quadro 10	Vantagens e cuidados com a construção de terra.	50
Quadro 11	Comparativo de sistemas de vedação para estrutura de pilar viga.....	70
Quadro 12	Quanto ao uso do bambu no universo de amostragem.....	72
Quadro 13	Termos empregados na coordenação modular segundo a NBR 5731 (1982)	77
Quadro 14	Conceitos de durabilidade e outros.....	80
Quadro 15	Motivo do uso da técnica da taipa em relação ao método construtivo.....	90
Quadro 16	Tempo usualmente gasto na construção da técnica.....	90
Quadro 17	Tamanho médio das casas entrevistadas.	90
Quadro 18	Número de pessoasxtempo de construçãoxnumero cômodos p/entrevistados	91
Quadro 19	Tipo de madeiras utilizadas	91
Quadro 20	Local onde as madeiras foram retiradas.	91
Quadro 21	Utilização do bambu na região	92
Quadro 22	Tipo de tratamento.....	92
Quadro 23	Uso do bambu na taipa.	92
Quadro 24	Pessoas que conhecem quem já construiu com taipa de bambu.....	93
Quadro 25	Tipo de fundação mais utilizado na taipa.	93
Quadro 26	Padrões de entramados usados na taipa.....	93
Quadro 27	Tipo de enchimento mais usado na taipa.....	94
Quadro 28	Utilização e tipos de rebocos na taipa.	94
Quadro 29	Tempo de construção das casas sem reboco com taipa de bambu São Francisco do Conde.....	94

Quadro 30	Tempo de construção das casas com taipa de madeira.....	95
Quadro 31	Espessura da parede de taipa.	96
Quadro 32	Espessura do revestimento da parede de taipa.....	96
Quadro 33	Afastamento da taipa do chão.....	96
Quadro 34	Tipo de construção mais barato.	97
Quadro 35	Quadro Resumo Ensaio de Caracterização.....	101
Quadro 36	Características mecânicas e hidráulicas dos solos.....	101
Quadro 37	Módulos de taipa de bambu executados em Mucugê - Bahia	103
Quadro 38	Corpos de prova de taipa de bambu executados na Escola Politécnica-Bahia....	112
Quadro 39	Temperatura e umidade nas regiões de Lençóis e Salvador.....	118
Quadro 40	Percepção visual quanto à rachadura e aderência-CPs de Mucugê	120
Quadro 41	Percepção visual quanto à rachadura e aderência-CPs da Escola Politécnica.....	121
Quadro 42	Montantes CP 11 A1 e A2, B1 e B2 e C1 e C2.....	122
Quadro 43	Determinação da umidade bambu verde, 3 e 6 meses de colhido-Apêndice B...	124
Quadro 44	Valores da distribuição “T”	127
Quadro 45	CPs de Mucugê - Ensaio de compressão antes da execução do entramado - Apêndice C	128
Quadro 46	Aplicação de T- Student entre bambu verde e com broca de Mucugê, antes da execução dos CPs.....	128
Quadro 47	CPs de Mucugê para ensaio à compressão 6 meses de exposição Apêndice D ..	129
Quadro 48	Aplicação de T-Student em CPs de Mucugê Apêndice E	129
Quadro 49	CPs da Escola Politécnica para ensaio a compressão - Mês 01 até Mês 06 Apêndice F à K	132
Quadro 50	Aplicação de T-Student entre bambu verde e com broca da Escola Politécnica.	132
Quadro 51	Aplicação de T-Student entre bambus verdes de Mucugê mês 01 e da Escola Politécnica antes da execução dos CPs.....	133
Quadro 52	CPs da Escola Politécnica para ensaio a compressão depois de 6 meses de exposição - Apêndice L	135
Quadro 53	Aplicação de T-Student Escola Politécnica - Apêndice M.....	135
Quadro 54	Resultados de ensaio de compressão x patologias em Mucugê - Apêndice N....	137
Quadro 55	Resultados de ensaio de compressão x patologias Politécnica - Apêndice O	138
Quadro 56	CPs de bambu do painel 2007 - Ensaio à compressão - Apêndice P.....	140
Quadro 57	Aplicação T-Student entre bambus verdes, terra e reboco - 2007 comparados com os CPs de Mucugê em 2010 e da Escola Politécnica em 2011.....	141

Quadro 58	Vedação vertical de bambu Bambusa Tuldoides e terra - IBIOSFERA (m ²).....	146
Quadro 59	Revestimento de Tuldoides traço 1:3:3 cal, terra e areia IBIOSFERA(m ²).....	146
Quadro 60	Vedação vertical de bambu e barro - BAMBU A PIQUE (m ²).....	148
Quadro 61	Revestimento vedação vertical traço 1 : 6 : 4 - cal, terra e areia - BAMBU A PIQUE (m ²).....	148
Quadro 62	Vedação vertical de bambu Bambusa vulgaris e terra - PROTÓTIPO (m ²)	149
Quadro 63	Revestimento de vedação vertical com traço 1 : 1 : 15 cal, areia e terra PROTÓTIPO (m ²).	150
Quadro 64	Alvenaria de blocos cerâmicos argamassa mista c/cal hidratada1 : 2 : 8 cimento cal e areia e = 9cm (m ²)	150
Quadro 65	Alvenaria de blocos de concreto argamassa mista cal hidratada1 : 2 : 8 cimento to cal e areia e = 9cm (m ²)	150
Quadro 66	Chapisco paredes internas e externas c/ argamassa 1:3 cimento e areia e = 5mm (m ²)	151
Quadro 67	Emboço/massa única para parede externa com argamassa (m ²)	151
Quadro 68	Alvenaria de blocos cerâmicos c/argamassa 1: 5 cimento e areia, e = 9cm (m ²) exe- cutada com mesma mão de obra do protótipo	151
Quadro 69	Chapisco paredes internas e externas c/ argamassa 1:4 cimento e areia e= 5mm (m ²) - executada com mesma mão de obra do protótipo.	152
Quadro 70	Emboço/massa única para parede externa com argamassa (m ²) executada com a mesma mão de obra do protótipo.....	152
Quadro 71	Média das vedações de bambu e barro por m ²	152
Quadro 72	Média de revestimento das vedações com barro cal e areia (m ²).....	152
Quadro 73	Custos das vedações e dos revestimentos.....	154
Quadro 74	Resumo de quadro comparativo de material.	154

LISTA DE SIGLAS

ABC Terra	Associação Brasileira dos Construtores com Terra – SP
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BITEC	Bolsas de Iniciação Tecnológica
CEAF	Centro de Educação Agro florestal da Petrobrás em Sergipe
CEPED	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento
CES	Centro de Educação e Sustentabilidade – Alfaville – SP
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CRATerre	Centre International de Recherche et d'Application pour la Construction en Terre
CRIS	Centro de Referências e Integração em Sustentabilidade - SP
DCTM	Departamento de Ciência e Tecnologia dos Materiais - Escola Politécnica - BA
DERBA	Departamento de Infra-Estrutura de Transportes da Bahia
DNER	Departamento Nacional de Estradas e Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EBIOBAMBU	Escola de Bioarquitetura e Centro de Pesquisa e Tecnologia Experimental em Bambu – Mauá – Rio de Janeiro
ELECS 2009	V Encontro Nacional e o III Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis
EMSURB	Empresa Municipal de Serviços Urbanos
ENTPE	École Nationale des Travaux Publics de l'Etat
FAPESB	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia
FAU - SP	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - SP
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GAIA EDUCACION	Global Ecovillage Educators for a Sustainable Earth
Grupo HABIS	Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – USP
HABITARE	Programa de Tecnologia de Habitação

I.S.O.	Organização Internacional de Normalização
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCOMUN	Instituto de Desenvolvimento Comunitário Sustentável
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
IPEN – USP	Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear
MCT	Miniatura Compactado Tropical
MEAU	Mestrado em Engenharia Ambiental
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra
NOCMAT	Conferência Brasileira sobre Materiais e Tecnologias não Convencionais na Construção Ecológica e Sustentável.
ONU	Organização das Nações Unidas.
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
PINI	Produção e disponibilização de informações e sistemas de apoio para a indústria da construção civil e editora técnica.
PSH	Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social
PUC	Pontifícia Universidade Católica
REDEBAMBU	Rede Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Bambu
RSE	Responsabilidade Social Empresarial
SINDUSCOM	Sindicato da Indústria da Construção Civil
TCPO	Tabela de Composições de Preços para Orçamentos PINI
TIBÁ	Tecnologia Intuitiva e Bio-Arquitetura
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNEB	Universidade do Estado da Bahia
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	22
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	22
1.2.1	Objetivo Geral	22
1.2.2	Objetivos Específicos	23
1.3	JUSTIFICATIVA	23
1.4	METODOLOGIA.....	24
1.4.1	Etapas da Metodologia Aplicada na Pesquisa	24
1.4.2	Organização da Dissertação	26
2	REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1	SUSTENTABILIDADE.....	27
2.2	CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS	28
2.3	O BAMBU.....	30
2.4	CONSTRUÇÕES COM BAMBU	39
2.5	O SOLO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO.....	49
2.6	CONSTRUÇÕES DE TAIPA	58
2.7	CONSTRUÇÕES DE TAIPA DE BAMBU	66
2.8	TAIPA DE BAMBU <i>BAMBUSA VULGARIS</i>	71
2.9	PAINÉIS MODULADOS PARA A TAIPA DE <i>BAMBUSA VULGARIS</i>	75
2.10	DURABILIDADE	80
2.10.1	Durabilidade dos materiais	80
2.10.2	Durabilidade do Bambu	81
2.10.3	Durabilidade da Taipa de Bambu	83
3	MATERIAIS E MÉTODOS	87
3.1	ETAPA METODOLÓGICA 1 - ENTREVISTA	87
3.1.1	Procedimento da coleta de dados das entrevistas	89
3.1.2	Apresentação e discussão dos resultados	89
3.1.3	Análise	97

3.2	ETAPA METODOLÓGICA 2 - ESTUDO DA DURABILIDADE DO BAMBU DENTRO DA TAIPA	98
3.2.1	Procedimento da coleta de dados	99
3.2.1.1	Teste de Significância.....	99
3.2.1.2	Ensaio de Solos	99
3.2.1.3	Corpos de prova de Mucugê.....	102
3.2.1.4	Corpos de prova para análise do espaçamento do entramado em relação às rachaduras - Escola Politécnica	107
3.2.1.5	Corpos de prova da Escola Politécnica	110
3.2.2	Apresentação e discussão dos resultados	116
3.2.2.1	Corpos de prova de Mucugê.....	116
3.2.2.2	Espaçamento do entramado em relação às rachaduras - Escola Politécnica	117
3.2.2.3	Corpos de prova da Escola Politécnica	117
3.2.2.4	Temperatura e umidade das regiões estudadas.....	118
3.2.2.5	Percepção visual quanto à rachadura e aderência.....	119
3.2.2.6	Percepção visual quanto à degradação biológica dos montantes.	122
3.2.2.7	Determinação da resistência à compressão paralela as fibras	123
3.2.2.7.1	<i>Ensaio de resistência à compressão – Corpos de Prova de Mucugê.</i>	128
3.2.2.7.2	<i>Resistência à compressão de bambus gradativamente atacados pelas brocas na Escola Politécnica - Acompanhamento por seis meses.</i>	131
3.2.2.7.3	<i>Ensaio de resistência à compressão - Corpos de prova da Escola Politécnica. ..</i>	134
3.2.2.7.4	<i>Patologias comparadas com resultados dos ensaios à compressão</i>	137
3.2.2.7.5	<i>Ensaio de compressão de painel de taipa de bambu executado em 2007.....</i>	139
3.2.3	Análise	141
3.3	ETAPA METODOLÓGICA 3-CUSTO DO PAINEL DE TAIPA COM BAMBU COMPARADO À ALVENARIA DE BLOCO E DE CONCRETO.....	142
3.3.1	Procedimento da coleta de dados	142
3.3.1.1	Composição de Custos.....	142
3.3.1.2	Vedação Vertical Ibiosfera	145
3.3.1.3	Vedação Vertical Bambu a Pique.....	146
3.3.1.4	Vedação Vertical – Protótipo	148
3.3.2	Apresentação e discussão dos resultados	152
3.3.3	Análise	153

4	CONCLUSÃO	156
4.1	RECOMENDAÇÕES.....	159
	REFERÊNCIAS	160
	APÊNDICE A - Entrevistas	171
	APÊNDICE B - Determinação de umidade de amostras representativas dos Corpos de prova de bambu	191
	APÊNDICE C - Corpos de prova de Mucugê para ensaio à compressão antes da execução do entramado. (Planilha completa e resumida).....	192
	APÊNDICE D - Corpos de prova de Mucugê para ensaio à compressão depois de 6 meses de exposição.(Abril a Setembro de 2010).....	194
	APÊNDICE E - Cálculo de T- Student para corpos de prova de Mucugê.....	197
	APÊNDICE F - Corpos de prova da Escola Politécnica para ensaio à compressão antes da execução do entramado Mês 01 Amostras de Setembro de 2010.....	199
	APÊNDICE G - Corpos de prova atacados pela broca para ensaio à compressão - acompanhamento de Setembro a Fevereiro Mês 02 Amostras Outubro 2010	200
	APÊNDICE H - Corpos de prova atacados pela broca para ensaio à compressão - acompanhamento de Setembro a Fevereiro - Mês 03 Amostras Novembro 2010 ..	201
	APÊNDICE I - Corpos de prova atacados pela broca para ensaio à compressão - acompanhamento de Setembro a Fevereiro - Mês 04 Amostras Dezembro 2010..	202
	APÊNDICE J - Corpos de prova atacados pela broca para ensaio à compressão - acompanhamento de Setembro a Fevereiro - Mês 05 Amostras Janeiro 2010.....	203
	APÊNDICE K - Quadro de corpos de prova de bambus atacados pela broca para ensaio à compressão - Acompanhamento de Setembro a Fevereiro - Mês 06 Amostras de Fevereiro 2010.....	204
	APÊNDICE L - Corpos de prova da Escola Politécnica para ensaio à compressão depois de seis meses de exposição.	205
	APÊNDICE M - Cálculo de T-Student para corpos de prova da Escola Politécnica - Acompanhamento de Setembro a Fevereiro	206
	APÊNDICE N - Patologias x Resistência à compressão - Corpos de prova de Mucugê.....	209
	APÊNDICE O - Patologias x Resistência à compressão - Corpos de Prova da Escola Politécnica	210
	APÊNDICE P - Quadro de ensaio à compressão-Corpo de prova do painel 2007.....	211
	ANEXO A - Relatório de ensaio de solos – Mucugê	212

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnológica o homem se deparou com um grande problema a ser resolvido: desenvolvimento ou sustentabilidade? A globalização trouxe o aumento do consumo de recursos naturais e conseqüentemente a degradação ambiental, colocando em risco todas as espécies do planeta. Existe hoje no mundo uma preocupação muito grande com a questão ambiental, mas somam-se a ela problemas sociais como a fome e a miséria (QUEIROZ; CAPELLO; WENZEL, 2007).

A crescente escassez mundial de madeira de qualidade, por exemplo, está levando à exploração irracional das últimas reservas florestais naturais, que certamente trarão conseqüências desastrosas ao ambiente e à economia do setor florestal, além da busca de matéria prima renovável e ecologicamente correta (BERNDSSEN, CASAGRANDE JR, 2006). Neste contexto, a substituição da madeira pelo bambu apresenta várias vantagens. Um fator importante é que a extração do bambu não desmata, pois novos colmos se reproduzirão após a colheita, não sendo necessário replantá-lo. No Brasil, o uso do bambu nas construções ainda é incipiente, sendo necessário mais estudo, importação de tecnologia e, principalmente, plantio das espécies mais apropriadas à construção. Um dos maiores entraves à divulgação da importância do bambu junto à comunidade refere-se à falta de produtores de muda das principais espécies com potencial comercial para os agricultores, que seriam os principais fornecedores de matéria prima industrial (PEREIRA; BERALDO, 2007). O bambu tem muitas aplicações construtivas, e já começa a ser usado de diversas maneiras ao redor do mundo, podendo, inclusive, ser usado como entramado nas construções com terra, como a técnica da taipa. Por outro lado, no Brasil existe abundância do bambu da espécie *Bambusa vulgaris*, sendo muitas vezes considerado mato, e arrancado nas limpezas de terrenos.

Com relação ainda ao uso racional dos recursos naturais, tem-se o exemplo das construções com terra que podem ser consideradas mais sustentáveis. Contudo esse recurso ainda é pouco explorado como alternativa às construções convencionais no Brasil. Devido à falta de informação e conhecimento defasado no país sobre a técnica de construir com terra, existe um preconceito muito grande com essa arquitetura, restringindo seu conhecimento à cultura herdada de cada geração. Por conta disso as construções vêm sendo demolidas e

erroneamente consideradas insalubres, porém o uso correto das técnicas construtivas, com acompanhamento técnico e devido revestimento das construções, resulta em qualidade de vida e baixo custo, proporcionando principalmente solução para habitação popular. Com a industrialização, as construções em terra foram sendo desprezadas e associadas a doenças, pobreza e insalubridade. Hoje, a construção com terra é muito associada à doença de chagas, transmitida pelo barbeiro. De acordo com Figueiredo; Casbur (2006), em estudo publicado na Revista de Sociedade Brasileira de Medicina Tropical sobre o *Trypanosoma cruzi*, o Paraná ocupa o 4º lugar no Brasil quanto ao número estimado de pacientes com a doença de chagas, sendo que nos municípios investigados não foram encontradas casas construídas com barro, pois esta não é uma técnica culturalmente usada na região. Isso mostra que a construção em terra não está vinculada ao barbeiro, e sim os espaços criados para alojar o inseto. O uso do bambu nas construções de taipa, considerando a cultura do lugar e o perfil da mão de obra, pode ser fundamental nas construções sustentáveis. Podem ser construções mais próximas das características climáticas do local a ser implantado usando materiais disponíveis no entorno como terra e bambu, como no Nordeste do Brasil onde já existe a tradição do uso da taipa como técnica construtiva.

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Como aprimorar a técnica construtiva tradicional da taipa, substituindo entramado de madeira artesanal por entramado feito com bambu da espécie *Bambusa vulgaris*, visando o uso de práticas ambientais mais adequadas como a taipa de mão e a preservação do meio ambiente?

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

1.2.1 Objetivo Geral

Verificar a viabilidade técnica e econômica do uso do bambu da espécie *Bambusa vulgaris* na construção da taipa, para propor melhorias para a sustentabilidade desta técnica, buscando maior preservação do meio ambiente.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Objetivo Específico 1: Fazer o levantamento da técnica tradicional utilizada para construção da taipa para identificação das patologias, vantagens e dificuldades da técnica em relação ao custo e a durabilidade.
- Objetivo Específico 2: Analisar a durabilidade do bambu dentro da taipa, comparando o bambu exposto ao ambiente, com corpos de prova de bambu preenchidos com terra e revestidos com reboco de terra cal e areia.
- Objetivo Específico 3: Comparar e avaliar o custo de painel em taipa de bambu com painel de alvenaria de bloco cerâmico e de concreto.

1.3 JUSTIFICATIVA

A questão da habitação de interesse social exige, além de abordagem socioeconômica, aspectos tecnológicos e estudo de materiais e técnicas construtivas alternativas e diversificadas. Entretanto, para a população que constrói com a taipa é inviável o aperfeiçoamento da técnica, por falta de conhecimento técnico, o que merece a atenção de pesquisadores para um trabalho que atenda estas necessidades, coletando dados para transformá-los em informações que permitam uma transferência desta técnica construtiva de forma mais correta (BOTTARI, 1999). Além disso, neste tipo de construção o material é todo reintegrado ao meio ambiente, não gera resíduo e não necessita de aterros sanitários. A taipa de mão é uma técnica herdada dos colonizadores, escravos e imigrantes e ainda é empregada, principalmente no Nordeste. Possui várias vantagens como a regulação da umidade ambiental, a economia de energia, pois quase não necessita de transporte, além do fato das construções com solo poderem ser demolidas e reaproveitadas múltiplas vezes. A grande possibilidade que esta técnica propicia é a da autoconstrução já que o material está todo disponível no meio ambiente, o que possibilita a execução com pouco gasto, além de poder ser construída com rapidez, promovendo abrigo seguro e barato e de boa qualidade, se bem executada. Também é uma técnica construtiva que resiste a terremotos por ter uma estrutura interna, dificultando o desabamento total das paredes. Com a substituição da madeira pelo bambu essa vantagem pode ser acentuada.

O uso do bambu na confecção do entramado evita o desmatamento, já que o bambu é uma gramínea e pode ser inclusive utilizado para recuperação de áreas degradadas e recomposição de matas ciliares. O uso do bambu *Bambusa vulgaris* na taipa poderá aproveitar uma espécie de bambu que segundo Cardoso Junior (2008) possui alto quesito regenerador ambiental e que, em termos de propagação, devido a sua capacidade de adaptação nos mais variados tipos de clima e solos, é praticamente insuperável em relação a outras espécies. O bambu absorve carbono da atmosfera e propicia o reflorestamento, pois possui rápido crescimento e alta resistência. Graças ao seu rápido crescimento fixa mais carbono do que qualquer árvore, combatendo o efeito estufa, protege contra erosões, pode ser plantado em terrenos acidentados e áreas degradadas, pois não requer solo com alta fertilidade, desenvolve-se em áreas onde outras plantas não se desenvolveriam.

Hoje o bambu no Brasil começa a ser utilizado como material na construção civil, mais é preciso investimento na plantação para que atinja escala industrial. No Nordeste existe o *Bambusa vulgaris* em abundância, mas é pouco utilizado. Existe pouca pesquisa sobre a utilização do bambu na taipa, podendo ser este estudo uma contribuição neste sentido. Segundo Araújo (2007) estudar o bambu, que pode vir substituir a madeira na confecção da vedação vertical de casas feitas com taipa, poderá contribuir tanto para a diminuição da devastação das matas quanto para um novo tipo de vedação. Além do mais, toda essa infraestrutura é realizada no local, portanto economiza combustível, minimizando a poluição, a terra já existe no entorno do canteiro; o bambu é plantável em qualquer região. A técnica do pau a pique apresenta como vantagens o uso só da mão de obra (mutirão ou adjutório) isolamento térmico e rapidez. O uso da madeira nas casas de taipa é extrativista, geralmente o próprio morador constrói sua casa e retira a madeira para compor o painel, provocando desmatamento, principalmente das matas ciliares, promovendo degradação do ambiente e maior evaporação das águas dos rios.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Etapas da Metodologia Aplicada na Pesquisa

Este trabalho foi composto a partir de três etapas metodológicas. A primeira consistiu no levantamento da técnica da taipa construída a partir da reprodução tradicional de

construções populares em áreas do interior do Estado da Bahia, nos municípios de São Francisco do Conde, Mucugê, Andaraí e Boa Vista do Tupim. Essas áreas foram escolhidas por abrangerem muitas construções em taipa, sendo uma técnica construtiva dominada pela população local e perpetuada por gerações. Além disso, em algumas dessas áreas também é encontrado o *Bambusa vulgaris* em abundância, o que pode possibilitar a substituição do entramado tradicional pelo entramado de bambu nas construções de taipa. O levantamento da técnica da taipa foi feito através de entrevistas entre famílias da área de estudo, para avaliação quanto à durabilidade e novas propostas para o método executivo da construção. Para análise foi utilizado método qualitativo para avaliação dos dados coletados e proposta de melhorias na construção da técnica baseadas em entrevistas semi-estruturadas apesar do caráter qualitativo das entrevistas estas contém perguntas para coleta de alguns dados quantitativos. A intenção de quantificar alguns dados da entrevista é visualizar mais rapidamente os resultados alcançados.

Como segunda etapa metodológica do trabalho, foi feito o estudo da durabilidade do bambu dentro da taipa. Este foi desenvolvido no Laboratório de Madeiras da Escola Politécnica e no município de Mucugê, onde foram executados corpos de prova em taipa e bambu. Para este estudo foi utilizado como metodologia o registro da documentação fotográfica para análise da rachadura, aderência e degradação biológica do bambu, além de ensaio de compressão paralela às fibras para análise da perda de resistência à compressão dos bambus. Também foi feito ensaio dos solos utilizados para determinação da granulometria e ensaio MCT - Miniatura Compactado Tropical para determinação do tipo de solo e correção, caso necessário. Foi usado o método estatístico Teste de Significância, para decidir se duas amostras provêm de uma mesma população ou não, escolhendo-se preliminarmente um determinado nível de significância em função do tamanho “n” da amostra, utilizando-se testes da curva de “student” (T).

Já na terceira etapa da metodologia empregada neste estudo, foi feita a avaliação do custo da taipa de bambu em relação às alvenarias de blocos cerâmicos e de concreto. Foi construído painel em taipa de bambu e em alvenaria de bloco cerâmico no município de Mucugê para comparação com índices e coeficientes oficiais. A análise foi feita quantitativamente através de médias e gráficos.

1.4.2 Organização da Dissertação

A primeira parte do trabalho consiste na introdução, mostrando a importância do uso do bambu e da terra como materiais sustentáveis, seguida da formulação do problema e objetivos gerais e específicos, logo após segue-se a justificativa do uso do bambu como entramado para a taipa e a descrição da metodologia utilizada. No referencial teórico descreve-se o desenvolvimento de trabalhos sobre o tema nesta área de atuação, são abordados os seguintes tópicos: Sustentabilidade, Construções Sustentáveis, O bambu, Construções com Bambu, Construções de Terra, Construções de taipa, Construções de taipa de bambu, Taipa de bambu *Bambusa vulgaris*, Painéis modulados na taipa de bambu *Bambusa Vulgaris* e Durabilidade. Nos materiais e métodos, dividido em três etapas, apresentam-se os métodos utilizados: a entrevista, estudo da durabilidade com a execução de corpos de prova em Mucugê e Salvador e construção de painel para apropriação de índices de custo com suas respectivas análises. Em seguida apresenta-se a conclusão e recomendações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SUSTENTABILIDADE

O que é sustentabilidade? Como analisar construções de bambu e barro sobre a ótica da sustentabilidade? Como são compreendidos os conceitos tão empregados atualmente para representarem verdades ambientais? A sustentabilidade está se convertendo em uma das noções mais emblemáticas do planejamento ambiental segundo De Lisio (2001), em concordância com o fundamento de “satisfazer as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer as suas próprias” (COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987).

Entre as várias possibilidades de entendimento sobre o tema tem-se a sustentabilidade como a qualidade de um sistema que é sustentável; que tem a capacidade de se manter durante um tempo indefinido, principalmente devido à baixa variação de seus níveis de matéria e energia; desta forma não esgotando os recursos de que necessita. Deduz-se que o desenvolvimento sustentável seja a forma de desenvolvimento econômico que tem como paradigma o crescimento com a melhoria da qualidade de vida e que não caminha em direção ao esgotamento dos recursos naturais, nem gera substâncias tóxicas ao meio ambiente em quantidades acima da capacidade assimilativa do sistema natural. Reconhece o direito de existência das outras espécies e também o direito das gerações futuras em usufruir o planeta tal qual o conhecemos, buscando fazer as atividades humanas funcionarem em harmonia com o sistema natural, de forma que este tenha preservadas suas funções de manutenção da vida por um tempo indeterminado.

A qualidade ambiental conceitua-se como sendo o estado das principais variáveis do ambiente que afetam o bem-estar dos organismos, particularmente dos humanos; termo empregado para caracterizar as condições ambientais segundo um conjunto de normas e padrões ambientais pré-estabelecidos; utilizada como valor referencial para o processo de controle ambiental (EMBRAPA, 2008). Entre vários processos de controle ambiental, pode-se destacar a aplicação de tecnologias não convencionais para a construção civil. Atualmente tem aumentado o interesse na investigação de novos materiais para a construção de moradias,

com o objetivo de tornar a sociedade, e as construções nela inserida, mais sustentáveis. Sartori; Pinho (2006), dizem que a consciência social da finitude dos recursos naturais é a fonte desse interesse. A atual crise ambiental, para ser superada, exige um novo olhar, uma nova trilha, uma diferente direção. O desenvolvimento sustentável capaz de promover distribuição de renda com respeito ao meio ambiente deve ser o objetivo a ser alcançado. (TEIXEIRA, 2006)

Hoje, a necessidade de explorar novas alternativas para o consumo de materiais na construção civil para torná-la sustentável do ponto de vista ambiental é enorme. Essa realidade se deve basicamente à maneira como o homem explora o ambiente sem se dar conta da finitude dos recursos naturais, gerando degradação. O mundo encontra-se bem próximo do ponto irreversível marcado pela perda da capacidade de auto-regeneração da terra. Sustentável é a sociedade que consome de forma responsável e solidária, que leva em consideração as gerações atuais e futuras. Segundo Villaça (2010) muito se tem debatido sobre o conceito de sustentabilidade e seus reflexos na construção civil, especialmente nos códigos de obra e nos processos de certificação ambiental. Operacionalizar o conceito de sustentabilidade na construção civil é o atual desafio enfrentado por engenheiros e arquitetos.

2.2 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Junto à escassez de alimentos, a falta de habitação é um dos problemas mais cruciais sobre a terra. Para minimizar esta situação e tornar possível a construção de mais casas, especialmente para famílias de baixa renda, é necessário examinar todos os materiais disponíveis locais que podem ser utilizados para a construção. O bambu, sisal e fibras de coco são materiais que estão disponíveis em abundância no Brasil e não são utilizados na construção civil (GHAVAMI; TOLEDO; BARBOSA 1999)

Segundo Guillaud (1987) a arquitetura de terra articula o saber, as práticas populares e as tecnologias inovadoras mais modernas, representando um enorme potencial energético para o novo milênio. Os processos de transformação e de transporte até o local de consumo dos materiais devem ser incluídos nas avaliações de impacto ambiental das diversas alternativas tecnológicas para a construção. O uso de material local, como o barro e o bambu, dispensa o transporte por longas distâncias e contribuem na produção de construções ambientalmente mais adequadas. As construções com terra reduzem a demanda de cimento, já que a terra pode

ser utilizada também como argamassa e reboco, que hoje promove 8% do aquecimento do planeta, assim como minimiza o transporte, que usa como fonte de energia, produtos derivados de petróleo e é responsável por 80% do aquecimento da atmosfera (SOUZA, 2004).

Trabalhando com materiais disponíveis, no local da construção, como a terra e o bambu, reduzem-se diretamente a compra de produtos e elementos externos, o que contribui para minimizar a emissão de gases que aumentam o efeito estufa, como também torna mais viável o custo final da construção para a população carente. Segundo Troles (2007), materiais como a terra crua, bambu e fibras vegetais diversas representam uma excelente alternativa nas construções sustentáveis em relação aos materiais industrializados. Suas técnicas de utilização ganharam os espaços acadêmicos onde se propagam e se aperfeiçoam. Hoje é grande a necessidade de resgatar e adaptar técnicas construtivas largamente utilizadas pelo homem antigo, atualmente pouco utilizadas e marginalizadas, mas necessárias devido ao seu caráter sustentável do ponto de vista ambiental. Essa realidade se deve basicamente à maneira como o homem explora o ambiente sem se dar conta da finitude dos recursos naturais gerando degradação.

Existe uma carência muito grande de moradias no Brasil, cerca de 7,2 milhões de famílias são desabrigadas, grande parte dessas famílias encontram-se no interior, além disso, existem milhões de moradias impróprias ou precárias no Nordeste, por falta de programas de financiamento, em regiões onde não existe renda suficiente para o investimento (FIGUEIREDO, CASBUR, 2006).

Optar pelos estudos de materiais e técnicas construtivas alternativas e diversificadas pode ser uma dentre muitas opções para ajudar a minorar o déficit habitacional do país. Reduzindo o investimento público para produção de habitações e sugerindo novas maneiras de construir, como por exemplo, a auto-gestão com repasse de recursos financeiros diretamente dos governos municipal, estadual ou federal para associações comunitárias com o aporte de assessoria técnica para uma construção não convencional, orçamento participativo ou a construção através de mutirão (TROLLES, 2001).

Segundo Villaça (2010) é necessário a inserção de novos materiais de construção e componentes construtivos no mercado consumidor, especialmente quanto à terra como material de construção, além de maior divulgação junto ao consumidor final destes novos materiais, para possibilitar a formação de massa crítica sobre a qualidade da edificação que se quer habitar. As técnicas construtivas à base de terra e de bambu têm muito a contribuir, tanto na sustentabilidade, como no maior acesso à construção,

especialmente onde os materiais convencionais encontram dificuldades em serem utilizados, ou pelo custo, ou pela dificuldade de distribuição. Assim, quando em meados da década de 1980, as técnicas construtivas com materiais alternativos ressurgem com a proposta de produção de construções menos impactantes vêm a reboque a possibilidade de reverter toda a lógica da cadeia da indústria da construção civil. Para isto, deve-se ter clareza que a durabilidade de um material não está vinculada a sua resistência, mas à adequação do seu uso e à estrutura que este material deverá compor. Em arquitetura e construção com terra e bambu, isto fica bem evidente, pois a dosagem do material, a escolha da técnica, e outros quesitos como a cultura local, são eleitos levando-se em consideração o uso a que se destina a construção.

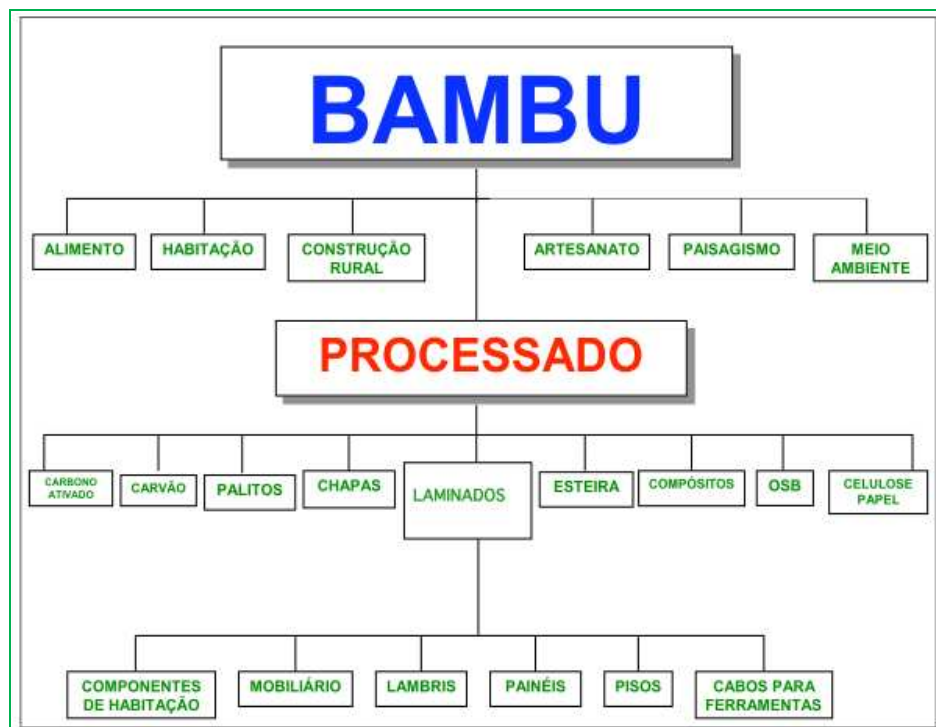
2.3 O BAMBU

O volume mundial da produção de madeira é hoje da ordem de 20% da necessidade real de consumo (REVISTA CREA, 2005). Isso mostra a importância de desenvolvimento de novos processos, novas tecnologias, com técnicos bem preparados para aproveitar novos recursos disponíveis. A substituição da madeira pelo bambu mostra um novo caminho que precisa ser mais explorado.

O bambu é uma planta que oferece diversas vantagens econômicas pelo seu rápido crescimento. A velocidade de propagação de uma plantação de bambu, após estabelecida, é muito grande. O tempo de estabelecimento de uma plantação varia de cinco a sete anos, e o amadurecimento de um bambu acontece em três a quatro anos. A partir do terceiro ou quarto ano já se pode coletar colmos e brotos. A média de produção de biomassa num bambuzal é de 10 toneladas por hectare por ano. O bambu pode substituir a madeira em diversas aplicações e com isso diminuir o impacto ambiental. Outra vantagem é a facilidade de estabelecimento, manutenção e colheita, o bambu não exige técnicas complexas para sua plantação. A manutenção pode ser feita através de irrigação, e não é necessária a aplicação de produtos agrotóxicos. A colheita fortalece o bambuzal e pode ser feita com instrumentos manuais. O transporte é facilitado pelo seu peso leve em comparação às madeiras. Pode ser usado como combustível, papel, material de construção, alimento, entre outras utilidades, além de ajudar na renovação do ar. O bambu já é um material muito explorado na Ásia, movimentando uma economia de sete bilhões de dólares americanos por ano. Cerca de um bilhão de pessoas

moram em casas de bambu no mundo. Culturas utilizam o bambu em muitos aspectos da vida, como música, cerimônias, alimentação. O bambu é encarado como uma forma de desenvolvimento econômico por muitos países. No Nepal e nas Filipinas existem grandes projetos de reflorestamento de bambu, para estimular a economia local a produzir papel, comida e habitações. A China e a Índia têm grandes plantações há muitos séculos. A Colômbia, O Equador e a Costa Rica desenvolvem projetos nacionais de bambu, com reflorestamento e desenvolvimento de uma cultura de habitações populares de bambu, para substituir o uso da madeira. (VASCONCELLOS, 2000)

O Organograma apresentado no quadro 1 mostra a utilização do bambu na sua forma natural e processada.



Quadro 1 Organograma de possibilidades de utilização do bambu
Fonte: PEREIRA E BERHALDO, 2007

Na Ásia o bambu é utilizado em larga escala, segundo Pereira e Beraldo (2007):

A China apresenta a maior tradição no mundo na utilização do bambu, sendo estimado em cerca de quatro mil diferentes usos tradicionais, nas áreas de construção, agricultura, artesanato, utensílios domésticos, cultura, artes e atividades diárias das pessoas, desenvolvendo um importante papel na economia rural de países em desenvolvimento.

O bambu requer procedimentos de proteção e conservação por ser facilmente atacado por insetos. Existem estudos sobre o tratamento mais muito ainda a se desenvolver sobre o assunto. Para estruturas mais duradouras, é importante tratar o bambu contra a deterioração de insetos e fungos. Colmos de bambu são um material natural suscetível ao ataque desses agentes biológicos, esse ataque aumenta principalmente em relação à concentração de amido. Por ser um material biológico, o bambu está sujeito a ação de predadores podendo ter uma vida útil de até quatro anos quando não tratados e de 20 a 50 anos quando submetidos a tratamentos adequados e utilizados corretamente. Existem muitas diferentes formas de secar e tratar colmos de bambu para prevenir rachaduras, infestação de insetos e crescimento de fungos (NUNES, 2005).

As duas principais pragas de insetos do bambu são o *Dinoderus Minutus* e *Rhinastus latistermus* Chev. (Coleóptera: Curculionidae), mas o que causa maiores problemas é o *Dinoderus*. Popularmente conhecido como broca ou caruncho, sua infestação se caracteriza pela presença de um pó de uma textura muito fina. O ataque se inicia pelos adultos, 24 horas após o corte dos colmos. São as larvas que causam verdadeiramente os maiores danos aos colmos, pois os utilizam como alimento para completar seu ciclo. Quando as larvas recém-eclodidas começam a se alimentar, escavam galerias paralelas aos vasos e fibras. (SARLO, 2000).

Os cupins ou térmitas, dentre os insetos xilófagos, são os mais sérios agentes destruidores da madeira em nosso meio. Compreendem cerca de 2.000 espécies e vivem em colônias que são autênticas sociedades. O bambu também pode ser atacado pelo cupim. No ataque de cupim a presença de grânulos secos e duros, de coloração clara a avermelhada, indica a sua presença no bambu. Estes grânulos são fezes, expelidas das galerias realizadas na estrutura ou peça. Devido à sua forma de vida, atacam principalmente madeira com maior teor de umidade, como as de fundações de prédios, postes, dormentes, mourões de cercas, dentre outras. Por outro lado, os cupins não subterrâneos encontram na madeira sua moradia e alimento. Como vivem em condições de pouca umidade, atacam madeira relativamente seca. Sua presença é indicada por pequenas pelotinhas junto à madeira e bambu atacados, que são resíduos fecais dos cupins (GALVÃO, ESTEVES, MATTOS, 2004)

Já o ataque de fungos apodrece o bambu quando este é exposto à umidade. Ao contrário do caruncho, os microorganismos atacam os colmos, principalmente quando estes ficam em contato com o solo. O ataque do fungo inicia-se com o aparecimento de manchas escuras na superfície do bambu. Segundo Beraldo, Cascardo e Azzini, 2001 para uma melhor utilização

do bambu como material de construção os colmos devem ser secos a um teor de umidade de 10 a 15%. Com esse baixo teor de umidade, as variações dimensionais dos colmos são reduzidas, além de evitar o desenvolvimento dos microorganismos apodrecedores. Cardoso Jr, 2000 relata que a vulnerabilidade ao ataque de fungos também tem certa relação com o período de corte, apesar destes aspectos não terem sido suficientemente investigados na maioria das espécies. Observou ainda que as partes médias e superiores são menos resistentes ao ataque de insetos.

O tratamento pode ser feito com uso de produtos químicos, mas deve-se antes analisar o prejuízo para o meio ambiente. Para evitar problemas, é importante que o bambu esteja seco antes de ser utilizado na construção (ADAMS, 1997). O tratamento em autoclave possibilita maior impregnação do produto no bambu. Quando o tratamento é feito com CCA (cobre, cromo e arsênio) é mais poluente durante o ciclo de vida e no término da edificação. O CCA pode ser substituído pelo boro, por ser este produto menos tóxico ao meio ambiente, além de ser mais barato.

Existem vários estudos naturais e com tratamentos químicos sobre a cura do bambu segundo López (1974), construtor precursor de bambu da Colômbia. Outras técnicas são aplicadas na China e Índia. Segundo Fontes (2004), no Brasil a Escola de Bioarquitetura e Centro de Pesquisa e Tecnologia Experimental em Bambu (EBIOBAMBU), no município de Mauá no Rio de Janeiro, adotam uma preparação rústica, em que o bambu seca por dois anos e recebe o verniz. Pereira e Beraldo (2007) extraem o amido fervendo o bambu por uma hora, ou deixando-o imerso em solução de cal por 24 horas. Não existe o melhor método e sim o mais adequado em determinado contexto (SILVA, 2007). No quadro 2 abaixo diversos tipos de substâncias utilizadas no tratamento do bambu, encontradas na bibliografia.

SUBSTÂNCIAS NATURAIS	SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS
Seiva da árvore Neem	CCA (cobre cromo e arsênio)
Tiririca	Bórax (ácido bórico)
Eucalipto	Solução de cal
Tanino da acácia negra	Octoborato
Água salgada	Soda Caústica
Fumaça	Creosoto
Calor	Amônia

Quadro 2 Tipos de substâncias utilizadas no tratamento do bambu.

Fonte: Araújo, 2007 e Silva, 2005.

Os tratamentos utilizados podem ser pressurizados ou não pressurizados (LIEZE, 2003). Geralmente nos tratamentos pressurizados são utilizadas as substâncias químicas. No quadro 3 abaixo tipos de tratamentos utilizados no bambu.

TRATAMENTO	DESCRIÇÃO DO TRATAMENTO
Boucherie modificado	Troca a seiva do interior do bambu pelo produto imunizante utilizando pressão
Difusão por encharcamento vertical	O produto imunizante é colocado no topo do bambu e desce por gravidade
Autoclave	O bambu é colocado em câmaras e a seiva trocada pela substancia imunizante sobre pressão. Todos os nós devem ser retirados.
Imersão	O bambu é imerso na substancia a ser utilizada como imunizante
Fervura	A substância imunizante é fervida junto com o bambu
Injeção pelos colmos	A substância é injetada por pequenos furos nos internós do bambu
Calor	O bambu é submetido ao aumento da temperatura em estufa ou tanques
Colheita no inverno	O bambu tem menos seiva, mas não exclui outro tipo de tratamento.
Colheita na lua cheia	Menos ataque da broca, mas não exclui outro tipo de tratamento.
Aplicação de fumaça	O bambu é colocado no defumador compartimento com pouca saída de ar que tenha fogo ou fumaça sob os colmos de bambu.
Cura na mata	O bambu é colhido e colocado para secar no local da colheita, em pé e em cima de uma pedra.
Secagem com fogo	O bambu é seco através da exposição ao fogo.

Quadro 3 Tipos de tratamentos do bambu

Fonte: (Simão, 1957, Kirkpatrick, 1958 citados por Azzini, et al 1997), Pereira, 2001, Sarlo, 2000, Silva, 2005 e Araújo, 2007.

Nos países asiáticos e orientais o bambu é largamente usado na construção civil. No Brasil a sua pouca utilização tem motivos históricos e culturais, pois o país seguiu a tradição dos seus colonizadores, que construíam basicamente com alvenaria e pedras, ficando o seu uso mais restrito ao interior, onde os índios os utilizavam na construção das suas casas. Posteriormente, o bambu foi usado em cúpulas e estruturas das igrejas do período colonial.

Existem várias espécies de bambu que podem ser usados na construção civil, o mais usado e com várias obras com grande projeção é o *Guadua angustifoélia*, muito usado na Colômbia, onde a construção com bambu é totalmente difundida e utilizada. Essa espécie existe no Brasil e já começa a ser difundida, sendo indicada pelos especialistas como uma das melhores espécies para construção, pois não é muito atacada pelos insetos e é muito resistente.

Na Bahia e grande parte do Nordeste o *Bambusa vulgaris* (bambu comum) é a espécie mais encontrada, tem uma altura média de 8 a 10 metros, e o diâmetro varia de 4 cm a 6 cm com espessura de parede de 7 mm a 15 mm. A cura é um tratamento de secagem imprescindível, que aumenta a vida útil do bambu em até 25 anos, além disso, é preciso usar

algum tipo de preservativo contra os insetos, quando o bambu é exposto a temperatura e umidade ambiente, já que essa é a espécie mais atacada, por ter mais amido (TROLLES, 2001). Abaixo quadro 4 com vantagens e limitações no uso do bambu:

VANTAGENS	LIMITAÇÕES
O eucalipto leva 23 anos para chegar à fase madura e o pinheiro 21 anos; já o bambu leva apenas 3 anos, e regenera-se em três anos sem necessidade de replantio.	Em contato permanente com o solo, ele apodrece e é atacado por insetos.
Ideal para matas ciliares, o bambu é o primeiro passo para construir florestas. Nasce tanto em terreno seco quanto úmido.	Depois de cortado, o bambu sofre ataque de insetos e pode deteriorar-se rapidamente, então é preciso fazer o tratamento logo em seguida ao corte.
Resistência física e mecânica (mais forte que o aço), beleza visual, facilidade de manuseio e tratamento (fibras verticais enquanto na madeira são trançadas).	Devido ao seu perfil circular, criar juntas é um tanto difícil e obtêm-se geometrias nada convencionais nos nós.
O bambu é um ótimo seqüestrador de carbono devido ao seu rápido crescimento.	As fibras do bambu só crescem no sentido longitudinal, tendo este fato bastante impacto na resistência de cargas transversais, já que não há fibras neste sentido.
Gera 30% mais oxigênio que as árvores	Por ser um material natural, possui variações de diâmetro, comprimento e qualidade de acordo com o clima.
É necessária uma menor área de cultivo para se construir uma casa em bambu, comparada com uma de madeira.	Há contração no bambu depois de seco e pode ocorrer problemas estruturais, sobretudo como reforço estrutural em concreto.
Crescimento anual em biomassa de 10-30% comparado com 2-5% de árvores.	Revestimento liso e impermeável, que não pode ser pintado

Quadro 4 Vantagens e cuidados no uso do Bambu
Fonte: Pinho (2007)

A resistência a tração do bambu é elevada e para algumas espécies pode atingir até 370 Mpa. Isto torna atrativo o uso do bambu como um substituto para o aço, especialmente quando for considerada a razão entre sua resistência a tração e sua massa específica aparente. (PEREIRA e BERALDO, 2007)

Segundo Adams (1997), o arquiteto Oscar Hidalgo Lopez tem dedicado sua vida à pesquisa de bambu e a ensinar ao mundo sobre as ilimitadas possibilidades desta planta. Admirado com a sua integridade estrutural e possibilidades estéticas, Lopez se dedicou a um programa de investigação que o levou para a Ásia, Costa Rica, Brasil e em outros lugares para estudar esta planta e criar estruturas experimentais.

Há mais de 1600 espécies de bambu, sendo esta a maior das gramíneas. Na América do Norte existem apenas três espécies nativas de bambu ao contrário das 440 espécies nativas da América Latina. A seguir figura 1 com a distribuição do bambu no mundo.

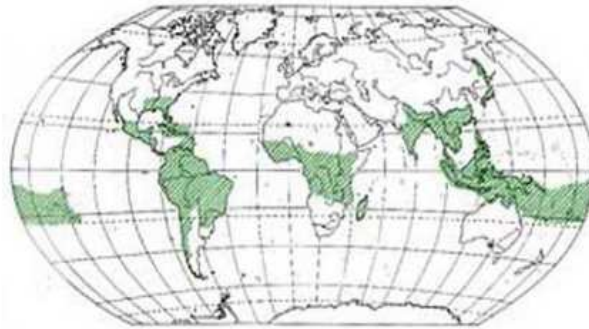


Figura 1 Centro de origem dos bambus
Fonte: Silva (2005)

Abaixo no quadro 5 percentual de distribuição das espécies de bambu no mundo.

LOCALIZAÇÃO	%
Espécies nativas do sudeste da Ásia.	64%
Espécies que crescem na América Latina	33%
Espécies que crescem na África e Oceania.	3%
TOTAL	100%

Quadro 5 Distribuição do bambu no mundo
Fonte: Adams (1997)

Embora seja uma gramínea, os bambus possuem hábito arbóreo e da mesma forma que as árvores apresentam uma parte aérea constituída pelo colmo, folhas e ramificações e outra subterrânea composta pelo rizoma e raiz conforme figura 2. Classificam-se como entouceirantes, alastrantes e semi-alastrantes.

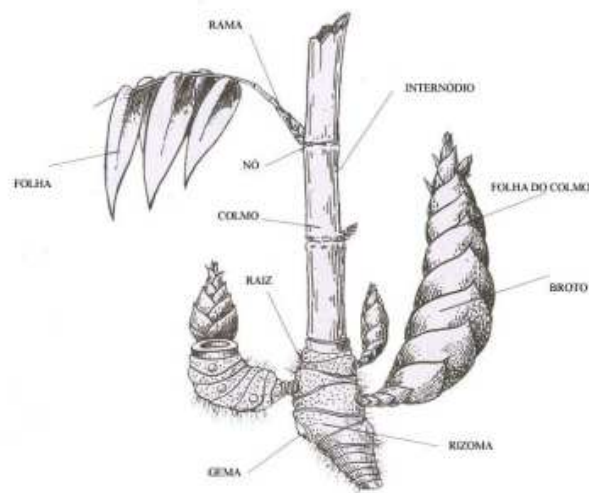


Figura 2 Estrutura do Bambu
Fonte: NMBA (2004)

Para seleccionar colmos para a construção é muito importante saber a sua idade conforme quadro 6 para que este tenha maior resistência.

IDADE	UTILIZAÇÃO
< 30 dias	Bom para comer
6-9 meses	Cestas
2-3 anos	Placas de bambu ou lâminas
3-6 anos	Construção
> 6 anos	Gradualmente perde força até os 12 anos

Quadro 6 Utilização do bambu em diferentes idades
Fonte: Adams (1997)

Ainda segundo Adams (1997) a altura pode ser determinada nas espécies com mais de cinco centímetros de diâmetro, multiplicando-se a circunferência de base por 58,2. Se o bambu tem uma relação inferior a 58,2 o bambu é de qualidade inferior para a construção.

Na Colômbia, os melhores exemplares de *Guadua Angustifolia* crescem em altitudes entre 900 a 1800 m. No Equador, a mesma espécie tem características de resistência muito menores.

O bambu é único, pois é resistente em tração e compressão. Embora a resistência à tração permaneça a mesma em toda a idade da planta, aumenta a resistência à compressão quando envelhece. Segundo Ghavami e Marinho (2005) que estudaram a compressão do bambu *Guadua Angustifolia*, os bambus têm diminuição gradual, no sentido da base para o topo, no diâmetro do colmo, na espessura da parede e no comprimento internodal. O módulo de resistência, que é função do diâmetro e da espessura da parede, varia ao longo do colmo. Eles encontraram para corpos de prova com diâmetro igual à altura a resistência à compressão média de 29,48 Mpa, com valor máximo de 29,62 Mpa e 34,52 Mpa na parte superior, com e sem nó, respectivamente. De modo geral, a resistência à compressão foi pouco influenciada pela presença do nó.

Segundo Pereira e Beraldo (2007) estudos conduzidos no Brasil indicaram grande variabilidade nos resultados de compressão simples para amostras de bambu, quer seja na seção retangular ou cilíndrica. Na figura 3, apresentada por Albiero (2006), observa-se zonas de isodeformação (representadas pela mesma cor) em colmo de bambu submetido à compressão simples. Nota-se claramente a perturbação causada pela presença do nó, na parte superior da figura, indicando um acentuado desvio na direção das deformações.

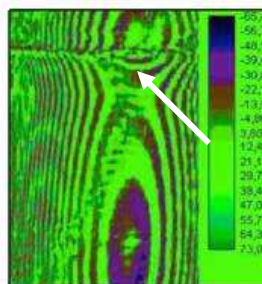


Figura 3 Isodeformações em colmo de bambu submetido à compressão simples.
Fonte: ALBIERO (2006)

Ainda segundo Pereira e Beraldo (2007) para determinação da resistência à compressão simples de amostras circulares uma das possibilidades é procurar adequar à razão entre a altura e o diâmetro do colmo do bambu as recomendações das normas utilizadas no estudo de argamassa e concreto. Outra dificuldade deve-se a heterogeneidade entre as espécies (ou dentro da mesma espécie), pois a espessura da parede é muito variável, o que acarreta modificações acentuadas no comportamento dos corpos de prova nos ensaios. De acordo com Lopez (1974) é importante a presença do nó para o enrijecimento do colmo. Embora se observe uma grande variabilidade nos resultados de ensaio à compressão simples, apresentados por diversos autores, em diferentes espécies de bambu, esses valores ainda são muito superiores aos valores do concreto convencional em torno de 15 a 20 Mpa.

Timoshenko (1966) descreve que sob aspecto geral, colunas confeccionadas com material elasto-plástico, quando comprimidas, apresentam a tensão máxima de resistência à compressão limitada por dois fenômenos em função do índice de esbeltez (L/R). Segundo Amaral, Tanizaki (2002) quando o índice de esbeltez é pequeno não há possibilidade de ocorrência do efeito de flambagem, portanto a resistência da coluna restringe-se a compressão simples. Conseqüentemente, em vez de avaliar o comportamento à compressão do bambu como coluna de seção circular ou tubular é mais prático analisar os resultados relativos à relação L/DE . Eles concluem que os valores médios para $L/DE \geq 4$ são mais significativos para representar as propriedades do bambu sob condição de compressão simples. Nos ensaios com bambu seco a tensão máxima média atingiu 76,71 Mpa, para valores de $L/DE = 6,18$ o que ainda demonstra preservar a condição de compressão simples.

Existem certas limitações do uso do bambu na construção civil. O seu interior com amido é atraente para os insetos. Além disso, o bambu tem um revestimento liso e impermeável, que não pode ser pintado. Na verdade, dependendo do tipo de bambu utilizado na construção e do tratamento aplicado isto pode afetar significativamente a longevidade dos

edifícios. Portanto é necessário planejamento e especificação adequada para um bom projeto. Na construção de bambu, as articulações são difíceis de serem feitas. Em estruturas geodésicas de bambu, as articulações são formadas através da criação de "retalhos" no final do colmo de bambu por incisão radial.

Muitos problemas associados ao bambu podem ser atenuados através da criação de laminados de tiras de bambu. Estas são formadas simplesmente dividindo o comprimento do colmo em tiras individuais, que são posteriormente laminados em conjunto para criar uma série de produtos. Atualmente produtos laminados de bambu incluem execução de pisos que estão sendo particularmente bons para o tráfego pesado. Não há limites à utilização do bambu laminado, também chamado de Plyboo em alusão ao laminado de madeira plywood. Ele pode ser usado para cadeiras e outros móveis, pratos e utensílios. O bambu pode ser usado como madeira laminada, com a vantagem de que laminados de bambu são muito mais leves que outros tipos de laminados. Para criar as tiras usadas para laminação, a parte interior macia do bambu é removida, deixando o exterior para a laminação. Há muitas maneiras do designer utilizar o bambu, com marcenaria adequada. (ADAMS, 1997)

2.4 CONSTRUÇÕES COM BAMBU

Nos países asiáticos e orientais o bambu é largamente usado na construção civil. Existem várias espécies de bambu que podem ser usados, o mais usado e com várias obras importantes é o bambu da espécie *Guadua Angustifolia*, muito usado na Colômbia, país onde a construção com bambu é difundida e largamente utilizada. Na América Latina, as espécies mais valorizadas para a construção são a *Bicolor Guadua angustifolia*, *Guadua castilla* e *Cebola Guadua*. Para criar efeitos especiais o bambu pode ser dobrado ou esticado por aquecimento e comprimido até esfriar.

O método de construção em bambu mais comum nas zonas rurais da América do Sul, bem como na Costa Rica, são plataformas com diagonais de reforço nas paredes. Algumas casas construídas com esta técnica são feitas em ladeiras íngremes e tem cinco andares. Por causa da dificuldade de nivelar as dimensões variadas do bambu, a madeira é frequentemente usada para as vigas. Em programa de construção de casas pré-fabricadas na Costa Rica, segundo Adams (1997), o governo concedeu o piso, o telhado e as instalações hidráulicas, e foram construídos painéis de bambu pré-fabricados para estas moradias, conforme figura 4.

Nos sistemas de casas pré-fabricadas de bambu são utilizados painéis pré-construídos antecipadamente, resultando em maior rapidez de construção. Este sistema permite aos proprietários construir suas próprias casas. Segundo Cardoso Júnior 2000, a Costa Rica é considerada atualmente um dos países mais desenvolvidos na produção de habitação de baixa renda com bambu. A produção, iniciada em 1995, gira em torno de 200 casas por mês, que atendem a todos os pré-requisitos exigidos pela ONU. O Projeto Nacional de Bambu, iniciado em 1986 e depois transformado em Fundação, conquistou um prêmio mundial concedido pela instituição inglesa “Building and Social Housing Foudation (BSHF), que todos os anos premia os países que realizam esforços para dotar de moradias os cidadãos mais necessitados. Incrivelmente, a Costa Rica não tinha espécies próprias para construção nem a tradição de utilização. A primeira muda de bambu para este fim foi levada para o país em meados dos anos 80, pelo então chefe de Estado, após uma visita ao Brasil. Padovan, 2010 cita pesquisas realizadas na Costa Rica que indicam percentuais de até 98% dos consumidores de habitação em bambu que consideram suas casas iguais, ou melhor, qualidade em comparação com as construídas com outros materiais. Quando questionados sobre o preço e vida útil, 100% dos consumidores relataram que era de menor preço, com igual ou maior vida útil. E, ainda, 100% dos consumidores acreditam que a casa tem a mesma aparência ou ainda melhor que as casas convencionais (ADAMSON; LOPÉZ, 2001).



Figura 4 Casas populares feitas de Bambu - Costa Rica
Fonte: Pinho (2007)

Como Oscar Hidalgo Lopez, há uma série de outros arquitetos importantes projetando e construindo com bambu na América do Sul. Incluem-se entre estes o arquiteto Carlos Vergara de Cali, que criou um sistema multi-coluna, onde as cargas são transportadas pelos septos do bambu, também usou parafusos através de nós de concreto para criar articulações, usando vãos livres de até 24 metros. O bambu pode ser aplicado de diversas maneiras na construção civil conforme quadro 7.

CARACTERÍSTICA	RESISTÊNCIA
APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE PONTES	Na China: Os chineses inventaram pontes suspensas utilizando bambu para atravessar rios. Usando a parte exterior do bambu, quatro vezes mais forte que o interior são criados cabos de tensão de até 120 metros de comprimento.
	Na Índia: Pontes de bambu também foram construídas pelos indianos.
	Na Colômbia: Pontes foram criadas usando este material com tração de até 3.200 kg/cm ² com a espécie Guadua.
	No Peru: Utilizadas pelos Incas antes da colonização dos espanhóis.
CARACTERÍSTICA	LEVEZA E FORÇA
APLICAÇÕES NA MARINHA E AERONÁUTICA	Os primeiros elementos estruturais de pipas e aviões foram construídos utilizando o material que é leve e extremamente forte. O bambu foi usado para construir barcos e zepelins.
	Nas Filipinas: Um aeroplano foi feito inteiramente de bambu.
	Na China: Foi usado em aviões durante a Segunda Guerra Mundial.
	No Brasil: Temos o primeiro avião construído com bambu por Santos Dumont.
CARACTERÍSTICA	FLEXIBILIDADE, LEVEZA, FORÇA E RESISTÊNCIA
APLICAÇÕES NA ARQUITETURA E ENGENHARIA CIVIL	O bambu tem uma longa história de utilização em edifícios, sendo comum à arquitetura vernácula da China, Sudeste Asiático e América Central e do Sul.
	Em Hong Kong, todos os andaimes para a construção de rodovias é construído de bambu e amarradas com tiras de bambu com apenas 1 mm de espessura.
	Permite ser utilizado como canos de água.
	Como o bambu é extremamente flexível a partir de 6 a 12 meses de idade, ele pode ser usado para criar uma série de formas curvas.
	Na Índia, foram desenvolvidos telhados em forma curva, chamados Chocals.
	Cúpulas de bambu foram construídas na Nova Guiné.
	O arquiteto Gernot Minke da Alemanha desenvolveu um arco de catenária com tiras de bambu laminadas.
	Na China é usado em coberturas: extremidades são cobertas com telhas redondas.
	Nas Filipinas, os telhados de encravamento são de bambu.
	Domos geodésicos são feitos com bambu, como para habitações temporárias de emergência para os sem abrigo em caso de terremotos, inundações, etc.
	Utilização de bambu para reforçar o concreto.
	Tanques podem ser feitos através da aplicação de argamassa em cestas de bambu que podem ser usados para banheiros, armazenamento de água ou barcos.
	Lajes de concreto com preenchimento em bambu são feitas utilizando cestas de bambu para preencher os espaços vazios. Tecidos de malha de bambu com 6" são usados para reforçar uma laje de concreto de 5".
Gabiões, barragens de rios e córregos, onde uma longa cesta de bambu é cheia com pedras em cada extremidade.	

Quadro 7 Aplicação do bambu
Fonte: Adams (1997)

O bambu pode ser usado para vencer grandes extensões, isto é evidenciado no trabalho do arquiteto colombiano Simon Vélez. Vãos de 3,5 metros são facilmente possíveis em estruturas simples, usando bambu de 12 centímetros de diâmetro conforme figura 5. Ele construiu um conjunto extraordinário de estruturas de bambu que tem projetos variados.

Nesses projetos Vélez usa um sistema único de parafusos e concreto nos entrenós para criar articulações extremamente fortes, o que lhe permitiu criar grandes vãos de até 7 metros.

Vélez cria detalhes com peças metálicas feitas sob medida. Essas peças são únicas da arquitetura de Simon Vélez. Porém o avanço e as possibilidades que brindam esses descobrimentos são de todos (MARTI, 2009).



Figura 5 Ponte construída por Simon Vélez
Fonte: Marti (2009)

Outro grande problema é que em muitos lugares o bambu está desaparecendo, tal como outros recursos florestais do mundo. No Brasil havia 85.000 quilômetros quadrados de bambu, em 1976, enquanto em 1983 havia apenas 32.000 quilômetros quadrados. A previsão é que dentro de uma década toda a floresta de bambu no Brasil acabará. O *Guadua* é uma das espécies ameaçadas, porque só cresce em latitudes tropicais. Mas esta situação é comum em todo o mundo.

O maior problema que afeta a adoção da arquitetura de bambu em áreas que têm uma história vernacular da construção com este material é a percepção de que ele é considerado "habitação dos pobres". Na Índia, as castas mais ricas usam a pedra para a construção, as castas do meio a madeira, e apenas as castas mais baixas utilizam o bambu. Graças a Vélez, no entanto, o bambu começa a tornar-se um material de construção escolhido pelos ricos. Oscar acredita que se os pobres virem pessoas ricas usando o bambu, eles também usarão.

O bambu começa a ser usado no mundo como material ideal para inovações em design, projetos arrojados são cada vez mais frequentes, mostrando a versatilidade do bambu, abaixo na figura 6, exemplo de beleza e plasticidade. Usando a curva parabólica e a natural flexibilidade do bambu, designers criaram uma estrutura leve e agradável, cheia de luz

ambiente onde as pessoas se reúnem. A água da chuva escorre pela superfície externa da membrana sobre os cilindros de retenção cônica e é recolhida em canais na fundação. O projeto foi apresentado no *International Bamboo Building Design Competition* em 2007 ganhando o premio de apreciação. (HENRIKSON, 2007)

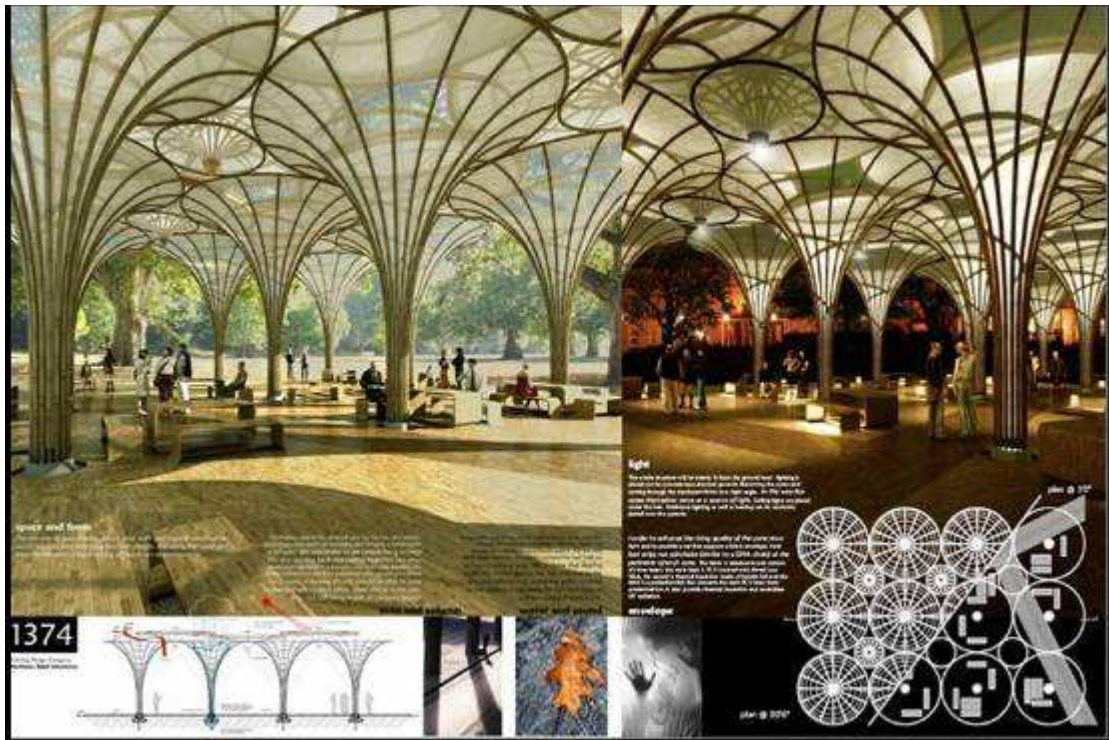


Figura 6 Estruturas de telhado de Marek Kepl & Toma Korec: República Eslovaca
Fonte: Henrikson (2007)

No Brasil, a maioria das espécies de bambus foi trazida pelos portugueses na época da colonização. Os portugueses introduziram a maioria das espécies tropicais exóticas conforme Quadro 8 abaixo:

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
<i>Bambusa vulgaris</i>	Bambu-verde
<i>Bambusa vulgaris variedade wittata</i>	Bambu imperial
<i>Bambusa tuldoides</i>	Bambu comum
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Bambu gigante ou Bambu balde
<i>Dendrocalamus latiflornus</i>	

Quadro 8 Espécies de bambu exóticas mais comuns no Brasil
Fonte: Costa (2004)

As espécies nativas de bambus crescem associadas com a floresta no Brasil conforme Quadro 9 a seguir:

ESPÉCIE NATIVA	REGIÃO
Cambaúba	Centro e Norte de Minas Gerais
Cana-Brava	Minas Gerais, município de Uberaba
Taboca, Cana-Brava-do-Mato, Ubá	Pernambuco
Taquara	Minas Gerais no Triângulo Mineiro e Goiás
Taquaruzú	Amazônia e Mato Grosso do Sul

Quadro 9 Espécies nativas conhecidas
Fonte: Costa (2004)

A Pontifícia Universidade Católica (PUC) do Rio de Janeiro desenvolve pesquisas com o bambu em alguns núcleos de trabalho, orienta pesquisas científicas com materiais que possam ser encontrados em nosso território. Procura incorporar os exemplos bem sucedidos de outras culturas que possam ser adaptados à realidade brasileira. Soluções encontradas na China para casas populares e para pontes de bambu utilizadas por mais de 500 anos e ainda castelos persas, são fonte de inspiração para pesquisas com a utilização do bambu no Brasil (TROLLES, 2001). Invenções como a de Santos Dumont, que construiu 14 aviões em bambu, são consideradas os primórdios da utilização do material no país.

No Brasil constata-se que as construções existentes feitas com painéis de bambu são preenchidas em sua maioria com argamassa de cimento conforme figura 7. Cardoso e Sartori (2006) pesquisaram e aplicaram o bambu nas construções usando o cimento para fabricar painéis pré-moldados. Estes autores acrescentam na argamassa para dar maior leveza e resistência o próprio bambu triturado, raspas de borracha e sisal.

Segundo SEBRAE (2007) cinco protótipos já prontos com essa tecnologia vem sendo utilizados no município de Três Rios no Rio de Janeiro como residência, centro comunitário e oficina de artesanato. Testes estão em andamento para atestar conforto térmico e acústico nas placas pré-moldadas com o intuito de elaboração de projetos para atender basicamente habitações de interesse social, remanejando moradores em áreas de risco. A intenção dos testes será fornecer laudos de laboratórios de universidades possibilitando financiamento da Caixa Econômica Federal para produção em larga escala. O custo é um atrativo marcante no sistema, a economia chega a 40% em relação aos métodos tradicionais, razão pelo qual o projeto se propõe a ser opção em habitações populares.



Figura 7 Armadura de painel de fechamento em bambu.
Fonte: Cardoso (2006)

Pinto (2007) relata iniciativa desenvolvida em Aracaju (SE) que deu um passo significativo para inserir o bambu no rol dos instrumentos palpáveis no caminho do desenvolvimento sustentável. Mais que isso, torna o bambu agente da resolução de um problema sério no país. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o déficit habitacional no Brasil atinge a casa dos seis milhões de unidades, envolvendo uma população de 30 milhões, pessoas que vivem em habitações subnormais ou co-habitam em precárias condições de salubridade e higiene.

A iniciativa faz parte do programa Responsabilidade Social Empresarial (RSE), em Sergipe firmado em junho de 2007, também incluindo a Petrobrás, com o objetivo de levar a termo dois protótipos de habitação popular, projeto do arquiteto Ricardo Nunes. O projeto começou quando o arquiteto elaborou, como objeto de pesquisa acadêmica para dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (NUNES 2005), uma construção experimental para o Centro de Educação Agroflorestral da Petrobrás (CEAF), na cidade sergipana de Carmópolis, a 64 Km da capital. A edificação, com 255 m² de área, utilizou o bambu para elevação de toda a sua estrutura e confecção das paredes. Foi utilizado o *Phylostachys pubescens* (bambu mossô), para a estrutura, utilizando-se a técnica colombiana dos cortes cilíndricos para encaixes e ligações das peças por fixações metálicas, o *Phylostachys áurea* (cana da Índia) para acabamentos e o *Bambusa vulgaris* (taquara ou taboca) para as paredes. A técnica escolhida para a edificação das paredes neste projeto foi a do barrareque ou esterillas de bambu tradicionalmente utilizada em construções de casas na Colômbia e Equador, construídas a partir de painéis pré-moldados de esteiras de bambu,

rebocados com areia e cal. Segundo Nunes, 2005 de acordo com informação fornecida pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil em Sergipe (SINDUSCON/SE), o valor do metro quadrado de construção para habitação popular em julho de 2004 foi de R\$ 416,64, enquanto que o custo da construção do CEAF foi de R\$ 225,54, representando uma redução de 45,88% no custo final da construção. Os métodos adotados para a preservação do bambu neste caso foram a cura pelo fogo e o tratamento por injeção. Essa escolha resultou do fato de serem os métodos menos produtores de efluentes líquidos, sendo, portanto, os menos poluentes. Para o tratamento interno dos colmos, segundo Nunes (2005) foi utilizada a fórmula de Lengen (1997), sulfato de cobre na quantidade de 1kg, ácido bórico, 3 kg, bórax, 5kg, água, 100 litros. No revestimento foi aplicada uma camada de argamassa de regularização da superfície das esteiras dos painéis, preparada a base de cimento, cal e areia na proporção 1:3:6. Nessa argamassa de regularização foi usado o cimento para garantir maior aderência por se tratar de uma camada muito fina. O espaço é usado para cursos e aulas de educação ambiental e capacitação de agricultores inseridos no projeto de agro-floresta, desenvolvido pela Petrobrás naquele município. No mesmo ano, em 2004, foi fundado o Instituto de Desenvolvimento Comunitário Sustentável (INCOMUN), Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) com sede em Aracaju, que institucionalizou a proposta de pesquisar essas técnicas com a construção de casas populares utilizando a mesma técnica da CEAF.

As casas foram edificadas com 47 m² cada, e divide-se, cada uma, em dois quartos, sala, cozinha, banheiro, área de serviço e varanda, conforme figura 8. Localizadas no Parque da Sementeira, em Aracaju, passaram por processo de avaliação técnica de desempenho dos materiais e processos tecnológicos durante o ano de 2008, enquanto são utilizadas pela Empresa Municipal de Serviços Urbanos (EMSURB) em suas atividades administrativas. O projeto demonstra que uma habitação social pode ser construída pela metade do preço de uma construção convencional, apresentando uma tecnologia simples e que pode ser apropriada facilmente por comunidades pobres, a sustentabilidade, nesse caso, não é uma mera peça de marketing, mas uma prática de fato. Fora a redução do custo construtivo pela metade – o que pode cair ainda mais, a depender da escala, o uso do bambu em residências tem outros méritos em relação aos materiais convencionais. Para a produção de dez mil blocos cerâmicos é queimado um caminhão de lenha; com o bambu, ao invés da emissão de CO₂ para a atmosfera, o carbono é seqüestrado pela planta e fixado na construção, reduzindo poluição e o efeito estufa.

O uso do material ainda não foi contemplado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A questão da normalização pela ABNT é uma formalidade institucional necessária para que casas de bambu possam ser financiadas pelas agências oficiais. Mas mesmo sem normalização, elas podem ser legalmente construídas por iniciativa das próprias comunidades, com apoio de governos e ONGs. Os protótipos foram construídos dentro do rigor do método científico onde todos os procedimentos técnicos foram registrados para futuras repetições e é suficiente para a criação de um programa de construção em série.



Figura 8 Casas de bambu rebocadas com cal e areia.
Fonte: INCOMUN (2004)

Com a criação da Rede Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Bambu (REDEBAMBU) o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) apóia projetos de pesquisa e desenvolvimento que buscam a inovação e a difusão de conhecimento ambiental e de tecnologias de utilização dos bambus nos setores da construção

civil, da indústria de móveis e de outros artefatos. O território brasileiro abriga grande diversidade de gêneros e de espécies de bambus, muitos deles não encontrados em nenhuma outra parte, e tem no Acre uma das maiores florestas contínuas de bambu nativo no mundo. Apenas na costa da Bahia, na região da Mata Atlântica, foram encontrados 22 gêneros e 62 espécies de bambus. Essa diversidade está ameaçada de extinção pela ocupação desordenada do espaço, a expansão da lavoura cacaueira e a retirada ilegal de madeira.

O CNPq aprovou propostas para a REDEBAMBU financiadas com recursos de até R\$ 1,8 milhões. Concorreram pesquisadores, professores e especialistas com vínculo empregatício com instituições de ensino superior, centros e institutos de pesquisa e desenvolvimento públicos e privados. Foram criadas dez linhas de pesquisas, a atitude do governo federal de investir em pesquisa de bambu foi um grande incentivo para o desenvolvimento do bambu no Brasil. O desafio é mostrar que o dinheiro investido está sendo bem aplicado e que vale a pena continuar investindo em pesquisa.

Outra prova de novas soluções tecnológicas do bambu no Brasil encontra-se no Centro Cultural Max Feffer em Pardinho, interior de São Paulo, inaugurado em dezembro de 2008 conforme figura 9 abaixo. A obra foi projetada pela arquiteta Leiko Motomura que tem no currículo várias obras sustentáveis. O Centro Cultural é sede do projeto de eco-desenvolvimento da região: Ecopolo Rede de Desenvolvimento Sustentável Municipal, administrado pelo instituto Jatobás. Este centro é considerado o primeiro espaço cultural ambientalmente sustentável do Brasil (VIERNES, 2009). Essa obra é um marco importante no Brasil porque serve de referência para a população carente desmistificar o uso do bambu na construção de suas casas.

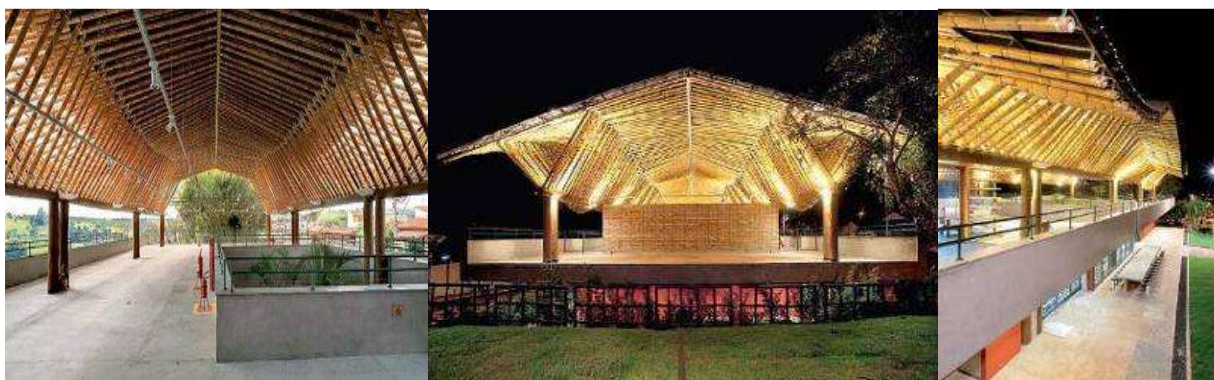


Figura 9 Centro Cultural Max Feffer
Fonte: Motomura (2010)

2.5 O SOLO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

Segundo Santiago (2001) o solo é utilizado na construção civil de duas maneiras, como terra crua ou como terra cozida (terracota), em ambos os casos esses elementos construtivos tem como material básico o solo. Na terra crua o solo não é submetido a processo de transformação pelo fogo. Desse modo construções feitas com terra crua são aquelas em que o solo é utilizado de maneira que adquira consistência sem que haja a queima. Para a terra cozida ou terracota (material cerâmico) é necessário a queima do material o que requer argila-arenosa rica em componentes sílico-aluminosos, que serão transformados com a queima. O solo já é considerado como um dos materiais do futuro devido a redução dos custos com transporte energia e mão de obra, além de ser recomendado para construções alternativas para população de baixa renda. Também começa a ser adotado em todo o mundo para construção de casas de classe média e alta inclusive no Brasil. Na figura 10 abaixo um exemplo de arquitetura contemporânea utilizando a terra com material de construção.



Figura 10 Arquitetura Contemporânea em terra - taipa de pilão
Fonte: Rocha (2009)

Para Dethier (1993), a Arquitetura de Terra implica em uma grande economia de energia: pouco ou nenhum transporte, podendo variar de 5 a 50% dos custos e garantindo a conservação dos equilíbrios ecológicos, o que é uma vantagem importante já que a energia utilizada no setor da construção, nas obras públicas e na habitação, pode representar em um país até 25% do consumo total de energia.

Existem no mundo vários centros de pesquisa que estudam o solo como material de construção, desenvolvendo novas técnicas para o seu emprego. O *Centre International de Recherche et d'Application pour la Construction en Terre*, (CRATerre) da Escola de Arquitetura de Grenoble na França organiza cursos consultorias e publicações diversas sobre o tema como também o Laboratório de geomateriais da *École Nationale des Travaux Publics de l'Etat* (ENTPE), e o Instituto Politécnico de Turim na Itália. No Brasil destaca-se o trabalho do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CEPED) hoje funcionando na UNEB – Universidade do Estado da Bahia que estuda o solo estabilizado com cimento. Hoje existem vários pesquisadores em universidades da Bahia, São Paulo, Santa Catarina, Ceará e Paraíba se dedicando ao estudo deste material inclusive com convênios com o exterior.

A terra crua vem sendo utilizada há vários séculos e vários exemplos persistem até hoje demonstrando seu potencial e sua durabilidade, contudo, como qualquer material alternativo ou convencional, apresenta vantagens e limitações. Torna-se necessário o seu conhecimento para que as vantagens possam ser ressaltadas e as limitações minimizadas (LOPES, 2002). No quadro 10 vantagens e limitações da construção com terra.

VANTAGENS	LIMITAÇÕES
Minoração déficit habitacional em países pobres	Umidade
Baixo custo com o transporte	Ventos
Menor poluição habitacional	Presença de vegetais
Redução gastos de aquecimento em clima frio	Ataque por parte de animais
Revelação de tradição viva para o futuro	Recalque da fundação
Redução com custos de produção	Falta de manutenção
Disponibilidade	Falta de revestimento
Resistência ao fogo	Falta de melhoramentos técnicos
Reutilização ilimitada	Desintegra com a água se não rebocada
Não é poluente	em alguns tipos de terra

Quadro 10 Vantagens e cuidados com a construção de terra.

Fonte: Santiago (2001) e Lopes (2002)

O uso do solo como material de construção é muito antigo, inúmeras construções antigas são testemunhos da história e cultura dos povos. O conhecimento e estudos do solo como material de construção é importante para restauração dessas construções. No continente americano a construção com terra já era utilizada desde épocas antigas principalmente no México, Peru e sudoeste dos Estados Unidos, devido ao clima quente e seco, mais propício a este tipo de construção. As civilizações incas e astecas já faziam uso da terra como material de construção, mesmo antes da chegada dos colonizadores (LOPES, 2002)

A construção com terra foi trazida para o Brasil pelos portugueses, antes da chegada destes os índios não usavam a terra para construir. Seus abrigos eram estruturas de paus roliços e vedação de palha e folhagens. Muitas edificações do nosso patrimônio histórico foram executadas com a técnica de construção com terra até meados do século passado conforme mostra a figura 11, sendo que algumas perduram até hoje com excelente estado de conservação.



Figura 11 Casarão da Fazenda Bálsamo – Atual Museu José Antônio Pereira
Fonte: Pereira (1999)

Os africanos trazidos como escravos para o Brasil também contribuíram para a disseminação da construção com terra, pois trouxeram de seus países de origem o uso dessa técnica.

Com o desenvolvimento de novos materiais e novas tecnologias construtivas, as técnicas tradicionais como as de arquitetura de terra crua foram esquecidas. Mas deve-se ter em mente que além de se investir no futuro, em novas tecnologias, deve-se resgatar as técnicas tradicionais, aproveitando as experiências comprovadas pelo uso e senso comum da população. Ou seja, é importante resgatar as técnicas tradicionais usadas empiricamente e melhorá-las, modernizando-as através de novas tecnologias adquiridas com o conhecimento científico (LOPES, 2002).

Nas universidades pouco se ensina sobre a construção com terra, ficando este assunto resumido as aulas de História da Arquitetura. Na sua formação o profissional ligado à construção sai da universidade com a idéia de que as técnicas construtivas tradicionais são símbolo de precariedade, primitivismo, subdesenvolvimento, pobreza crônica.

Iglesias (1993) aponta que o maior desafio para o uso das construções com terra é subjetivo. Trata-se de preconceito generalizado que associam às obras de prestígio as técnicas

mais modernas e considera a arquitetura de terra como precária e símbolo de baixo status social.

Morita (2010) estudou a busca pela inclusão social e econômica de tecnologias sustentáveis em terra em programas habitacionais em um assentamento rural em Itapeva, São Paulo. Ela concluiu em seu trabalho que a casa de alvenaria convencional fazia parte do sonho dos entrevistados, percebendo que isto se relaciona à depreciação das tradições e costumes rurais mais rústicos, em virtude da inserção no universo da sofisticação urbana (a “novidade”), as quais as famílias queriam pertencer. A dificuldade de se realizar transformações mais amplas na sociedade atual, em parte deriva do fato de que esta busca implica lidar com universos distintos de representação simbólica do mundo, plenamente configurados pela sociedade de massas.

Segundo Pinto (1993) é necessário recuperar as técnicas tradicionais, analisá-las, quantificá-las, sistematizá-las, testá-las em laboratório e aperfeiçoá-las. No fundo, reabilitá-las, restitui-lhes o crédito. Para isso precisa-se promover sua reaceitação por parte da população, já que a rejeição a que a terra vem sendo sujeita não tem sentido. Fundamentalmente é um produto das idéias de antigo e pobre. Será necessário associar à terra idéias verdadeiras e inovadoras como conforto, economia de energia, longevidade e ecologia. Para tanto é fundamental a participação da universidade e dos técnicos formados por ela.

Segundo Villaça (2010) o uso da terra como material de construção já está comprovado quanto à sua durabilidade, conforto térmico e higroscópico através das inúmeras construções do legado das muitas sociedades em diferentes períodos e locais da história da humanidade. Não se trata agora de enaltecer as vantagens, pois elas já são conhecidas. A terra como material de construção não substituirá o consumo dos materiais convencionais, mas ressurgem como mais uma possibilidade para arquitetos e planejadores, quando se pensa em atender aos quesitos de sustentabilidade na construção, especialmente em locais onde o acesso aos materiais industrializados é difícil. Sua aplicação deve passar por controle de qualidade. O obstáculo quanto ao uso da terra como material de construção é o da inserção como material tão confiável quanto qualquer outro, desde que utilizado em conformidade com as técnicas e respeitando as limitações conhecidas. As construções com terra podem ser certificadas quanto a sua qualidade, através de pessoal capacitado, durante testes no processo construtivo, ou ainda por testes não destrutivos ao longo de sua vida útil. O preconceito que existe quanto a este material se deve ao fato da terra enquanto material de construção estar relacionada à miséria, doenças e falta de saneamento. Este preconceito deve ser derrubado através da ampla

divulgação da informação técnico-científica a respeito. Não existem estudos, que afirmem, por exemplo, que a proliferação do barbeiro ocorre em casas de terra. O que existe é a sua proliferação em locais onde falta saneamento, e como consequência de casas onde não há a manutenção adequada de seus elementos construtivos.

Para utilização da terra na construção sustentável é necessário o estudo dos solos, para verificação da possibilidade do uso do solo disponível. O estudo do material, inclusive dosagens e identificação de parâmetros é necessário para assegurar sua qualidade e atender às solicitações de uso. Como nem toda terra é adequada para seu uso como material de construção, o homem aprendeu a melhorar suas características, através da estabilização, e a empregar técnicas construtivas em função do tipo de terra disponível na região. A melhoria das características da terra pode ser efetivada por modificação da sua granulometria, com a mistura de outro tipo de terra, ou com a adição de materiais ditos estabilizadores, tais com a palha, o asfalto, a cal e o cimento, entre outros, sendo que cada estabilizador tem uma função específica. A estabilização da terra não é um procedimento recente: a adição de asfalto natural ou palha na produção de adobes, para diminuir a permeabilidade ou reduzir a retração, são práticas milenares e atualmente podem ser classificadas como estabilização granulométrica, por cimentação, por armação, por impermeabilização e por tratamento químico (NEVES et al, 2005).

A mecânica dos solos adotada no Brasil tem, na origem do seu desenvolvimento, estudos efetuados em países de clima frio e temperados, sendo a gênese dos solos completamente diferente daquela existente no país, que possui características de clima tropical. (VILLIBOR E NOGAMI, 2009). Ao longo dos diversos anos de desenvolvimento dos estudos de comportamento de solos no País, diversos técnicos depararam-se com inconsistências entre os modelos adotados e o comportamento real desses solos em obras de construção de estradas, de barragens e de estabilidade de taludes (COSTA, 1988).

Ocorreram então diversas ações tomadas pelos especialistas para fazer frente a esse problema, sendo as principais delas a adoção de novos limites das especificações e a criação de novas metodologias de ensaios e / ou classificação de solos. Até o final da década de setenta, a única sistemática disponível no Brasil para o estudo geotécnico de materiais utilizados em obras de terra, consistia no uso dos resultados de ensaios tradicionais de laboratório: Granulometria por peneiramento, Limites de Consistência Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP)] e CBR (Índice de suporte e Expansão). A partir dos valores de LL e LP, e obtido o Índice de Plasticidade: $IP = (LL - LP)$, estabelecendo-se

parâmetros em função da utilização a ser dada para os materiais (VILLIBOR E NOGAMI, 2009). A adoção da sistemática tradicional apresenta vários problemas, entre os quais se destacam:

a) dificuldades na determinação do comportamento geotécnico laterítico dos Solos Finos Lateríticos;

b) dificuldades inerentes a metodologia dos ensaios tradicionais, que apresentam baixa repetibilidade e reprodutibilidade (repetibilidade – mesmo operador efetuando o ensaio; reprodutibilidade – operadores diferentes fazendo o mesmo ensaio);

c) deficiências na previsão de importantes problemas, construtivos e de comportamento, na construção de pavimentos, barragens e outras obras de terra.

Apesar disso, até hoje a referida sistemática é adotada em especificações para o estudo de solos lateríticos. Esse fato justificou uma análise minuciosa de diversos técnicos especialistas nos estudos de solos, dos problemas e deficiências inerentes a sua utilização. Esta análise é imprescindível, também, para o entendimento da evolução da tecnologia e das vantagens da utilização da Sistemática MCT, ainda pouco conhecida no meio técnico nacional.

Existe uma grande dificuldade no meio geotécnico internacional na caracterização do que significa Laterita e Solo Laterítico. O termo Laterita foi designado por Buchanan em 1807 na Índia, de uma palavra Latina que significa “tijolo”. Solos sob essa classificação caracterizam-se por formar placas duras, impenetráveis e muitas vezes irreversíveis quando secos. Cientificamente segundo Villibor e Nogami (2009) os solos são considerados lateríticos se apresentarem uma série de peculiaridades, tais como:

a) resultarem de um processo pedológico inerente aos perfis de solos bem drenados, desenvolvidos em climas quentes e úmidos;

b) permanência da caolinita como argilo-mineral exclusivo, ou predominante, e fração argila caracterizada pela riqueza em óxidos hidratados de ferro e/ou alumínio;

c) associadas a essa constituição química e mineralógica, os solos apresentam, ainda, macroestrutura e microestrutura porosas características, sobretudo, em sua parte argilosa;

d) morfologia peculiar dos perfis naturais, caracterizada pela grande espessura do horizonte pedológico, camadas (horizontalizadas) constituintes pouco nítidas, cores típicas, macro-fábrica aglomerada;

e) aumento da capacidade de suporte com ciclos de molhagem e secagem, das partes não afetadas pelas trincas; esse aumento é irreversível, isto é, uma vez seco, o solo laterítico aumenta permanentemente de suporte, mesmo com o aumento do teor de umidade;

f) tendo em vista que a mecânica dos solos tradicional foi desenvolvida basicamente em países de clima frio e temperado, existem fortes discrepâncias nas inferências acerca das propriedades esperadas dos materiais em função das classificações definidas nesses países as principais - classificação *Highway Research Board (HRB) / Transport Research Board (TRB)* e classificação do Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS) e o comportamento verificado em campo dos solos existentes nos países tropicais (COSTA, 1988).

Para um melhor entendimento da pesquisa, apresentam-se as conceituações abaixo, segundo Villibor e Nogami (2009):

Solo: material natural não consolidado, isto é, constituído de grãos separáveis por processos mecânicos e hidráulicos relativamente suaves, como dispersão em água com uso de aparelho dispersor de laboratório, que pode ser escavado com equipamentos comuns de terraplanagem.

Solo Tropical: aquele que apresenta peculiaridades de propriedades e de comportamento relativamente aos solos não tropicais, em decorrência da atuação de processos geológicos e/ou pedológicos típicos das regiões tropicais úmidas (*COMMITTEE ON TROPICAL SOILS OF ISSMFE*, 1985). Entre eles, destacam-se duas grandes classes: os solos lateríticos e os solos saprofíticos.

Solo Laterítico: será considerado como significando solo de comportamento geotécnico laterítico, a não ser que seja, especificamente, observado o contrário. Conseqüentemente, e caracterizado por possuir uma série de propriedades que levam a classificá-lo como solo de comportamento laterítico, segundo a Classificação MCT. Pedologicamente, o solo laterítico é uma variedade de solo do horizonte superficial laterítico, típico das partes bem drenadas das regiões tropicais úmidas.

Solo Saprofítico: aquele que resulta da decomposição e/ou desagregação "in situ" da rocha (considerada material consolidado da crosta terrestre), mantendo, ainda, de maneira nítida, a estrutura (ou fábrica) da rocha que lhe deu origem (*COMMITTEE ON TROPICAL SOILS OF ISSMFE*, 1985). E, portanto, um solo genuinamente residual, razão pela qual é freqüentemente designado residual ou, mais especificamente, solo residual jovem. As

camadas que os solos saprolíticos constituem em suas condições naturais são designadas horizonte saprolítico. Geralmente apresenta comportamento não laterítico.

Outra característica importante dos solos lateríticos é a sua fácil estabilização química com cal ou cimento, que facilita sobremaneira o seu uso como material de construção.

Estabilização com Cal - a estabilização com Cal é conseguida com óxido de cálcio (CAL virgem) ou hidróxido de cálcio (cal apagada). O mecanismo de estabilização da CAL é semelhante ao cimento. A cal adquire sílica ou outros pozolanas do solo para formar um gel de SCH. A Cal reduz o índice de plasticidade do solo, substituindo cátions incômodos, como o sódio pelo cálcio. Ao mesmo tempo a coagulação ocorre e as partículas mais grosseiras da cal absorvem uma boa dose de água livre, resultando na desidratação. Tratamento de Cal de 3 a 8% em peso de solo seco são típicas para a melhoria dos solos.

Estabilização com Cimento - dependendo do tipo de solo 3% a 10% de cimento em massa de solo seco é misturado com o solo para fazer com que haja o endurecimento em uma massa compacta, que não irá amolecer na presença de água. A estabilização é baseada na hidratação do cimento. Os principais produtos da hidratação são os silicatos de cálcio hidratados (SCH) e cal hidratada $Ca(OH)_2$. A reação do solo com o cimento inclui a substituição do Ca^{++} , absorção do $Ca(OH)_2$ por partículas e cimentação no contato inter-partícula pelo gel de SCH. Quando os argilo minerais estão presentes em mais de cerca de 30% da massa é mais difícil de conseguir a estabilização econômica pelo uso do cimento devido a grande dificuldade em pulverizar e a mistura. Conforme anteriormente citado, os solos lateríticos apresentam uma baixa quantidade de argilo minerais.

A Classificação MCT foi apresentada em 1981 por Villibor e Nogami no Simpósio de Solos Tropicais em Engenharia na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Algumas alterações substanciais foram apresentadas no Primeiro Congresso Internacional de Geomecânica Sobre Solos Tropicais Laterítico e Saprolíticos em 1985 na cidade de Brasília e a maior delas, realizada em 1998, refere-se à introdução, no ensaio ME 228/94, (DNER, 1994) de uma nova conceituação do coeficiente c' , conforme apresentado na 32ª Reunião Anual de Pavimentação (Rap), em outubro de 2000. (VILLIBOR E NOGAMI, 2009)

Os Ensaio Classificatórios, desenvolvidos são:

- a) Compactação Mini-MCV (*Mixture Condition Value*) - norma ME 228/94 (DNER, 1997), que fornece os coeficientes c' e d' ; e,
- b) Perda de Massa por Imersão - norma ME 256/97 (DNER, 1997), que fornece o P_i .

O coeficiente c' correlaciona-se aproximadamente com a granulometria. Assim, um c' elevado (acima de 1,5) caracteriza as argilas e solos argilosos, enquanto que valores baixos (abaixo de 1,0) caracterizam as areias e os siltes não plásticos ou pouco coesivos. Entretanto, entre 1,0 e 1,5, encontram-se solos de vários tipos granulométricos, compreendendo areias siltosas, areias argilosas, argilas arenosas, argilas siltosas, etc.

Com os valores de P_i e d' obtêm-se o índice e' pela expressão:

$$e' = \sqrt[3]{(P_i/100) + (20/d')}$$

Onde:

e' = Índice de laterização.

O Gráfico da Classificação de Solos MCT, é determinado a partir dos valores de c' e e' (conforme o gráfico apresentado na figura 12 abaixo).

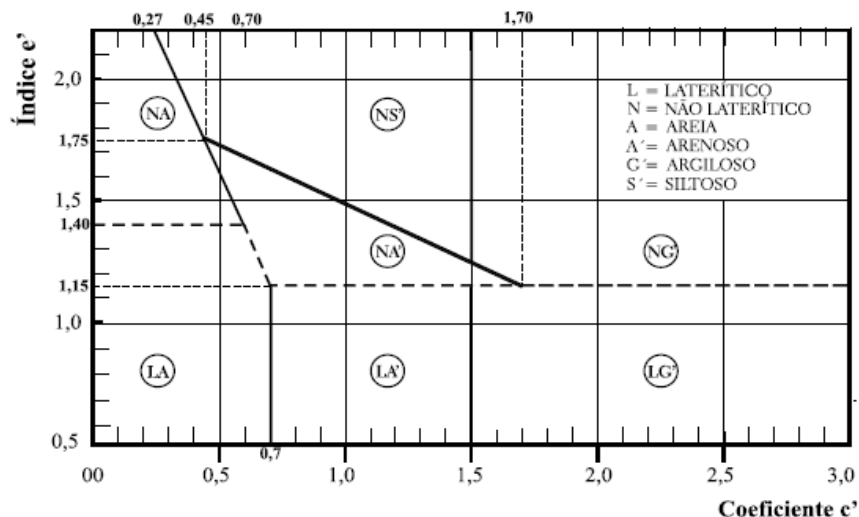


Figura 12 Gráfico da Classificação de Solos MCT
Fonte: (VILLIBOR E NOGAMI, 2009)

Fortes e Nogami (1991) apresentaram uma proposta para o procedimento de ensaio e identificação dos grupos MCT, que corresponde a uma série de determinações rápidas e simples, baseadas em indicações empíricas e determinações qualitativas. Utilizando aparelhagem simples, ela pode ser executada no campo, identificando-se com um baixo custo os solos de comportamento laterítico e não laterítico, conforme grupos de classificação MCT.

Villibor e Nogami (1994) apresentaram simplificações do método, conseguindo obter a identificação dos grupos MCT através de um gráfico do valor da contração diametral versus penetração. Assim o método baseia-se em determinações efetuadas em pastilhas que são moldadas em anéis e secadas. Verifica-se a contração diametral, e as pastilhas são submetidas a reabsorção de água quando se observa o surgimento de trincas, expansão e resistência a penetração de uma agulha padrão.

2.6 CONSTRUÇÕES DE TAIPA

No interior do Nordeste, construir moradias com taipa, utilizando a terra como material de construção, faz parte da cultura popular, que foi trazida para o Brasil pelos portugueses. Milanez (1958 apud Lopes 2002) cita que as casas construídas com terra parecem se originar também dos costumes africanos e que, ainda hoje, a terra é largamente utilizada na África, destacando que em Guiné, descendentes dos negros que vieram para o Brasil ainda constroem suas casa de taipa, com enchimento de lama e cobertura de palha.

Esta técnica se difundiu pelo território nacional, por ser uma técnica fácil de ser assimilada e empregada nas construções, como também pela facilidade de se obter os recursos no local da obra: terra e madeira. Porém essa técnica tradicional de construir foi se perdendo com a industrialização, e hoje está ligada a insalubridade e a pobreza. Além disso, existem milhões de moradias impróprias ou precárias no Nordeste por falta de programas de financiamento, em regiões onde não existe renda suficiente para o investimento, conforme foto da autora tirada em Boa Vista do Tupim, 2009, Bahia conforme figura 13 a seguir.

A técnica do pau-a-pique, denominada de técnica mista por Neves (2005), também é conhecida no Brasil como taipa-de-sopapo, taipa de mão, pau-a-pique, barro armado, ou simplesmente taipa. Essa técnica consiste em executar um entramado de madeira e depois jogar o barro a sopapo. Apresenta como vantagens o emprego de materiais retirados próximos do local da construção, mão-de-obra que pode ser em forma de mutirão, bom isolamento

térmico e rapidez de execução. Esta técnica apresenta como fatores limitantes a possibilidade de vir a se desintegrar com água, alojar o barbeiro e outros insetos caso ela não seja rebocada.



Figura 13 Casa de Taipa - Boa Vista do Tupim – BA

A figura 14 apresenta uma construção em Angola com vedação rebocada, acabamento este que possibilita maior salubridade e melhor acabamento na moradia. A figura 15 apresenta uma construção no Brasil com vedação sem acabamento, o que dá um aspecto de precariedade a edificação. Na figura 16, vê-se a vedação externa de construção de pau-a-pique que não recebeu acabamento com reboco e seu mau estado de conservação e insalubridade, mostrando como é imprescindível o uso do reboco para a taipa mesmo quando o entramado é feito de bambu, evitando assim espaços para o alojamento de insetos como o barbeiro. Em função desse tipo de deterioração existe um grande preconceito na população de baixa renda em relação a esses materiais e técnicas alternativas.



Figura 14 Casa de taipa rebocada em Angola
Fonte: Soares (2009)



Figura 15 Casa de taipa sem reboco - Brasil
Fonte: Patrick (2005)



Figura 16 Taipa sem reboco no interior do Nordeste - Brasil
Fonte: Gianella (2007)

Por outro lado o governo federal investe no Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social – PSH. São inúmeros os municípios que estão utilizando o recurso com o objetivo de substituir as casas de taipa e erradicar o barbeiro. Entretanto, apesar de louvar-se o trabalho das prefeituras que através desse programa proporcionam casas mais digna às suas populações, pode-se observar um erro no enfoque da questão. Eliminar as precárias edificações em pau-a-pique é uma ação fácil e proporciona enorme visibilidade. Pensa-se que se está atuando corretamente, pois essa escolha é justificada pela durabilidade do bloco, porém financiar o revestimento e recuperação das casas de terra pode ser mais eficiente e mais barato. Faz-se necessário a eficaz educação e controle sanitário. Não é a técnica construtiva em taipa de mão (aquela que feita em sua integra proporcionará abrigo seguro), ou o material terra utilizado na edificação que implicam na infestação e instalação dos triatomíneos. São as frestas e a alimentação disponíveis que desencadeiam a doença, independentemente do material e técnicas construtivas utilizadas (ORTIZ, 2009).

Segundo Villaça (2010), no Brasil parece existir um enquadramento quanto à adoção de sistema construtivo baseado no uso do concreto. A visão holística dos modos de construir foi sendo abandonada. No que tange as ações administrativas, os processos de arquitetura e engenharia públicas, onde o governo intermedia e contrata profissionais habilitados para coordenar e conduzir as construções de autogestão para famílias com renda mensal de até três salários mínimos, vem ao encontro das necessidades das famílias menos favorecidas, potenciais consumidoras de construção à base de terra.

O grande trunfo que a construção com terra tem a seu favor é o uso intensivo de mão-de-obra, ou seja, seu principal insumo, enquanto na cadeia da construção civil, o principal insumo é o material. Isto reverte à equação da construção civil convencional, desde que se consiga provar que é possível construir com qualidade sem depender de material industrializado. Soluções adotadas no passado podem ser aprimoradas com o conhecimento científico atual e aplicadas como solução sustentável, com adequação à normativa vigente.

Segundo Tinoco (2007) as taipas de mão e de pilão são técnicas herdadas dos colonizadores, escravos e imigrantes e ainda são empregadas, nas suas variações, em diversas regiões brasileiras com os seguintes destaques:

a) a terra crua regula a umidade ambiental, sendo que o barro possui a capacidade de absorver e perder mais rapidamente a umidade quando comparado aos demais materiais de construção;

b) a terra armazena calor, assim como a pedra, o barro armazena o calor durante sua exposição aos raios solares e perde-o lentamente quando a temperatura externa estiver baixa;

c) as construções com terra economizam muita energia e praticamente não contaminam o ambiente, pois para prepará-las necessita-se de 1 a 2% da energia despendida com uma construção similar com concreto armado ou tijolos cozidos;

d) o processo é totalmente reciclável: as construções com solo podem ser demolidas e reaproveitadas múltiplas vezes. Basta fragmentar e voltar ao processo de preparo da massa de terra.

Ainda segundo Tinoco (2007) “a taipa é um material apaixonante. Tem uma nobreza histórica”. As casas e igrejas coloniais brasileiras foram feitas de taipa de pilão, ainda hoje na Alemanha encontram-se casas em taipa construídas no século 13.

A técnica vem sendo conservada pela tradição oral, mantendo seu conhecimento no meio rural, com perdas de suas características, qualidades e possibilidades futuras. O preconceito alimentado pelas políticas de erradicação, somado à industrialização da construção civil determinou o declínio deste tradicional processo de construção, que foi definitivamente atingido pela má escolha dos materiais, e no progressivo abandono e esquecimento das práticas de sua feitura. Com ela morrem também outras técnicas associadas como a fundição manual. Embora seja uma técnica que resiste até a terremotos, Segundo Tinoco (2007):

A taipa resiste pelos que nela vivem e não possuem outras escolhas. Se escolha tivessem, certamente ela já teria desaparecido. Apenas em alguns casos a taipa é percebida como a escolha ideal. Como os índios e negros de antigamente ela se refugia nos grotões, resiste e se preserva no meio da caatinga brava e teimosa enquanto arquitetura do possível com seus belos detalhes construtivos.

Na figura 17 maneira como a taipa é executada comumente no interior do Nordeste.

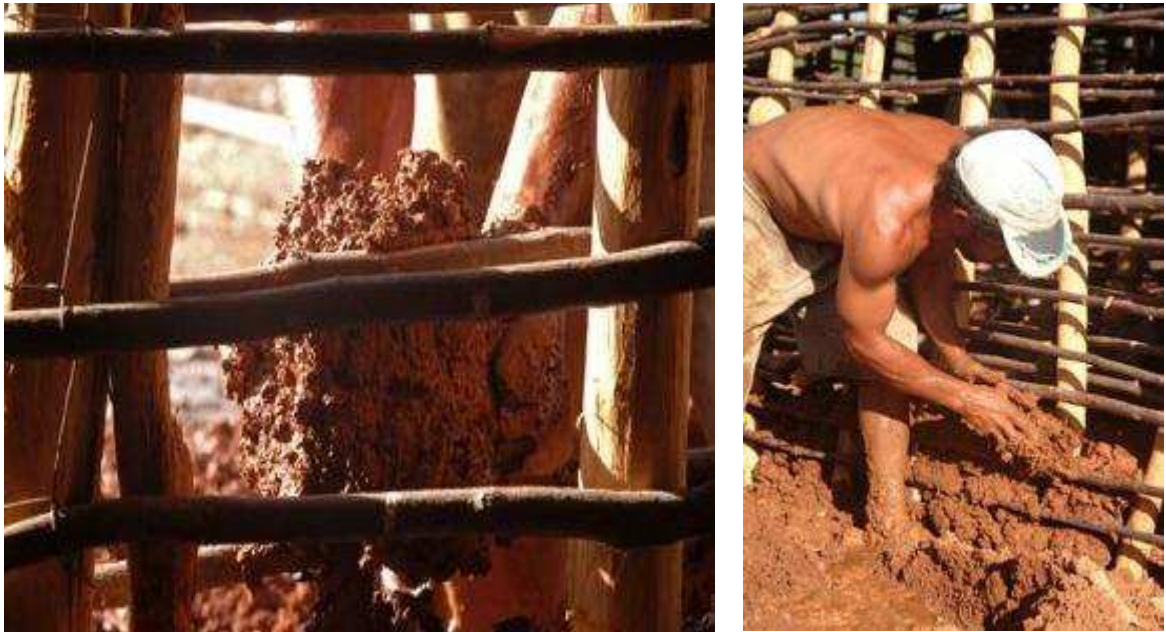


Figura 17 Aplicação no entramado e enchimento das paredes
Fonte: Tinoco (2007)

Hoje a taipa de pau-a-pique, técnica construtiva das mais antigas da nossa cultura, vem sendo preservada pela tradição oral da população pobre do Brasil que é mais da metade do nosso povo, mas é desconhecida das classes sociais mais altas. Existe poucos estudos sobre essa técnica em nossas universidades. Na figura 18 são apresentados exemplos de edificações com taipa.



Figura 18 Casa com ampliação em taipa comparada a casario em taipa de pilão, Centro Histórico de Santana de Parnaíba (SP).
Fonte: Casario (2009)

Hoje já existe alguma evolução na forma de construir com pau-a-pique. As madeiras deixaram de ser fixadas no solo, pelo fato de apodrecerem rapidamente, suas amarrações

passaram ser feitas com outros materiais como fibra vegetal e arame galvanizado. Mais recentemente, no Chile, têm surgido construções utilizando uma variação desta técnica, que é chamada de quinha metálica ou tecnobarro, onde a madeira da "gaiola" é substituída por malha de ferro, preenchida com barro através de equipamento apropriado (ARIAS, CORTES, 2007).

Segundo Van Lengen (2004) ao construir paredes de pau a pique ou taipa é recomendável que as fundações subam 30 cm acima do solo, podendo ser de pedra ou tijolos e se possível impermeabilizadas, com isso o bambu ou madeira ficam protegidos da umidade, conforme mostrado na figura 19. Também é importante que as juntas das fundações com as paredes e das paredes com as janelas e com as portas sejam impermeabilizadas e ajustadas por encaixes para dificultar a passagem da água. As esquinas e coroamentos devem ser reforçados com bambu.

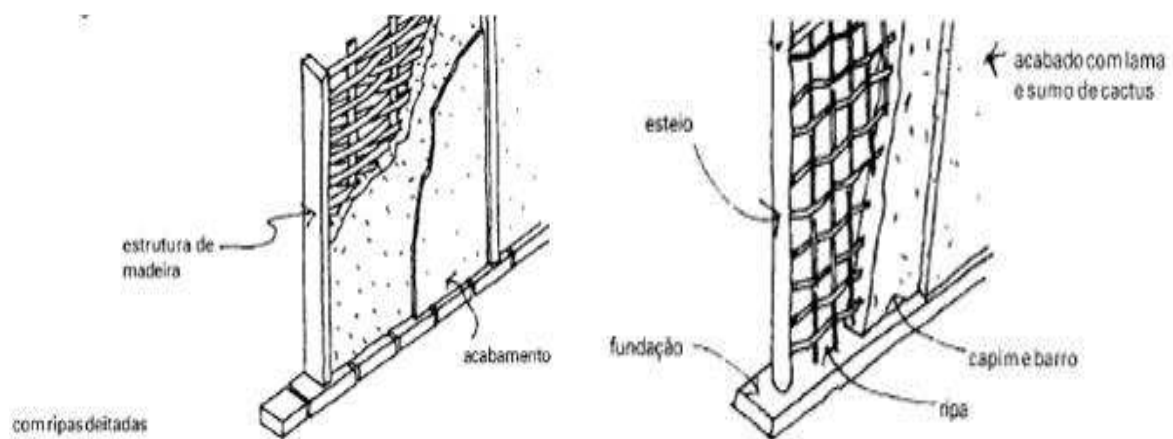


Figura 19 Paredes em taipa
Fonte: Van Lengen (2004)

Pisani (2007) descreveu a técnica construtiva da taipa de mão usada na arquitetura colonial brasileira. As paredes de taipa de mão (que dependendo da região e da época também recebiam o nome de taipa de sebe; pau a pique; barro armado; taipa de pescoção e taponá e sopapo) foram muito empregadas em todo o Brasil desde o início da colonização. As paredes de taipa de mão do período colonial, quase sempre fazem parte de uma estrutura de madeira bastante rígida, formada por esteios, vigas baldrames, frechais e vergas superiores e inferiores. Serve como vedação de uma estrutura independente ou como paredes internas de edificações com paredes externas de taipa de pilão. A estrutura de madeira é montada com esteios, com secção normalmente quadrada, de palmo de lado, enterrada no solo a

profundidades variáveis, com um tipo de fundação formada pela continuidade do tronco em que era cortado o esteio, denominada de nabo, mostrada na figura 20. Para evitar o ataque de animais xilófagos o nabo era crestado a fogo. No nível do piso, esses esteios fincados no solo recebiam encaixes para as colocações de vigas baldrames mais altas que o solo para evitar a penetração da água, sendo a madeira um material muito perecível com a variação da umidade. Sobre as vigas se apoiavam os barrotes de sustentação dos assoalhados, que era o piso mais empregado nesse sistema construtivo.

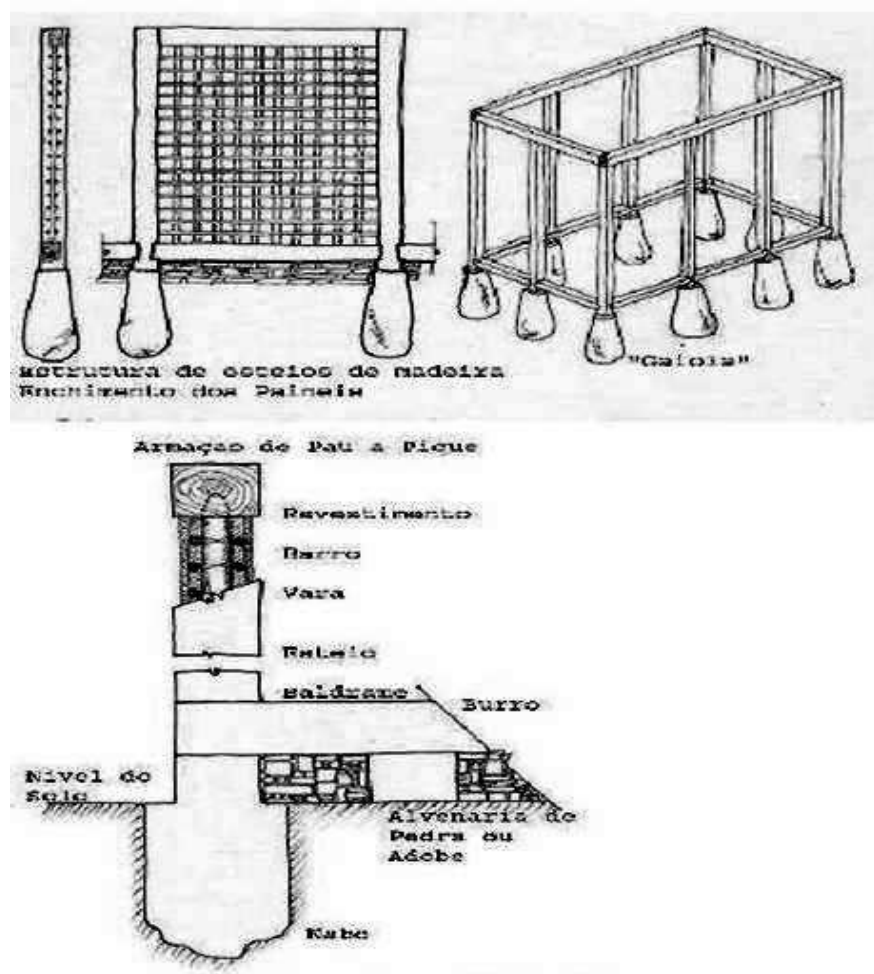


Figura 20 Estrutura de madeira para a execução da taipa de mão detalhe da taipa de mão
Fonte: Adaptado de Vasconcellos (1961 apud Pisani, 2007)

Montada essa trama, a aparência é de uma gaiola, com vãos quadriláteros de 5 a 20 centímetros de lado. Após a amarração da trama, mostrado na figura 21, a terra previamente escolhida é transportada até um terreiro onde é preparada a massa ou "barro", que deve ter uma plasticidade maior que a da massa utilizada na taipa de pilão para poder ser manuseada.

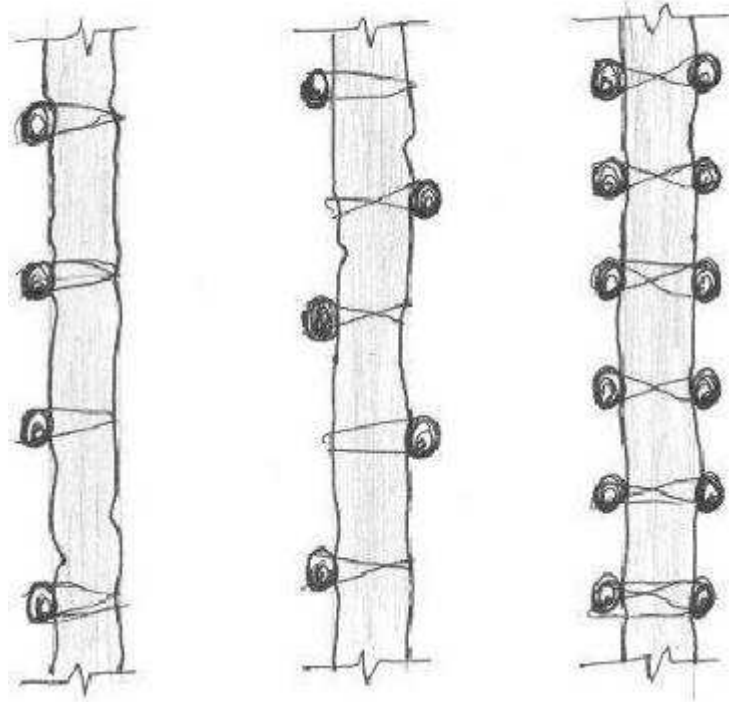


Figura 21 Detalhe do tipo de colocação das varas. A: varas de um lado – B: varas alternadas dos dois lados – C: varas paralelas dos dois lados

Fonte: Adaptado de Vasconcellos (1961 apud Pisani, 2007)

Dois trabalhadores taapeiros se colocam em lados opostos da trama e com as mãos pegam uma quantidade de barro que concomitantemente é prensado energicamente contra a trama. O barro pode ser prensado também com as mãos, de apenas um dos lados, por apenas um taapeiro, mas o preenchimento dos vãos é menos eficiente. Dessa fase executiva surgem os nomes como taipa de mão, taponá, pescoção ou sopapo.

O tempo de secagem de uma parede, com 15 a 20 centímetros de espessura, é de aproximadamente um mês, para então poder receber revestimentos. As paredes de taipa de mão são empregadas interna ou externamente, com predominância de utilização em divisórias internas, devido a sua leveza, menor espessura e menor tempo de execução, se comparada com a taipa de pilão.

Atualmente, as taipas de mão são basicamente empregadas nas zonas rurais em construções rústicas ou como técnica alternativa nas edificações das classes de baixo poder aquisitivo. Ainda é encontrada praticamente em todos os estados brasileiros, mas a técnica é muito rudimentar e normalmente não possui as características de estabilidade, durabilidade e

conforto tal como a das elaboradas no período colonial, acima descritas. A utilização da terra como matéria-prima existe há mais de cinco mil anos e apresenta tendências diferentes, que dependem das condicionantes econômicas e históricas do local. Devido ao baixo impacto ambiental provocado por esse material, por ser abundante e de fácil obtenção começa a ser utilizada na construção de casas de uma pequena parcela de pessoas preocupadas com o meio ambiente.

2.7 CONSTRUÇÕES DE TAIPA DE BAMBU

Hoje, na Colômbia, o bambu *Guadua angustifolia* é muito utilizado inclusive com o uso da terra nas construções. Na figura 22, pode-se observar uma casa construída com terra e bambu da espécie *Guadua* em zona rural da Colômbia, suas paredes são entramadas com “latas de Guadua” e rebocadas com terra, ou seja, o bambu é aberto para formar uma superfície plana, para depois ser preenchido com a terra.



Figura 22 Casa de barro e bambu em zona rural na Colômbia.
Fonte: Stamm (2007)

A utilização de materiais alternativos vem se tornando freqüente em construções, dada a sua boa aceitação, menores custos e facilidades de uso. Existe uma grande variedade de produtos desta natureza sendo testados, como os mostrados na figura 23.

No Brasil a pouca utilização do bambu tem motivos históricos e culturais, pois apesar de ter em abundância a madeira, inicialmente seguiu-se a tradição dos seus colonizadores, que construía basicamente com terra e pedras, principalmente na região Nordeste, ficando o seu uso mais restrito ao interior, onde os índios construía o pau-a-pique. Posteriormente foi usado em cúpulas e estruturas das igrejas e casarões do período colonial.



Figura 23 Casa com estrutura em bambu e preenchimento em terra
Fonte: Riccio (2009)

No Brasil, o bambu já começa a ser utilizado como material diferenciado em decoração de interiores e mesmo na construção de casas de luxo. Com isso, vislumbra-se uma melhor aceitação do produto e conseqüentemente o desenvolvimento do mercado, necessitando assim de maior diversidade e estudos científicos sobre o tema.

Um exemplo de iniciativas de construções com bambu e terra está localizado no condomínio AlphaVille Burle Marx, em São Paulo, Trata-se do Centro de Educação e Sustentabilidade (CES) construído em 2008, que apresenta uma área construída de 288 m² conforme mostra a figura 24. A iniciativa foi fruto da parceria entre a Fundação Alphaville e Urbanismo, a prefeitura de Santana do Parnaíba e o Centro de Referências e Integração em Sustentabilidade (CRIS), que integrou uma equipe multidisciplinar nas áreas de bioconstrução, manejo de água e energia renovável em uma recente iniciativa de construção sustentável.



Figura 24 Centro de Educação e Sustentabilidade - CES – Alphaville, São Paulo
Fonte: Nogueira (2009)

Antes e durante toda a implantação foram oferecidas oficinas sobre técnicas sustentáveis que contou com o apoio do Global *Ecovillage Educators for a Sustainable Earth* (GAIA EDUCATION) para esse trabalho. O GAIA foi criado pelos profissionais do *Findhorn Ecovillage* que está ligado à Organização das Nações Unidas (ONU). Para realizar esta bioconstrução foi necessária uma avaliação do entorno e construção, escolhendo-se materiais de acordo com as características climáticas do local. Essa análise possibilitou a escolha de materiais como o bambu, a terra, pedras e madeiras, além dos vários tipos de resíduos, como serragem, palha de arroz, lascas de madeira, ou ainda garrafas, vidros e outros. Considerar a cultura do lugar e o perfil da mão-de-obra existente é fundamental para gerar renda e construir edificações mais sustentáveis.

Na construção do CES foram utilizadas três espécies de bambu: o Bambu *Giganteus* (Gigante), cujas peças de 12 m de comprimento dão sustentação para o telhado inteiro; o Bambu *Phyllostachys pubescen*, utilizado nas triangulações espaciais e os Bambus *Phyllostachys áurea* chamado de Bambu-Mirim, utilizados em outras estruturas. A construção com bambu no neste Centro foi realizada por Roberto Harris e sua equipe conforme mostrado na figura 25.



Figura 25 Paredes em bambu sendo executadas no CES
Fonte: Nogueira (2009)

Os painéis de paredes mostradas na figura 26 foram feitos de terra e bambu pelos arquitetos Fernando Cesar Negrini Minto membro pesquisador da Rede Ibero-americana Pro-terra, sócio fundador do ABCterra e pesquisador do grupo de estudos 'Culturas Construtivas',

Universidade de São Paulo (USP) e Thomas Alexander Burtscher, arquiteto, com mestrado em arquitetura sustentável pela Universidade de Genebra.

Segundo Nogueira (2009) a Bioconstrução representa uma quebra de paradigma em relação aos modelos lineares de construção. Optar por esse novo modelo, mais holístico e sistêmico, requer uma mudança nos hábitos de consumo e na visão de mundo da sociedade. Exatamente por integrar homem e natureza é que a bioconstrução significa uma solução sustentável para implantação de moradias mais saudáveis e de baixo impacto.



Figura 26 Pisando o barro e barreando os painéis
Fonte: Nogueira (2009)

Segundo Ino et al (2009) pesquisadores de São Paulo, estudando sobre os diversos tipos de fechamentos de casas populares, elaboraram quadro comparativo, em que seriam listadas as alternativas existentes para vedação e comparado com diversas variáveis de acordo com o tempo de execução, custos e princípios da sustentabilidade, no assentamento rural Sepé - Tiaraju, no município de Serra Azul em SP onde vivem em condições precárias, 77 famílias do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST). Em 2006, essas famílias foram beneficiadas com um recurso federal para construção de suas casas. Destas famílias, três optaram pelo uso do sistema estrutural pilar-viga com madeiras roliças. Esse sistema permitiria efetuar a etapa de vedação posteriormente. No entanto, iniciou-se uma discussão no grupo sobre esse tipo de vedação, pois algumas famílias desejavam utilizar materiais alternativos e outras tinham certa descrença nessas técnicas e preferiam o bloco cerâmico.

A elaboração do quadro 11 teve a intenção de mostrar às pessoas as diversas opções, ajudando na análise comparativa e na tomada de decisões baseado nas necessidades de cada família.

Nesse quadro comparativo, foram identificadas 12 variáveis de fácil compreensão para pessoas de diferentes graus de escolaridade, que representassem a opinião das famílias do assentamento rural. Essas variáveis foram utilizadas para avaliar seis tipos de vedação. Com a análise da literatura técnica e científica sobre o tema com as pesquisas do Grupo Habis e consulta a pesquisadores e profissionais da área de construção, foram levantados os dados necessários para preencher o quadro comparativo 11 (INO et. al, 2009).

ALTERNATIVAS VARIÁVEIS	Tijolo prensado de solo-cimento - 25 x 12,5 x 6,5 cm		Taipa de mão		Adobe - 10 x 14 x 28 cm	Bloco cerâmico não estrutural liso - 29 x 19 x 14 cm
	Industrializado	Auto-fabricação	Entramado de Madeira	Entramado de Bambu		
1- Custo de compra/produção	R\$28,74/m ²	R\$6,08/m ²	R\$0,00/m ²	R\$0,00/m ²	R\$0,00/m ²	R\$12,39/m ²
2- Custo total de construção com M.D.O. não remunerada	R\$29,12/m ²	R\$6,46/m ²	R\$0,00/m ²	R\$0,00/m ²	R\$0,00/m ²	R\$13,16/m ²
3- Tempo de cura do material	0 dia	28 dias	1 dia	1 dia	7 dias	0 dia
4- Ritmo de construção	Rápido	Rápido	Rápido	Rápido	Lento	Lento
5- Componentes	Cimento, Terra e Água		Madeira, Terra, Fibra e Água	Bambu, Terra, Fibra e Água	Terra, Fibra e Água	Terra e Água
6- Material para assentamento	Cola PVA Branca ou Argamassa de Solo-cimento		Próprio material		Argamassa de Terra	Cimento, areia e cal
7- Revestimento	Selador ou Resina		Reboco de terra		Reboco de terra	Selador
8- Equipamento específico necessários para sua implantação	Bisnaga para aplicação da argamassa de assentamento		Nenhum		Colher de pedreiro	Colher de pedreiro
9- instalações Elétrica e Hidráulica	Fácil		Difícil		Médio	Fácil
10- Grau de aceitação	Médio		Baixo		Baixo	Alto
11- Impacto Ambiental	Consumo de energia elevado em seu processo. Degradação de área para retirada do solo.	Alto consumo de energia na fabricação do cimento.	Baixo, desde que os materiais sejam retirados da própria região de acordo com as Leis de preservação ambiental.		Baixo, quando os materiais são retirados da própria região de acordo com as Leis de preservação ambiental.	Consumo de energia elevado em seu processo. Degradação da área para retirada do solo.
12- Geração de emprego e renda	Não	Sim	Sim		Sim	Não
Fonte	Tijol-eco (2008)	Sahara / CV (2008)	Silva, M. (2001)		Silva, F. (2007)	Silva, F. (2007)

Quadro 11 Comparativo de sistemas de vedação para estrutura de pilar viga
Fonte: Ino (2009)

Bezerra (2009) fez um estudo sobre a aplicação do barro e da taipa como matérias alternativas, que prezam por conceitos como qualidade e funcionalidade, de forma menos onerosa objetivando a redução dos custos das habitações populares e observando a natureza como recurso. Foi comprovada a possível aplicação do barro e da borra de plástico triturada

em uma estrutura feita de madeira oriunda do reflorestamento. E como forma de baratear ainda mais a obra foi indicado um tipo de telha reciclada que permite o isolamento térmico. Este trabalho foi reconhecido em primeiro lugar pelo prêmio paraibano BITEC 2004.

2.8 TAIPA DE BAMBU *BAMBUSA VULGARIS*

Na Bahia e grande parte do Nordeste o bambu da espécie *Bambusa vulgaris* (bambu comum) é a espécie mais encontrada. Mas nessa espécie de bambu é preciso usar algum tipo de tratamento contra os insetos, já que é a espécie mais atacada por ser a que tem mais amido. O objetivo é estudar como este bambu se comporta nas construções de taipa, já que assim ele estará protegido do ataque dos insetos.

As características principais do *Bambusa vulgaris* segundo INBAR (2005), são apresentadas a seguir:

- Descrição: espécie de bambu do tipo moita, de altura média.
- Altura dos colmos: 15-25 metros
- Diâmetro dos colmos: 6-15 cm
- Espessura da parede: 7-15 mm
- Entrenós: 25-35 cm
- Clima e Solo: regiões úmidas à semi-áridas até 1500 m altitude; temperatura mínima = -2°C
- Distribuição natural: Indonésia.
- Usos mais comuns: construção, polpa e papel, cercas, móveis, andaimes, artesanato.
- Uso Potencial: reabilitação de solos degradados e reflorestamentos.
- Necessidade de trabalhos: estudos sobre adaptabilidade; estudos sobre proteção (tratamento) e durabilidade.

Este estudo propõe a troca da madeira pelo bambu *Bambusa vulgaris*, para confecção do entramado, ou estrutura da taipa, por ser o bambu um material lenhoso de rápido crescimento quando comparado com a madeira. Em geral a maioria das espécies de bambu pode ser colhida com três anos de idade, sendo de fácil cultivo e podendo ser plantadas em qualquer região. No entanto a madeira de rápido crescimento, como o eucalipto, demora em média seis anos para produzir um tronco com diâmetro em torno de dez centímetros. Após a

década de 70, com a crise energética, essas técnicas passaram a ser utilizadas fora das áreas onde sempre existiram, como no Nordeste brasileiro, passaram a ser mais estudados nas universidades, e começam a ser usadas nas decorações de interiores, em restaurantes e hotéis.

Materiais como a terra, bambu e fibras vegetais diversas representam uma excelente alternativa aos materiais industrializados. Não são poluentes, não exigem grande consumo de energia em seu processo de produção e construção. Estes são materiais renováveis e de baixo custo. Segundo Macul et al (2006) suas técnicas de utilização foram sendo desenvolvidas ao longo dos anos por diferentes culturas e ganharam os espaços acadêmicos onde se propagam e se aperfeiçoam.

A substituição da madeira pelo bambu apresenta várias vantagens tais como: o bambu devido ao seu rápido crescimento absorve mais carbono da atmosfera do que qualquer árvore, contribuindo para minimizar o efeito estufa; protege o solo contra erosões, uma vez que pode ser plantado em terrenos acidentados; pode ser usado em áreas degradadas, por não requer solos férteis, a extração do bambu não desmata, pois novos colmos se reproduzirão após a colheita não sendo necessário replantar (FONTES, 2004).

Araújo (2007), estudou a construção com taipa na cidade de São Sebastião do Passé na Bahia e pesquisou a ocorrência da taipa de bambu em um bairro da cidade, concluindo que não existe a cultura de construir com bambu apesar da região ter bastante dessa gramínea do gênero *Bambusa vulgaris*. Em sua pesquisa este autor entrevistou 24 moradores e encontrou os seguintes resultados conforme quadro 12:

JÁ USOU	QUANTIDADE DE CASAS	%
SIM	1	4,17
NÃO	23	95,83
TOTAL	24	100
CONHECE QUEM JÁ USOU	QUANTIDADE DE CASAS	%
SIM	11	45,83
NÃO	13	54,17
TOTAL	24	100
USARIA EM SUA CASA	QUANTIDADE DE CASAS	%
SIM	7	29,17
NÃO	17	70,83
TOTAL	24	100
UNIVERSO DE AMOSTRAGEM = 24 CASAS		

Quadro 12 Quanto ao uso do bambu no universo de amostragem
Fonte: Araújo (2007)

Segundo Araujo (2007), a população de São Sebastião do Passé não tem o hábito de usar o bambu em suas construções de pau-a-pique, porque acham que o bambu é “fraco” por ser muito sujeito a degradação causada pela broca. A falta de conhecimento por parte desta população mostrada na figura 27 em relação ao tratamento do bambu para aumentar a sua durabilidade, dificulta o emprego do mesmo como material de construção.



Figura 27 Taipa no bairro do Alegre em São Sebastião do Passé, Bahia, Brasil
Fonte: Araújo (2007)

Algumas iniciativas de construir utilizando a terra e o bambu começam a acontecer. Uma vila ecológica foi construída para a comunidade científica da Reserva Florestal Adolpho Ducke, em Manaus. Nas casas de 43 m², bambus estruturam as paredes, que posteriormente foram preenchidas com barro. O Projeto CasaEco foi coordenado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e pelo Programa de Tecnologia de Habitação (HABITARE). O trabalho ficou pronto em julho de 2007 e será modelo para mutirões habitacionais conforme figura 28 a seguir.

A Vila Ecológica Protótipo denominada VilaEco, foi construída com oito casas geminadas (conjunto de duas unidades), na sede da Reserva Florestal Adolpho Ducke, km-26 da AM-010, em Manaus. Além dos materiais normalmente utilizados na construção (cimento, areia, barro, madeira e telhas cerâmicas) utilizou-se o bambu como componente de painéis de paredes (revestidos com barro-bambu), concebidos a partir de estudos da engenharia dos materiais. A fim de dar suporte à sustentabilidade de vilas ecológicas e construção de novas habitações, foi definido um plano de cultivo de bambu, em harmonia com a biodiversidade, no Estado do Amazonas. Painéis de parede estruturados em bambu com moldura em madeira foram pré-fabricados para posterior transporte e montagem no local da obra. A modulação arquitetônica da VilaEco concebeu nove tipos de painéis, conforme ilustrado na figura 29.



Figura 28 Casa com estrutura em bambu – Vila ecológica - Comunidade científica da Reserva Florestal Adolpho Ducke - Manaus
 Fonte: SÁ RIBEIRO, M.G. e SÁ RIBEIRO R.A. (2008)

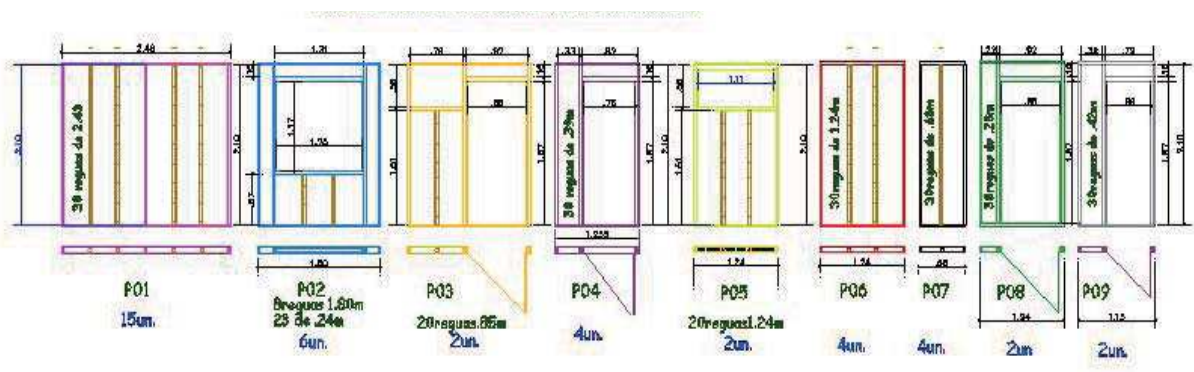


Figura 29 Painéis de parede projetados para o conjunto de 2 casas geminadas da VilaEco.
 Fonte: SÁ RIBEIRO, M.G.e SÁ RIBEIRO R.A. (2008)

Utilizou-se madeira proveniente de área de manejo florestal no Amazonas, com densidade média serrada e plainada, seca a 18% teor de umidade de equilíbrio da madeira em Manaus. Foram coletados 320 colmos de 9 m de *Bambusa vulgaris* (abundante em Manaus), com idade média de quatro anos, para a construção dos painéis de paredes e esquadrias de oito casas geminadas. Os colmos foram tratados pelo método de Boucherie Modificado, onde uma solução preservativa é aplicada sob pressão. As ripas de bambu foram tratadas pelo método de imersão em solução preservativa atóxica. O processo de substituição da seiva em colmos de

bambu, sob pressão, foi efetuado dentro de 24 horas a partir da coleta no campo. Os colmos foram cortados no tamanho definitivo e tratados (dez de cada vez; obedecendo ao limite da planta piloto) com solução preservativa a base de ácido bórico. A preparação da solução preservativa segundo Sá Ribeiro, M.G. e Sá Ribeiro, R.A. (2008) consistiu na dissolução em água do produto na concentração de 5% e 10%. Todas as peças de bambu e madeira foram secas no secador solar do INPA até atingirem o teor de umidade de equilíbrio.

A figura 30 ilustra o Painel - Janela P3, o processo de grampeamento das ripas de bambu, a colocação da instalação elétrica, o detalhe do emboço da parede deixando à mostra a estrutura com bambu e barro e o preenchimento do entramado com o barro.



Figura 30 Detalhes construtivos das casas com estrutura em bambu *Bambusa vulgaris* - Vila ecológica - Comunidade científica da Reserva Florestal Adolpho Ducke - Manaus
Fonte: Sá Ribeiro, M.G. e Sá Ribeiro R.A. (2008)

2.9 PAINÉIS MODULADOS PARA A TAIPA DE *BAMBUSA VULGARIS*

Essa pesquisa estuda a viabilidade de executar os entramados da taipa em módulos, facilitando assim a construção das casas quando executadas em maior quantidade, seja através de iniciativas governamentais como para mutirões, agilizando assim a construção dos

entramados. Segundo César (2002), para as edificações pequenas pode ser recomendada a utilização de componentes leves e dimensões adequadas que podem ser transportados por até dois operários. Esta solução, embora embasada na utilização da força de trabalho braçal, se associada a um projeto que leva em conta a simplificação das junções e destas com a estrutura da construção, proporciona rapidez de montagem e utilização de poucos operários na obra.

Segundo Barth (1997), os fechamentos com painéis pré-moldados representam grandes possibilidades de composição, permitindo satisfazer as exigências funcionais e construtivas de uma construção. O autor mostra uma evolução desse tipo de painel quanto a soluções construtivas e produção com graus de industrialização mais elevados e com componentes que incorporam distintos materiais com objetivo de satisfazer as exigências de projeto de construção e de fabricação. O desenvolvimento da indústria da construção tem produzido componentes e elementos mais leves e com maior facilidade de adequação às exigências dos projetos e das normas através da incorporação de técnicas de fabricação. Como consequência desse processo os fechamentos pré-fabricados tendem a criar componentes mais leves que facilitam a montagem e permitem o uso de distintos materiais. Quando estes fechamentos não apresentam função estrutural permitem maior liberdade no processo de desenho dos painéis. Barth (1997) define os conceitos abaixo, utilizados para proposta de painel a ser executado:

a) Modulação

Nas primeiras obras com componentes pré-fabricados se demonstrou o interesse de tipificar os elementos pré-fabricados por meio de medidas padrão. Le Corbusier no livro *L'Esprit Nouveau* (apud Barth 1997) diagnosticou a necessidade de estabelecer padrões para a construção de casas em série. Entretanto seu sistema apresentava grande inconveniente, pois as medidas eram fracionadas. A Organização Internacional de Normalização (I.S.O.) adotou o módulo básico $M=10$ cm para os países que utilizam o sistema métrico. A escolha desse valor busca permitir uma relação entre os espaços modulados do projeto e as dimensões dos componentes, facilitando o uso das seguintes derivações:

Multimódulos: $2M - 3M - 6M - 12M - 15M - 30M$ e $60M$;

Submódulos: $1/2M - 1/5M - 1/10M - 1/20M - 1/50M$ e $1/100M$

Os multimódulos podem variar segundo a direção. Nas dimensões verticais se pode adotar os multimódulos $2M$ e $3M$ para permitir as seguintes derivações:

$nM = 2M, 24M - 26M - 28M - 30M$; $nM = 3M, 24M - 27M - 30M$

b) A tolerância dimensional

Os componentes pré-fabricados devem apresentar um controle dimensional segundo o tipo de união e acoplamento. A tolerância dimensional do componente é a diferença entre as dimensões máximas e mínimas admissíveis. O objetivo é servir de parâmetro para o controle dimensional dos processos de fabricação e dos erros de posição e montagem.

c) Tipificação

Ao projetar uma fachada com pré-fabricados é necessária a seleção de alguns tipos de composição que se adaptem as exigências e condições específicas do projeto. A redução do número de tipos de um módulo pré-fabricado representa facilidades e melhorias nos processos de fabricação o que resulta na redução de custos em função da redução do número de moldes necessários na escala de produção.

d) Parâmetros de projeto

A utilização de estruturas auxiliares para a fixação dos painéis aumenta a flexibilidade de composição das fachadas podendo facilitar a montagem e simplificar o sistema de fixação. Os painéis são classificados quanto a sua geometria: fechados com aberturas para colocação de esquadrias e abertos para colocação das portas. Esses painéis devem ser projetados com reforços em seus pontos frágeis e exigem cuidados no transporte e montagem. No Brasil estes termos estão definidos na norma técnica - NBR 5731 (ABNT, 1982) conforme quadro 13. Nela define-se o módulo básico igual a 10 cm, conforme especificado pela ISO.

TERMO	DEFINIÇÃO
Módulo	Unidade básica, "1M" equivale a distância padrão 10 cm.
Multimódulo	Múltiplo inteiro do módulo básico
Reticulado espacial de referência	Reticulado tridimensional formado por planos ortogonais, configura uma malha espacial com linhas dispostas em distâncias de um módulo (1M), nessa malha serão posicionados os componentes de construção.
Medida modular	Referente ao tamanho do módulo ou multimódulo, sempre valores inteiros.
Medida modular fracionária	Segue a fórmula $n M/4$.
Medida de projeto	Determina-se no projeto para qualquer componente da construção.
Zona neutra	Zona não modular que separa reticulados espaciais de referência.
Ajustes modulares	Relacionam as medidas de projeto com a medida modular

Quadro 13 Termos empregados na coordenação modular segundo a NBR 5731 (1982)
Fonte: Espíndola, Moraes (2008)

Segundo Espíndola; Moraes (2008) a coordenação modular utiliza um reticulado espacial de referência estabelecido por medidas modulares. Esse reticulado impõe como conceito principal o módulo, a unidade básica de medida, que permite a repetição com compatibilização das formas escolhidas. É um instrumento que auxilia no dimensionamento, posicionamento e conectividade dos materiais e componentes, tanto no projeto quanto na execução da construção. O sistema modular é um diferencial na construção, pois estabelece precisão e organização, visando produtividade, racionalização e qualidade da edificação, minimizando os gastos oriundos de perdas desnecessárias no processo construtivo.

Para o entramado da taipa estudado propõe-se a construção da casa com módulos de 0,90 m de largura, por 2,40 m de altura. Na largura essa dimensão é proposta por atender ao critério de multimódulos, e por poder ser carregado até por dois operários (CÉSAR, 2002). Na altura a dimensão foi proposta conforme código de obra de Salvador, Lei nº 3.903 (SALVADOR, 1988). Na proposta o módulo será executado com dois montantes de bambu com diâmetro médio de 4 cm e entramado feito de taliscas de bambu cortado em quatro partes iguais ficando com largura de 3 cm no sentido longitudinal. Abaixo proposta da autora de módulo fechado conforme figura 31:

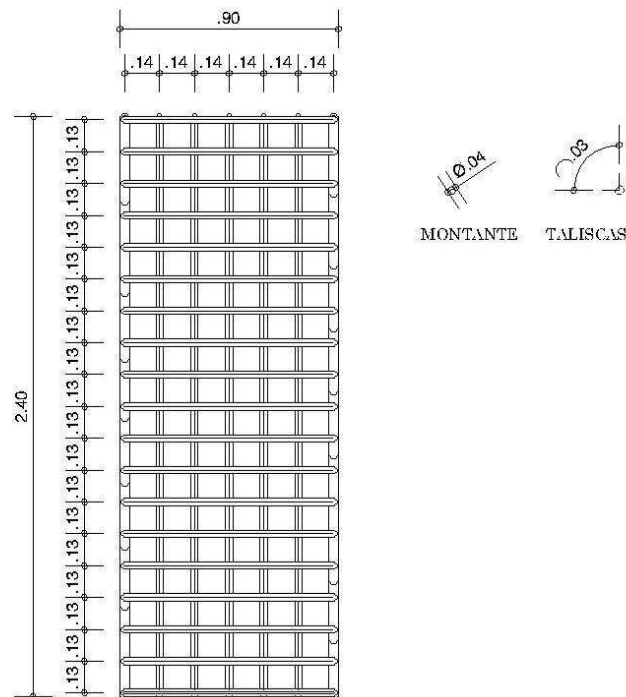


Figura 31 Proposta de Módulo Fechado para o entramado da taipa – dimensões em metros

Para a composição do fechamento com os módulos de entramado são propostos 3 tipos de módulos quanto a geometria: Módulo fechado de 0,90 m x 2,40 m, módulo base de esquadrias de 0,90 m x 0,90 m, módulo topo de esquadrias de 0,30 m x 0,70, 0,80 ou 0,90 m. O painel varia na largura de acordo com o tamanho da porta, 0,60, 0,70 ou 0,80 m, mais 0,10 m do batente conforme figura 32:

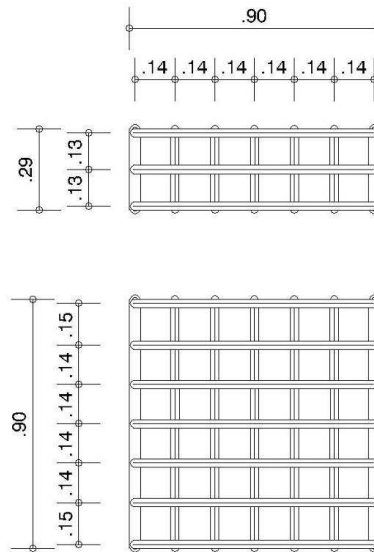


Figura 32 Detalhe do módulo base e módulo topo das esquadrias - dimensões em metros

Na figura 33 têm-se as diversas combinações que poderão ser feitas com os módulos propostos, sendo que a largura desses módulos poderá variar de acordo com o projeto, obedecendo-se os critérios de modulação, ou seja, múltiplos de 10cm.

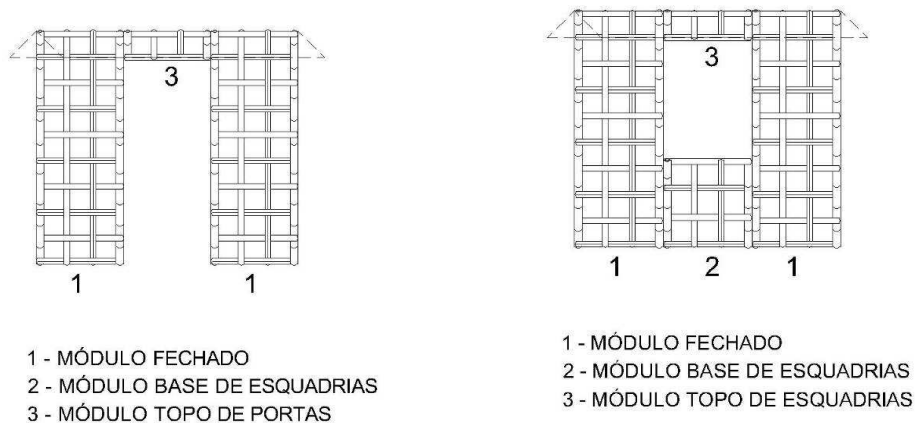


Figura 33 Propostas de combinação de módulos de bambu para o entramado da taipa.

Neste trabalho empregou-se corpo de prova utilizando a unidade modular para compor a malha interna de 15x15 cm feita com bambu, utilizando este critério de modulação, para determinar a durabilidade do bambu no entramado da taipa.

2.10 DURABILIDADE

2.10.1 Durabilidade dos materiais

Os conceitos mais importantes sobre durabilidade e estudos correlatos foram definidos por John (1987) conforme mostra o quadro 14 abaixo. Procurou-se neste trabalho adotar estes conceitos para análise de painéis de taipa de bambu.

CONCEITO	DEFINIÇÃO
Durabilidade	É a capacidade que um produto possui de manter suas condições de serviço durante o tempo, para o qual foi projetado e construído. Pode ser avaliada pelo seu tempo de vida em anos ou pela sua resistência a agentes que afetem seu desempenho.
Vida útil	É o período de tempo que um material, componente construtivo ou edificação, mantém seu desempenho acima dos níveis aceitáveis.
Degradação	É o processo no qual um material sofre transformações irreversíveis que implicam perda de qualidade ou valor.
Agentes ou fatores de degradação	São ações físicas, químicas, ambientais ou biológicas que causam degradação do material.
Mecanismos de degradação	São as formas como os agentes causam uma seqüência de mudanças físicas e/ou químicas que levam a perdas nas propriedades esperadas do material.
Indicadores de degradação	São os indicativos utilizados para quantificar os mecanismos de degradação e são propriedades mensuráveis que expressam a variação do desempenho de um produto durante seu uso.

Quadro 14 Conceitos de durabilidade e outros
Fonte: John (1987)

Flauzino (1988) mostra as metodologias que vêm sendo utilizadas pelo IPT quanto à durabilidade dos materiais. Este autor relata que a avaliação da vida útil consiste em se medir o grau de envelhecimento, ao longo do tempo, de uma característica relevante do material ou componente, característica esta escolhida de acordo com a natureza do material e com a função do componente na edificação. O autor relata os agentes de degradação que afetam a

durabilidade dos materiais: agentes provenientes da atmosfera, do solo, relativos ao uso e decorrentes do projeto. Estas metodologias abordam as seguintes etapas: identificação das propriedades e dos agentes agressivos e determinação do comportamento antes e após exposição ao envelhecimento natural e/ou acelerado.

Valenciano (2004) destaca a necessidade de análise da durabilidade de materiais e, em especial, materiais alternativos de construção. As análises de durabilidade destes materiais encontram-se, ainda, em fase inicial. Faz-se necessário incorporar nestes estudos as possíveis correlações entre ensaios destrutivos e não destrutivos, com o objetivo de se conseguir informações úteis para o melhor entendimento e uso dos materiais de construção.

2.10.2 Durabilidade do Bambu

Na Colômbia existe a cultura de construção com bambu e barro. Muitas casas são geralmente construídas com o bambu da espécie *Guadua*, onde suas paredes são estruturadas com bambu, em seguida rebocadas com barro. O bambu empregado neste tipo de construção recebe o nome de *esterilha*, ou seja, o bambu é aberto para formar uma superfície plana, para depois ser preenchido com terra, muitas destas casas existem até hoje com uma boa durabilidade do bambu conforme mostrado na figura 34 e 35.



Figura 34 Paredes antigas de bambu *Guadua angustifolia*
Fonte: Grupo (2010)



Figura 35 Detalhe da durabilidade do bambu em paredes antigas de *Guadua angustifolia*
 Fonte: Grupo (2010)

Em Grupo (2010) documentos valiosos para a história da arquitetura da Colômbia foram disponibilizados pelo Arquiteto Jorge Alberto Velázquez Gil, investigador do bambu *guadua*. As três primeiras casas estão localizadas em La Unión e as duas últimas em Cartago, ambos os locais situados no Valle de Cauca. O Bambu é o *Guadua Angustifolia Kunth*. Este bambu foi usado como estrutura de casas antigas, demolidas no ano de 2010, em Calle na Colômbia no município de La Unión e Cartago, Valle del Cauca. A estrutura da parede foi feita em *bahareque*, que consiste no uso do colmo e *esterilha* de *Guadua*, a amarração em cipó de madeira roliça, revestido de barro, misturado com esterco de cavalo, palha e cal. O tempo de construção das casas estudadas é de aproximadamente 230 anos.

Durante o I Seminário Norte e Nordeste sobre o aproveitamento do bambu realizado em 2001 em Santo Amaro, foram identificadas construções em taipa com bambu em casarões com mais de 100 anos, como mostra a figura 36 a seguir. Segundo Sena (2008) na cidade histórica de Cachoeira no interior da Bahia, existe uma grande área plantada com o *Bambusa vulgaris*, mostrando que o uso do bambu na taipa tem durabilidade e que essas construções são viáveis, só dependem da técnica usada.



Figura 36 Casarões de Cachoeira – Bahia
Fonte: Losekann (2010)

2.10.3 Durabilidade da Taipa de Bambu

A seguir são apresentados alguns exemplos de taipa de bambu, para análise de durabilidade. Esta análise está baseada na inspeção visual.

a) Paineis Ibiosfera

Os painéis do galpão construído para uma organização não governamental denominada Ibiosfera Socioambiental, na Juréia em São Paulo, são um exemplo atual de vedações verticais feita com armação de bambu e preenchimento de terra. Estes painéis foram executados durante um curso coordenado pelos técnicos da Arquidomus Arquitetura, que abordou a técnica de construir com bambu e terra, onde os alunos tiveram como exercício prático a execução desta edificação (LIMA, 2007). A figura 37 mostra uma parte destas vedações em construção e a outra parte concluída.



Figura 37 Painei Ibiosfera – Estrutura em bambu e barro (taipa)
Fonte: Lima (2007)

Nesta construção empregou-se bambu da espécie *Bambusa tuldoéides*, retirado no terreno da construção sem custo e tratado a seco na touceira. O solo foi retirado do entorno da obra. Os painéis foram rebocados com uma mistura de terra cal e areia no traço 1:3:3 (1 de cal, 3 de terra e 3 de areia). A construção demonstra a preocupação em afastar o painel do chão com a utilização de uma viga baldrame de 50 cm de altura. Conforme Lima da Ibiosfera as construções por eles executadas com essa técnica encontram-se ainda hoje em perfeito estado de conservação.

Apenas em um dos painéis de taipa de mão do pavilhão da ESCOLA DA TERRA (nome atual da antiga base de campo do Ibiosfera) o bambu foi atacado por brocas, mas isto porque demorou a receber o barreamento e ficou muito tempo exposto, mas mesmo assim foi barreado e rebocado e não vimos maiores problemas posteriores, o que aconteceu também em outros painéis foi o aparecimento de caminhos de cupins, mas isto até o momento não representou patologia nas paredes que continuam firmes e fortes com os rebocos seguros. (LIMA, 2010).

b) Painei Bambu a Pique

Outro exemplo de Bambu utilizado na taipa de sopapo é a construção de uma casa no município de Cunha, no estado de São Paulo, com vedação de bambu e barro, cuja técnica foi denominada pelo construtor de bambu a pique (GIANELLA, 2007), como se vê na figura 38.



Figura 38 Pannel bambu a pique-estrutura em bambu e barro
Fonte: Giannela (2007)

Para execução desta casa o bambu foi colhido nas proximidades da construção e foi tratado a seco na touceira. O barro foi retirado no entorno da obra. Os painéis foram rebocados com barro cal e areia no traço 1:6: 4 (1 de cal, 6 de terra e 4 de areia). Foram feitas sondagens após três anos para verificação dos bambus na estrutura conforme figura 39, as observações sobre essas sondagens foram transcritas do site do construtor:

Em minha opinião, de todas as construções com terra, o método pau-a-pique feito de bambu bem unido na vertical é o mais sustentável, barato e saudável de todos, usa-se pouca terra obtendo um conforto térmico bem melhor devido ao isolamento natural do bambu, além de ser durável como demonstrado aqui, porque mesmo com o apodrecimento do bambu a parede se mantém estável. Mesmo assim, nada garante que se esse método fosse feito de modo correto, protegendo o bambu da umidade, esse apodrecimento aconteceria. Sem dúvida o revestimento é outro ponto importante a ser ressaltado, ele é imprescindível, sem ele a construção se torna insalubre, proporcionando um ambiente perfeito para o grande vilão das construções de terra, o barbeiro. Tenho certeza que o maior obstáculo desse método é o preconceito, vencendo isso, temos uma construção com todas as qualidades descritas acima e extremamente fácil de ser executada por trabalhadores não-qualificados, aumentando ainda mais a sustentabilidade desse método (Gianella, 2007).

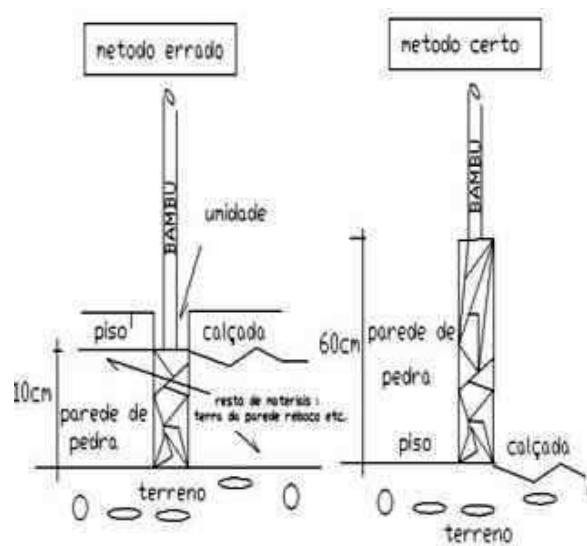


Figura 39 Sondagem em parede de bambu e barro para verificar a degradação do entramado de bambu e afastamento do painel do chão sugerido pelo construtor.

Fonte: Giannela (2007)

A revisão bibliográfica mostra como é importante o melhoramento da técnica para viabilidade da construção com taipa e o uso do bambu como entramado, para preservação do meio ambiente. A seguir etapas metodológicas estudadas da construção em taipa e bambu.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ETAPA METODOLÓGICA 1 - ENTREVISTA

Foram feitas entrevistas sobre os métodos construtivos da taipa na região rural dos municípios de Mucugê, Boa Vista do Tupim, e São Francisco do Conde, cidades do interior da Bahia, onde existem construções com a técnica da taipa e construções com a espécie de bambu *Bambusa vulgaris*. Para análise desses dados foi utilizado um método qualitativo para avaliação e proposta de melhorias na construção da técnica, baseado em entrevistas semi-estruturadas que continham perguntas para coleta de alguns dados quantitativos, embora seja sabido que entrevista é uma técnica para coleta de dados qualitativa. A intenção de quantificar alguns dados da entrevista é visualizar mais rapidamente os resultados alcançados. Essas entrevistas têm a finalidade de diagnosticar o método construtivo utilizado pela população alvo: taipa utilizando a técnica de pau a pique ou taipa de sopapo. As informações foram obtidas por meio de um roteiro de entrevista, constando uma lista de pontos ou tópicos previamente estabelecidos de acordo com a problemática central cujo objetivo foi colher dados representativos do universo da taipa. Com as entrevistas visa-se conhecer as habitações em taipa (pau-a-pique) construídas no interior da Bahia onde existem construções executadas com a utilização do barro e madeira extraída do local. O objetivo foi diagnosticar aspectos construtivos e funcionais. Mais especificamente foram definidos os seguintes critérios para elaboração da entrevista, baseadas em Barboza (2008):

a) documentar as técnicas construtivas utilizadas pela comunidade para aplicação na taipa; bem como conhecimento prático sobre a matéria prima bambu;

b) aproximar indivíduos do meio acadêmico com os da comunidade pesquisada promovendo o envolvimento com as necessidades da população no seu contexto social aplicando o binômio “teoria e prática”.

Já os critérios para definição da amostragem são diferentes para pesquisas qualitativas e quantitativas. Segundo Minayo (1994) no estudo qualitativo, uma boa amostragem é aquela que permite analisar o problema em suas múltiplas dimensões, isto é, o critério numérico não determina sua representatividade. Araújo (2001) ressalta que na pesquisa qualitativa deve ser levada em consideração a representatividade dos sujeitos no contexto, a facilidade ou dificuldade de entrevistar os indivíduos e o tempo disponível do pesquisador. Em outras

palavras a amostra deve ser adequada aos objetivos do estudo, além de ser diversificada e exemplar, permitindo o fornecimento de informações necessárias para a análise do fenômeno.

A amostragem para esta pesquisa é considerada como intencional e por acessibilidade baseada em Vergara (2003). Intencional porque foi escolhido um grupo de casas construídas com taipa para compor a amostra. Por acessibilidade porque a amostra foi constituída longe de qualquer procedimento estatístico. Ou seja, foram selecionadas aleatoriamente casas construídas com taipa, onde se concentram a maioria dessas construções e que a população alvo tenha acesso ao bambu da espécie *Bambusa vulgaris*. Os municípios onde ocorreram as entrevistas foram Boa Vista do Tupim, latitude $12^{\circ}39'37''$, longitude $40^{\circ}36'33''$, altitude 317 metros, Mucugê, latitude $13^{\circ}00'19''$, longitude $41^{\circ}22'15''$, altitude 983 metros, Andaraí, latitude $12^{\circ}48'26''$ longitude $41^{\circ}19'53''$ altitude 405 metros e São Francisco do Conde, latitude $12^{\circ}37'39''$, longitude $38^{\circ}40'48''$, altitude 40 metros, conforme SEI, 1998. A figura 40 mostra a localização dos municípios.

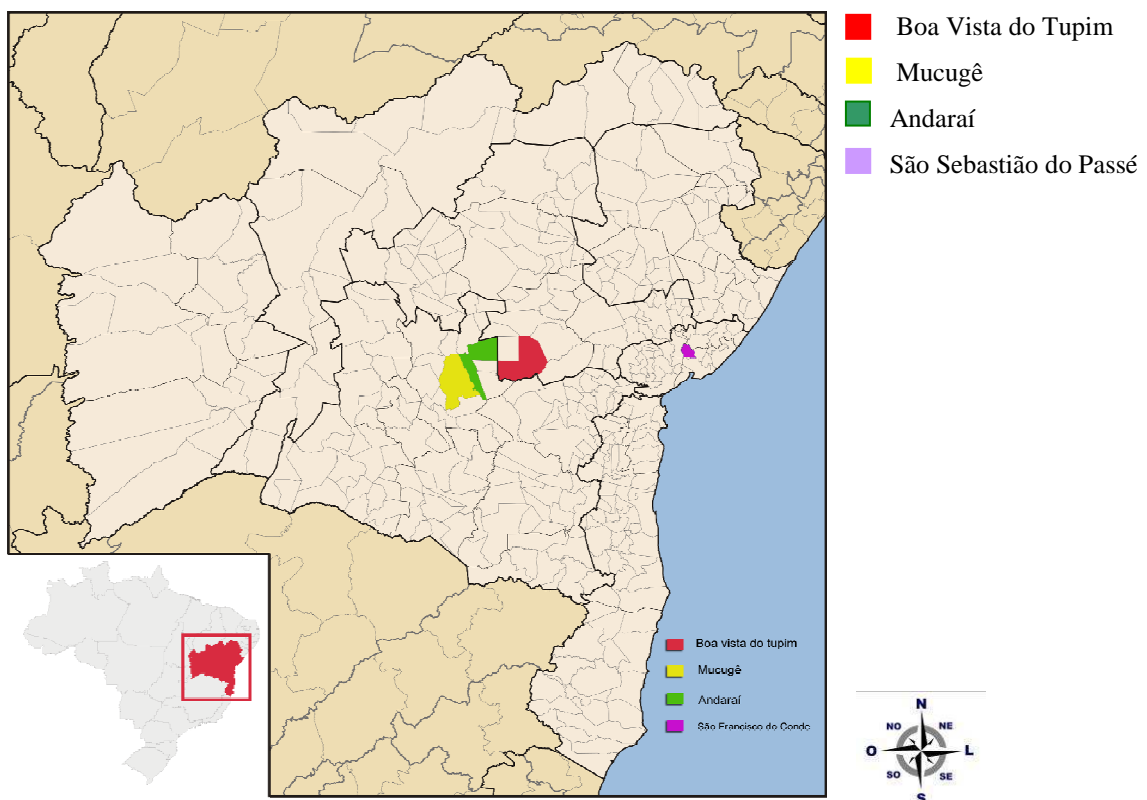


Figura 40 Municípios onde foram feitas as entrevistas no interior da Bahia
Fonte: Mapa (2010)

3.1.1 Procedimento da coleta de dados das entrevistas

Com a definição da amostra e elaborados os instrumentos de pesquisa, foi iniciada a pesquisa de campo, com as entrevistas. Os formulários foram preenchidos pelo entrevistador, já que as pessoas entrevistadas não sabiam ler. As perguntas foram formuladas de forma a alcançar o nível de linguagem das pessoas entrevistadas e depois tratadas para apresentação. A entrevista aborda três tópicos principais: estrutura para investigar a maneira como a taipa é construída, como tamanho da construção, número de cômodos, tipo de material; durabilidade para investigar o tempo de duração da taipa; custo para investigar quanto é gasto para construção da casa na percepção dos usuários. Foram respondidas 15 entrevistas que permitiram analisar o problema em suas múltiplas dimensões, segundo Minayo (1994). A partir destes dados foram analisados e discutidos os resultados cujas entrevistas são apresentadas no apêndice A.

3.1.2 Apresentação e discussão dos resultados

Foram definidos os procedimentos para análise do conteúdo da presente pesquisa. Inicialmente, os conteúdos das entrevistas foram transcritos e lidos várias vezes para se ter uma visão geral dos dados. Na fase posterior à categorização das perguntas o tratamento foi qualitativo. Com os dados das perguntas categorizadas foi realizada uma análise comparativa entre estas. A entrevista semi-estruturada aplicada com os moradores foi compreendida por 20 perguntas, sendo 14 delas fechadas e 6 abertas. As perguntas fechadas abordam a estrutura e mostram a maneira como os moradores aplicaram a técnica para construção da taipa, mostrando o perfil do tipo de taipa construída na região. Já as perguntas abertas referem-se à durabilidade e ao custo e mostram o que os moradores acham dessa técnica e a percepção do uso da taipa comparada a outras técnicas. As perguntas fechadas tiveram uma maior variação em suas respostas e, por isso, foram analisadas aquelas que mais se repetiram. Para estas foram elaborados quadros para uma melhor visualização das respostas e diagnóstico do perfil dos moradores. Já as perguntas abertas foram categorizadas e destacadas as respostas que mais se repetiram, e em algumas delas foi possibilitado sua organização em quadros que identificassem de forma mais clara seus resultados:

I – Estrutura

01) Porque foi escolhido construir com taipa de mão?

MOTIVO	No DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
CUSTO	13	86,6%
PRATICIDADE	0	0%
RAPIDEZ	7	46,6%
TOTAL	15	133,26%

Quadro 15 Motivo do uso da técnica da taipa em relação ao método construtivo

* O total ultrapassou 100% porque alguns entrevistados responderam 2 opções (custo e rapidez).

No quadro 15 a maioria dos entrevistados construiu com a técnica da taipa por ser a maneira mais barata de construir.

02) Quanto tempo demorou a construção da taipa?

TEMPO X ÁREA	No DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
15 DIAS (casas entre 15 e 21m ²)	3	20%
1 MÊS (casas entre 21m ² e 36m ²)	5	33,33%
2 MESES (casas entre 30m ² e 38m ²)	3	20%
3 MESES(casas de 38m ²)	4	26,67%
TOTAL	15	100%

Quadro 16 Tempo usualmente gasto na construção da técnica

No quadro 16, 33% dos entrevistados construíram a taipa em um mês, sendo que o total dos entrevistados construiu em um intervalo de 15 dias a 3 meses, chegando-se a media de 1,5 mês para a construção da taipa no universo entrevistado.

03) Quantos cômodos têm sua casa?

No DE COMODOS x ÁREA	No ENTREVISTAS	PERCENTUAL
2COMODOS-cozinha (9m ²)quarto (6m ²)	1	6,67%
3COMODOS-2quartos(12m ²)1sala/cozinha(9m ²)	6	40%
4COMODOS-1sala(9m ²)1cozinha(9m ²)2quartos(12m ²)	3	20%
5COMODOS 1sala(9m ²)1cozinha(9m ²)3quartos(18m ²)	5	33,33%
TOTAL	15	100%

Quadro 17 Tamanho médio das casas entrevistadas.

No quadro 17 o percentual maior de cômodos nas casas foi de 3, correspondendo aproximadamente a 15m², sendo que a faixa percentual maior está entre 3 e 5 cômodos.

04) Quantas pessoas ajudaram na construção?

No DE PESSOAS X TEMPO CONSTRUÇÃO	No DE CÔMODOS	ENTRE-VISTAS	% ENTREV
2 PESSOAS (Entre 1 mês e 3 meses)	Entre 4 e 6 cômodos	4	26,67%
5 PESSOAS (Entre 1 semana e 2 meses)	Entre 2 e 5 cômodos	5	33,33%
10 PESSOAS (2 meses)	Entre 5 e 6 cômodos	2	13,33%
15 PESSOAS (Entre 1 mês e 4 meses/1 casa 2 anos)	Entre 2 e 4 cômodos	4	26,67%
TOTAL		15	100%

Quadro 18 Número de pessoas x tempo de construção x número de cômodos por entrevistados.

No quadro 18 o maior índice de pessoas ajudando foi o de 5 pessoas, mas observa-se uma relação entre este número e o tamanho da casa construído, dependendo do tamanho da casa, quanto mais pessoas ajudando mais rápido o tempo de construção.

05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa?

TIPO DE MADEIRA MADEIRAS USADAS PELOS ENTREVISTADOS															
Não sabe	1	Catuaba	2	Paraíba	2	Aroeira	4	Pau d'arco	2	Araçá Bravo	1	Velame	1	Peroba	1
Caboclo	3	Massaranduba	1	Sucupira	1	Jenipapo	1	Mutamba	1	Bambu <i>Bambusa vulgaris</i>	5	Umbaúba	1	Cambota	1
Biriba	1	Maricá	1	Quina	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL								31 TIPOS							

Quadro 19 Tipo de madeiras utilizadas (nomes das madeiras fornecidos pelos entrevistados)

No quadro 19 a madeira mais utilizada para a estrutura e o entramado na execução da taipa nos locais onde não existia o bambu foi a Aroeira. Nos locais onde o bambu era disponível vários tipos de madeira foram utilizados para a estrutura e para o entramado foi usado o Bambu *Bambusa Vulgaris* disponível na região. As madeiras foram denominadas a partir do conhecimento popular dos entrevistados

06) De onde você tirou a madeira?

LOCAL	No DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
PRÓXIMO (até 1 km)	10	66,67%
DISTANTE (mais de 1km)	5	33,33%
TOTAL	15	100%

Quadro 20 Local onde as madeiras foram retiradas.

Conforme quadro 20 a maioria dos entrevistados retira a madeira de local próximo, até 1km das casas construídas.

07) Já usou o bambu em alguma construção?

UTILIZAÇÃO	No DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
CERCA	3	20%
APOIO PARA HORTA	2	13,33%
GALPÃO	4	26,67%
CASA	5	33,33%
NENHUMA	7	46,67%
TOTAL	21	140%

Quadro 21 Utilização do bambu na região

*Alguns entrevistados responderam mais de uma opção o que gerou o percentual maior que 100%.

No quadro 21, 46,67% das pessoas entrevistadas não tinham acesso ao bambu, por não existir na região onde construíram suas casas. Dentre os que tinham o bambu nas proximidades, todos utilizaram o bambu como entramado (5 entrevistados), sendo que o bambu também foi utilizado para galpão e apoio para horta.

08) Fez algum tipo de tratamento?

TRATAMENTO	No DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
COLHEITA NA LUA MINGUANTE NO ESCURO	2	13,33%
NENHUM	13	86,67%
TOTAL	15	100%

Quadro 22 Tipo de tratamento.

No quadro 22 apenas 2 entrevistados conheciam a técnica de tratamento baseada na colheita durante a lua minguante. Estes acreditam que assim o bambu tem menos seiva e é menos atacado pela broca. Todos os demais não fizeram qualquer tipo de tratamento.

09) Usaria o bambu para execução da taipa?

No DE PESSOAS	No DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
SIM	13	86,67%
NÃO	2	13,33%
TOTAL	15	100%

Quadro 23 Uso do bambu na taipa.

As respostas positivas e negativas tiveram a seguinte interpretação:

Sim: sem justificativa (5), porque é mais reto (2), porque é mais fácil (1), só para o entramado e ripa (1), porque é mais barato (1), porque é mais leve (1), porque é mais prático (1), porque dura mais (1).

Não: Porque não tem por perto (1), não tem na região (1).

Conforme quadro 23 A maioria dos entrevistados 86,67% usaria o bambu na taipa, mesmo nos locais aonde não tem o bambu disponível.

10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu?

No DE PESSOAS	No DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
SIM	6	40%
NÃO	9	60%
TOTAL	15	100%

Quadro 24 Pessoas que conhecem quem já construiu com taipa de bambu.

Conforme quadro 24 do universo entrevistado, 60% não conhece quem construiu com bambu, representando o universo das casas aonde não tem bambu disponível.

11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa?

TIPO DE FUNDAÇÃO	Nº DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
TERRA	11	73,33%
PEDRA	3	20%
TIJOLO	-	
OUTROS	2	13,33%
TOTAL:	16	106,66%

Quadro 25 Tipo de fundação mais utilizado na taipa.

* Alguns entrevistados responderam mais de uma opção.

No quadro 25, o percentual de 77,33% dos entrevistados não utilizam fundação para elevar a vedação de taipa do chão. A vedação fica apoiada na terra com as estacas diretamente cravadas no solo, fixadas a partir da compactação da terra, esta técnica é considerada pela maioria dos entrevistados como fundação.

12) Como você executa (faz) a estrutura?

TIPO DE ENTRAMADO	Nº DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
ESPAÇAMENTO 10X10cm	4	26,67%
ESPAÇAMENTO 15X15cm	5	33,33%
ESPAÇAMENTO 20X20cm	2	13,33%
TALISCAS HORIZONTAIS	2	13,33%
OUTROS, 40X40, 18X18	2	13,33%
	15	100%

Quadro 26 Padrões de entramados usados na taipa.

Conforme o quadro 26 a maioria executa o entramado com espaçamento de 15x15cm. Sendo que a variação de tamanho é de 10x10cm até 40x40cm.

13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes?

TIPO DE ENCHIMENTO	Nº DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
TERRA E ÁGUA	15	100%
TERRA PALHA E ÁGUA	-	
TERRA ESTRUME E ÁGUA	-	
TOTAL	15	100%

Quadro 27 Tipo de enchimento mais usado na taipa.

Conforme quadro 27 todos os entrevistados só utilizam terra e água amassadas com os pés para o enchimento.

14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco?

TIPO DE REBOCO	Nº DE ENTREVISTAS	PERCENTUAL
TERRA, AREIA E ÁGUA (só internamente)	7	46,67%
TERRA CAL AREIA E ÁGUA (interno e externo)	2	13,33%
TERRA CIMENTO AREIA ÁGUA(interno e externo)	3	20%
NÃO REBOCA	3	20%
TOTAL	15	100%

Quadro 28 Utilização e tipos de rebocos na taipa.

Conforme quadro 28 do total entrevistado 46,67% rebocam com terra areia e água, por não ter recursos para acrescentar cimento ou cal, 20% não rebocam porque acham que não precisa. O reboco foi aplicado internamente em 46,67% das casas, sendo aplicado externamente em 33,33% das casas.

II – Durabilidade

Questão 15 - Quanto tempo de construída tem a sua casa?

A análise foi dividida em duas etapas: na taipa de bambu e na taipa de madeira. Na taipa de bambu no município de São Francisco do Conde o número de casas entrevistadas foram 05. Destas quatro não tinham reboco e uma era rebocada.

TEMPO DE CONSTRUÇÃO	NÚMERO DE CASAS
5 anos	1
6 anos	2
8 anos	1

Quadro 29 Tempo de construção das casas sem reboco com taipa de bambu – S. F. do Conde.

Conforme quadro 29 o tempo médio de construção em São Francisco do Conde é de 6,25 anos. Nas entrevistas foi relatado que o bambu sem reboco dura em média cinco anos. Nos depoimentos os moradores disseram que após esse tempo a casa tinha que ser reconstruída.

A casa rebocada tinha o tempo de 23 anos de construída, o que mostra que o bambu rebocado tem uma boa durabilidade.

Na taipa de madeira nos municípios de Boa Vista do Tupim, Andaraí e Mucugê, o número de casas entrevistadas foram 10. As casas de taipa de madeira tinham os seguintes tempos de construídas.

TEMPO DE CONSTRUÇÃO	NÚMERO DE CASAS
7 meses	1
2 anos	1
4 anos	2
5 anos	1
24 anos	1
30 anos	3
37 anos	1
TEMPO MÉDIO 18 ANOS	Nº DE CASAS 10

Quadro 30 Tempo de construção das casas com taipa de madeira.

Conforme quadro 30 o tempo médio de construção das casas foi de 18 anos. O tempo médio mostra uma boa durabilidade da taipa, mesmo que nem todas as casas fossem rebocadas. Tanto no caso das casas construídas há pouco tempo, de sete meses a cinco anos, como nas casas construídas de 24 a 37 anos os moradores não demonstraram a necessidade de construir novas casas.

A questão 16 - Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais?

Entre os entrevistados das cinco casas com taipa de bambu, nas duas primeiras entrevistas, as respostas foram que duraria mais. Na terceira casa entrevistada, única casa de taipa de bambu rebocada, o entrevistado respondeu que, com reboco, o bambu dura mais que a madeira e sem reboco dura menos. Na quarta entrevista o entrevistado relatou que só construiu com bambu e não sabe sobre a durabilidade da taipa com madeira. O quinto entrevistado respondeu que, com a madeira, o peso da taipa é maior, a construção fica torta e pode cair.

Para as 10 entrevistas dos construtores cujas casas eram de taipa de madeira, seis pessoas responderam que acham que o bambu dura mais, mas nunca usaram, e quatro acham que o bambu dura menos. As respostas não foram validadas, pois os entrevistados não conheciam o material.

Na questão 17 – Qual a espessura da parede de taipa?

ESPESSURA	No DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
15CM	7	46,67%
20CM	7	46,67%
MAIS	1	6,66%
TOTAL	15	100%

Quadro 31 Espessura da parede de taipa.

Conforme quadro 31 a espessura média utilizadas nas casas dos entrevistados é de 15 a 20 cm.

Na questão 18 – Qual a espessura do revestimento da parede de taipa

ESPESSURA DO REVESTIMENTO	No DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
1,5CM	2	13,33%
2 CM	4	26,67%
3 CM	6	40%
MAIS	3	20%
TOTAL	15	100%

Quadro 32 Espessura do revestimento da parede de taipa.

Conforme quadro 32 a espessura mais usada nas casas dos entrevistados foi de 3cm correspondendo a 40% das casas.

A questão 19 – Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais?

AFASTAMENTO DO CHÃO	No DE ENTREVISTAS	PERCENTUAL
SIM	12	80%
NÃO	3	20%
TOTAL	15	100%

Quadro 33 Afastamento da taipa do chão.

Conforme quadro 33 o percentual dos entrevistados que acham que se houver afastamento da taipa do chão com a execução da fundação esta dura mais é de 80%, porém a maioria não usa a fundação. Eles têm noção de que a umidade vinda do solo é prejudicial, mas não tomam nenhuma medida preventiva.

III – Custo

Questão 20 – Qual o tipo de construção mais barato?

TIPO DE CONSTRUCAO MAIS BARATO	No DE ENTREVISTADOS	PERCENTUAL
TAIPA	13	86,67%
ADOBE(DIFÍCIL ACHAR MADEIRA)	2	13,33%
BLOCO	-	-
TOTAL	15	100%

Quadro 34 Tipo de construção mais barato.

No quadro 34 do total de entrevistados, 86,67% acham a taipa mais barata, somente dois entrevistados disseram que o custo da taipa ficou mais caro que o adobe, pois não acharam madeira nas proximidades e tiveram que pagar por ela.

3.1.3 Análise

As entrevistas foram feitas com a finalidade de diagnosticar o método construtivo utilizado pela população alvo (taipa utilizando a técnica de pau a pique ou taipa de sopapo). Observou-se, a partir do universo entrevistado, que este método é escolhido principalmente por ser a técnica mais barata. O tempo médio para construção de uma casa de três cômodos de 21m² é de 1,5 meses. A média do número de pessoas que trabalham para a construção da casa é de cinco meses. Na região pesquisada de Mucugê, Andaraí e Boa Vista do Tupim, onde a taipa é construída com a madeira por não ter bambu em abundância, a madeira mais utilizada para a estrutura foi a Aroeira sendo usadas diversas madeiras. Na região de São Francisco do Conde, onde tem o bambu e a madeira, o público entrevistado prefere a madeira para ser empregada nos pilares de canto e nas vigas da casa. O bambu é mais utilizado no entramado pela facilidade de colheita e manuseio. Nos locais onde o bambu é disponível, todos os entrevistados construíram o entramado com o bambu. Neste caso a maioria dos entrevistados não utiliza qualquer tipo de tratamento. Dos entrevistados, os que acreditam fazer tratamento do bambu fazem a colheita na lua minguante no escuro, acreditando que assim o bambu tem menos seiva e é menos atacado pela broca. Em relação à fundação, a mais utilizada é aquela feita com a madeira cravada diretamente no solo, fixada com terra apiloada. Esta solução é adotada por ser viável economicamente pelo público entrevistado, embora eles reconheçam que a fundação elevada proporcione maior durabilidade para a construção. O tamanho de

entramado mais executado é o de 15x15cm, por facilitar o preenchimento do mesmo com a terra e empregar menos taliscas do que o entramado de 10x10cm. Os entrevistados preparam o material de vedação amassando a terra com a água utilizando os pés, não acrescentando fibras vegetais ou esterco de gado para estabilizar a argamassa por não perceber a importância delas na diminuição da retração. O público entrevistado não demonstra conhecimento em relação a utilização do esterco de gado como repelente natural do barbeiro. A utilização do reboco feito com terra, areia e água ocorrem por uma questão econômica, embora a maioria dos entrevistados reconheça que a adição de cal pode melhorar a durabilidade do mesmo, 20% não conhecem a importância dessa técnica e não rebocam porque acham que não precisa. No levantamento feito na Região de São Francisco do Conde foram encontradas casas rebocadas com o tempo de construção na faixa de 23 anos, mostrando a eficiência da utilização do reboco na durabilidade da construção da taipa com bambu.

3.2 ETAPA METODOLÓGICA 2 - ESTUDO DA DURABILIDADE DO BAMBU DENTRO DA TAIPA

Esta etapa foi subdividida em duas etapas: em Mucugê, cidade do interior da Bahia, nas condições locais de temperatura e umidade e, em Salvador, capital do Estado da Bahia, usando a mesma terra trazida de Mucugê.

Foram executados corpos de prova, expostos a temperatura e umidade no município de Mucugê, para verificação da durabilidade do bambu dentro da taipa, quanto ao ataque de brocas aderência e rachadura da terra. A terra foi retirada do município de Mucugê e ensaiada no laboratório de Geotecnia da Escola Politécnica e no laboratório do Departamento de Infra-Estrutura de Transportes da Bahia (DERBA) para determinação das características geotécnicas do solo. O bambu utilizado foi o *Bambusa vulgaris* localizado em touceira próxima ao local da execução dos corpos de prova.

Na segunda etapa foram executados novos corpos de prova na Escola Politécnica, em Salvador, com a mesma terra trazida de Mucugê. Foi utilizada a mesma espécie de bambu *Bambusa vulgaris*, de touceira localizada no terreno da Universidade Federal da Bahia, para comparação com os corpos de prova executados em Mucugê quanto ao ataque de brocas aderência e rachadura.

3.2.1 Procedimento da coleta de dados

Para execução dos corpos de prova em escala reduzida foi considerada uma amostra representativa dos módulos estudados no item 2.9 sobre painéis modulados como proposta para a taipa de bambu *Bambusa vulgaris*. Esses corpos de prova foram executados para a avaliação e comparação qualitativa e quantitativa dos diversos modelos quanto a durabilidade do bambu na taipa em relação à degradação biológica, resistência do solo à rachaduras, aderência e resistência à compressão dos montantes de bambu do entramado.

3.2.1.1 Teste de Significância

Segundo DNIT (2006), analistas freqüentemente estão preocupados em saber se a diferença entre os valores das médias de duas amostras são estatisticamente significativas ou resultam de mero acaso. Para tanto é feito o Teste de Significância. Se duas amostras de mesmo tamanho são tomadas de uma mesma população, haverá provavelmente uma diferença entre suas médias, resultante do acaso na escolha das amostras. Se a diferença é tão grande que caia no extremo da curva Normal de Probabilidades, diz-se que há uma diferença significativa, sugerindo que as amostras sejam provenientes de populações distintas. O teste de significância será aplicado no item 3.2.2.7 Determinação da resistência à compressão. Foram feitos três modelos de corpos de prova exatamente iguais, retirados do mesmo colmo e da mesma touceira para cada amostra com o objetivo de atender ao tratamento estatístico da curva T-Student para pequenas amostras.

3.2.1.2 Ensaio de Solos

Para os estudos de solos utilizados nessa pesquisa foram realizados ensaios pela metodologia tradicional da mecânica dos solos utilizada no Brasil e também a metodologia Miniatura Compactada Tropical (MCT) específica para o estudo dos solos tropicais, apresentadas no item 2.5.

De acordo com a metodologia tradicional adotada no Brasil pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), foram efetuados os seguintes ensaios nas amostras de solo retiradas no município de Mucugê conforme relatórios apresentados no anexo A:

- Caracterização - Limite de Liquidez - LL – ME 122/94 (DNER, 1994);
- Limite de Plasticidade LP - ME 82/94 (DNER, 1994);
- Granulometria com sedimentação - ME 051/94 (DNER, 1994);
- Compactação - ME 129/94 (DNER, 1994)
- Índice de Suporte Califórnia - ISC com energia do Proctor normal - Norma - ME 049/04 (DNER, 1994);
- Equivalente de areia - ME 054/97 (DNER, 1994);

Para os ensaios com a metodologia MCT, descrita acima, foram efetuados os seguintes ensaios conforme relatórios apresentados no Anexo A:

- Compactação com equipamento Miniatura Mini-MCV - ME 228/94 (DNER, 1994);
- Solos compactados com equipamento miniatura - mini CBR e expansão - ME 254/97 (DNER, 1994);
- Solos compactados com equipamento miniatura - determinação da perda de massa por imersão - ME 256/97 (DNER, 1994);

Os resumos dos ensaios do anexo A estão apresentados nos quadros 35 e 36 a seguir:

RESULTADOS DOS ENSAIOS																				
REGISTRO	GRANULOMETRIA										LIMITES			CLASSIFICAÇÃO		COMPACTAÇÃO		I.S.C.(CBR)		
	PERCENTAGEM QUE PASSA										W _L	W _p	I _p	HRB	USCH	ENERGIA	Y _d	W _{et}	VALOR	EXP
	3"	1"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#60	#100	#200	(%)	(%)	(%)				AASHTO(IG)		(Kn/m)	(%)
0165/2010	100	100	98	98	98	97	93	82	64	48	27	18	9	A-4 (3)	SC	FN	17,36	14,03	10	0,2

REG	GRANULOMETRIA										EA	LL	IP	IG	CLASSIFICAÇÃO			FAIXA	OBSERVAÇÕES		
	PERCENTAGENS QUE PASSAM														HBR	UNIFICADO	AASHO				
	3"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200	(%)	(%)	(%)										
011/10											100	95	46	10	26	9	2	A-4	SC	F/F	MATERIAL COLETADO EM MUCUGÊ

Quadro 35 Quadro Resumo Ensaio de Caracterização

Fonte: Anexo A

* Observações: SC – Areia Argilosa F/F – Fora de Faixa

Reg	Granulometria - % que passa								Mini CBR (%)		RIS	Y máx	Umidade Ótima	Exp	Contração	Mini-MCV				ClassifMCT	
	2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	100	200	WM	IM	(%)	kg/cm ³	(%)	(%)	(%)	Pi (%)	d'	c'	e'	LA/LG'
011/10						100	95	52	46	11,4	4,8	42,1	1951	13,2	0,6	0,52	105,4	64,4	1,46	1,11	LA/LG'

Quadro 36 Características mecânicas e hidráulicas dos solos

Fonte: Anexo A

* Observações: LA'/LG' – Arenoso Laterítico / Argiloso Laterítico

Tendo em vista esses resultados, observa-se que o solo estudado possui a classificação LA'/LG' ou seja, solo argiloso laterítico. De acordo com as descrições efetuadas acima, esses solos apresentam características de aumento de resistência de forma irreversível, com os ciclos de molhagem e secagem, não sendo necessárias correções para aumento de resistência do solo, para o fim a que se propõe.

Existem vários tipos de estabilização com diversos materiais, que devem ser feitos quando o tipo de solo não é argiloso laterítico, nesse caso não é necessário, pois a característica mais importante que é o aumento de resistência com a molhagem e secagem já é garantida pelo tipo de solo encontrado. Entretanto, como ele apresenta contração (retração) é recomendável à utilização de uma proteção (reboco) com cal ou cimento, para obturação das fissuras decorrentes.

Segundo Araújo (2007), vários autores fornecem critérios, embora empíricos, para escolha do solo mais adequado para a construção da taipa. A adoção destes critérios auxilia a população a que se destina essa técnica que não tem recursos para fazer os ensaios necessários para uma melhor análise do solo. Ele recomenda a retirada do solo a uma profundidade de 40 cm, que possibilita a extração de um solo sem resíduos orgânicos e mais limpo de impurezas, como entulho, etc. A presença de impurezas prejudica a confecção do corpo de prova e pode interferir nos resultados. Neste estudo a terra foi retirada a um metro de profundidade para garantir uma amostra sem resíduos e impurezas.

Para escolha do melhor solo, entre os testes empíricos Neves (2005) recomenda o teste do rolo, ou o da bola proposta por Gieth e outros (1994). Outro teste expedito é o de ensaio e identificação dos grupos MCT onde Villibor e Nogami (1994) apresentaram simplificações do método. Este método baseia-se em determinações efetuadas em pastilhas que são moldadas em anéis, através da retração e perfuração com agulha. A escolha desses testes é recomendada quando não existe a possibilidade de realização de ensaios de laboratório, devido à simplicidade de execução e a resposta em relação à plasticidade ideal da mistura.

Neste trabalho os corpos de prova foram rebocados após três semanas da execução para que o barro secasse e retraísse nas mesmas condições do campo. Segundo Bottari (1999) a retração está completa após três semanas. Os painéis revestidos foram avaliados quanto à durabilidade do bambu dentro da taipa comparando com os painéis sem reboco. Todos os módulos utilizaram bambu retirado do meio do colmo para os montantes e para as taliscas com diâmetro médio de 4 cm.

3.2.1.3 Corpos de prova de Mucugê

Foram executados corpos de prova de terra, estruturados com entramados de bambu que foram confeccionados com montantes de 45 cm, no município de Mucugê no estado da Bahia, seguindo as seguintes etapas:

1ª Etapa – Preparação do bambu segundo Pereira e Beraldo (2007)

Os bambus da espécie *Bambusa vulgaris* foram colhidos na touceira no dia 13/12/2009. Foram colocados para secar durante três semanas, na sombra, em pé na touceira, Foram colocados na água corrente do rio obtido ao lado da touceira no dia 03 de janeiro de 2010. Foram retirados da água no dia 08 de fevereiro 2010, concluindo cinco semanas de imersão. Secaram à sombra durante quatro semanas. Os corpos de prova foram executados no dia 13 de fevereiro 2010 e a maioria dos colmos estava infestada pelo *dinoderus minutus* (broca).

2ª Etapa - Preparo dos corpos de prova.

O diâmetro médio dos montantes foi de 7 cm, a altura do corpo de prova foi de 45 cm e a largura de 30 cm. O bambu foi cortado em quatro partes iguais para confecção da talisca, o comprimento da talisca foi de 30 cm, conforme mostrado nas figuras 41 e 42.



Figura 41 Montantes de bambu cortados



Figura 42 Entramado em processo de execução

Todas as taliscas foram furadas com furadeira e pregadas no bambu com pregos. Como houve infestação do bambu tratado, foram feitos dois tipos de corpos de prova: o corpo de prova com bambu infestado com a broca (bambu tratado) e o corpo de prova com bambu colhido na touceira (bambu verde).

3ª Etapa - Determinação dos traços

Para o traço da mistura de terra e água foram empregados quatro baldes de 8 litros para a terra, dois regadores de 10 litros para a água. Foi feita uma forma de madeira com a dimensão de 47 x 32 cm para preenchimento dos módulos com a terra. A terra foi retirada a partir de uma profundidade de 1 m para evitar a presença de matéria orgânica. A mistura foi feita com a pá. Para o traço do reboco foram usadas 10 partes de terra, três partes de areia, e duas partes de cal. O reboco foi feito três semanas após a confecção dos corpos de prova para que estes secassem por completo.

No quadro 37 são apresentados os corpos de prova de taipa de bambu executados em Mucugê com três amostras de cada, denominados de CP A, B e C com entramados com bambu verde, bambu com broca e terra. Esses corpos de prova foram feitos com e sem reboco para avaliação da durabilidade do bambu dentro da terra.

Nº DE CORPOS DE PROVA	CORPO DE PROVA	TIPO DE ENTRAMADO
03	CP 01 A, B E C	BAMBU VERDE
03	CP 02 A, B E C	BAMBU C/ BROCA
03	CP 03 A, B E C	TERRA + REBOCO
03	CP 04 A, B E C	BAMBU C/ BROCA + TERRA
03	CP 05 A, B E C	BAMBU C/ BROCA + TERRA + REBOCO
03	CP 06 A, B E C	BAMBU VERDE + TERRA
03	CP 07 A, B E C	BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO

Quadro 37 Módulos de taipa de bambu executados em Mucugê – Bahia

A figura 43 mostra o desenho com as dimensões do entramado, a foto do entramado pronto com a forma e o corpo de prova já pronto executado em março de 2010.



Figura 43 Entramado, entramado na forma, corpo de prova pronto.

Os corpos de prova foram colocados para secar em uma varanda, onde ficaram expostos ao sol e à chuva, com a intenção de simular as mesmas condições de exposição que teriam se utilizados em uma casa. Segue o relatório fotográfico da execução dos corpos de prova para avaliação por um período de seis meses conforme figura 44 com as seqüências de fotos A, B, C, e D.

PRODUÇÃO DE CORPOS DE PROVA - MUCUGÊ DATA: MARÇO DE 2010



A Corpo de prova sendo preenchido com a terra utilizando forma de madeira



B Preenchimento de terra com 4cm e colocação do entramado



C Corpos de prova CP 07 sem a forma



D Corpos de prova secando em varanda

Figura 44 Relatório fotográfico - Março de 2010

Após a secagem e reboco dos corpos de prova, estes foram transferidos para um passeio externo, onde ficaram diretamente expostos ao sol e à chuva. Os corpos de prova CP 01 e 02 que foram executados somente com o entramado de bambu continuaram na varanda. Esses corpos de prova foram acompanhados visualmente durante seis meses do ano de 2010, para análise das rachaduras e da durabilidade do bambu. Na figura 45 são apresentadas fotografias das amostras tiradas em maio de 2010, passados três meses da data da produção.



Figura 45 Relatório fotográfico - Maio de 2010

Na figura 46 são apresentadas fotografias feitas em setembro de 2010, passados seis meses da data de produção.



Figura 46 Relatório fotográfico - Setembro de 2010

Nos corpos de prova CP 01, fotos A e B da figura 46 (Bambu verde sem terra), observou-se infestação no período de seis meses, com a evidência do pó eliminado pelas brocas em torno do corpo de prova. Nos corpos de prova CP 02, fotos C e D da figura 46 (Bambu com broca sem terra), observou-se aumento da infestação com predominância do pó eliminado pelas brocas em torno do corpo de prova. Os corpos de prova CP 03, foto E da figura 46 (Terra com reboco), apresentaram algumas rachaduras, principalmente nas

extremidades. Nos corpos de prova CP 04, foto F da figura 46 (Bambu com broca e terra), observou-se rachaduras com predominância de rachaduras grandes, principalmente nos locais das taliscas e montantes. A infestação da broca não evoluiu nestes montantes. Não foi encontrado inseto vivo. Nos corpos de prova CP 05, foto G da figura 46 (Bambu com broca e terra), observou-se que não houve rachaduras, a única rachadura aconteceu quando um dos corpos de prova foi deslocado para a posição vertical. A infestação da broca não evoluiu nos montantes. Não foi encontrado inseto vivo. Nos corpos de prova CP 06, foto H da figura 46 (Bambu verde e terra), observou-se rachaduras com predominância de rachaduras grandes principalmente nos locais das taliscas e montantes. Não houve infestação de broca. Nos corpos de prova CP 07, foto I da figura 46 (Bambu verde, terra e reboco), não observou-se rachaduras. Não foi observado infestação de broca. Todas as medidas de diâmetro interno, diâmetro externo e peso dos montantes foram colocados posteriormente em quadros para análise da perda de resistência mecânica devido à degradação biológica na apresentação de resultados para posterior comparação com os montantes executados na Escola Politécnica quanto à resistência à compressão.

3.2.1.4 Corpos de prova para análise do espaçamento do entramado em relação às rachaduras - Escola Politécnica

Para melhor análise da influência do espaçamento do entramado nas rachaduras do corpo de prova realizaram-se na Escola Politécnica três corpos de prova iguais aos já executados em Mucugê, com espaçamento de 15 x 15 cm e 22.5 x 15 cm, nestes corpos de prova foram avaliados o comportamento da terra quanto à rachadura de acordo com o espaçamento da talisca. Os bambus da espécie *Bambusa vulgaris* foram colhidos na touceira da Escola Politécnica no dia 13 de maio de 2010 e cortados nas dimensões dos entramados. A terra foi trazida para Salvador do município de Mucugê, o enchimento do corpo de prova com a terra (execução da taipa) foi realizado no dia 22 de maio de 2010.

1ª Etapa – Confeção do entramado

Todas as taliscas foram furadas com furadeira e pregadas no bambu com pregos. O diâmetro médio dos montantes foi de 7 cm, a altura do módulo foi de 45 cm a largura do módulo foi de 30 cm. O bambu foi cortado em quatro partes iguais para confecção da talisca. O comprimento da talisca foi de 30 cm.

2ª Etapa: Determinação dos traços

O traço da terra e da água para a execução da taipa para um entramado de 0,45 x 0,30 cm foi um balde de 8 litros de terra, 1/12 baldes de 8 litros de água, o que corresponde a 0,66 litros por balde. Foi feita uma forma de madeira com a dimensão de 47 x 32 cm para preenchimento dos entramados com a terra. A terra foi retirada no município de Mucugê, a partir de uma profundidade de 1 m para evitar presença de matéria orgânica, e trazida para Salvador onde foi feita a sua classificação conforme relatório do apêndice A. A mistura da terra com a água para a taipa foi feita pisando no barro. Foram três ciclos de pisadas para cada três baldes de terra para a confecção de três entramados.

Foram feitos dois modelos de entramados, conforme mostrado na figura 47, para verificação do comportamento das rachaduras de acordo com o espaçamento das taliscas do entramado, os corpos de prova não foram rebocados para melhor análise das rachaduras. Para cada modelo foram executados três corpos de prova CP 01 com quatro taliscas horizontais e três corpos de prova CP 02 com três taliscas horizontais, totalizando seis corpos de prova.

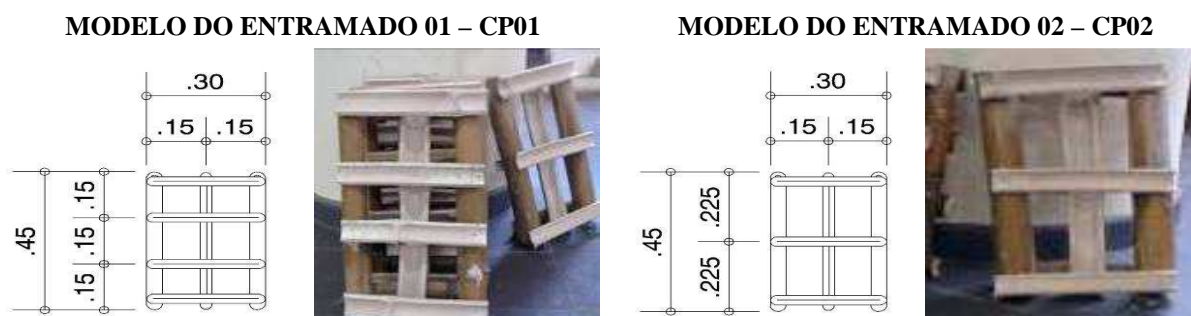


Figura 47 Desenho e foto dos entramados com 4 e 3 taliscas horizontais



Figura 48 Relatório da execução dos módulos na Escola Politécnica – Maio 2010

SITUAÇÃO DOS MÓDULOS APÓS 1ª SEMANA DA EXECUÇÃO**DATA: 29/05/2010****A** Rachadura após a 1ª semana**B** Detalhe do CP 02**C** Detalhe do CP 01

Figura 49 Relatório da situação dos módulos após a 1ª semana da execução.

SITUAÇÃO DOS MÓDULOS APÓS 2ª SEMANA DA EXECUÇÃO**DATA: 03/06/2010****A** Detalhe da rachadura média de 0,7cm**B** Rachaduras no CP 01 após a 2ª semana**C** Rachaduras no CP 02 marcadas com escalímetro

Figura 50 Relatório da situação dos módulos após a 2ª semana da execução

SITUAÇÃO DOS MÓDULOS APÓS 4ª SEMANA DA EXECUÇÃO DATA: 16/06/2010**A** Rachaduras após a 4ª semana**B** Detalhe das rachaduras nos CPs

Figura 51 Relatório da situação dos módulos após a 4ª semana da execução

Após análise das figuras 48 a 51, observou-se que as rachaduras sempre aconteceram nos locais das taliscas. Os corpos de prova com quatro taliscas racharam mais. Adotou-se para os corpos de prova executados na Escola Politécnica, apenas três taliscas para diminuir a possibilidade de entrada das brocas pelas rachaduras.

Após essa análise, os corpos de prova (CP) foram executados na Escola Politécnica. Os entramados de bambu foram executados com espaçamento de 22 x 22 cm, diâmetro médio

dos montantes de 4cm e dimensão do entramado de 26 x 26 cm. Após a realização dos protótipos para análise do espaçamento, o tamanho do corpo de prova foi reduzido já que a dimensão inicial de 45 x 30 cm mostrou-se muito pesada, podendo partir-se no manuseio. Assim, determinou-se o tamanho do corpo de prova com a dimensão de 30 x 30 cm.

3.2.1.5 Corpos de prova da Escola Politécnica

Foram executados corpos de prova na Escola Politécnica com a mesma terra trazida de Mucugê e utilizando a mesma espécie de bambu, *Bambusa vulgaris* de touceira localizada no terreno da Universidade, para comparação com os corpos de prova executados no campo. Os bambus da espécie *Bambusa vulgaris* foram colhidos na touceira no dia 18 de setembro de 2010. Os montantes para execução do entramado foram cortados no mesmo dia, com serra circular, na marcenaria do Laboratório de Madeiras. Uma parte dos montantes foi guardada dentro de saco plástico fechado para evitar infestação de broca. A outra parte foi colocada junto com bambus já infestados para aceleração da infestação por brocas.

1ª Etapa – Confeção dos entramados

Os corpos de prova foram executados no dia 25 de setembro de 2010, com as dimensões de diâmetro médio dos montantes de 4 cm, altura dos montantes de 26 cm, as dimensões finais adotadas foram de 30x30x10 cm. O bambu foi cortado em quatro partes iguais pela facilidade no corte, ficando com uma espessura que garantisse a estabilidade do entramado para confecção da talisca. Abaixo figura 52 A mostrando touceira do bambu *Bambusa Vulgaris* na Escola Politécnica e figura 52 B mostrando o corte dos montantes na marcenaria do laboratório de madeiras da Escola Politécnica.



A Colheita do bambu



B Corte do bambu

Figura 52 Colheita e corte do *Bambusa vulgaris* - Escola Politécnica – Salvador /BA

Abaixo figura 53 com as seqüências de fotos de A até C mostrando a confecção do entramado. A amarração foi feita de arame, já que nos corpos de prova feitos em Mucugê e na Escola Politécnica para análise do espaçamento das taliscas ocorreram rachaduras nos montantes após a secagem dos mesmos, nos locais onde foram feitos os furos com furadeira para fixação das taliscas com pregos.



A Corte dos montantes de bambu

B Entramado - processo de execução

C Entramado pronto

Figura 53 Confeção dos entramados dos corpos de prova

Nos montantes foram medidos com paquímetro o diâmetro interno e o diâmetro externo sendo feitas duas medidas para cada lado. Todos os montantes foram pesados, conforme figura 54 abaixo:



A Medindo com paquímetro

B Marcação dos diâmetros

C Pesagem na balança

Figura 54 Medidas dos montantes dos corpos de prova

Foram feitos dois tipos de corpos de prova, o primeiro com bambu infestado com a broca e segundo com bambu verde colhido na touceira para comparação da evolução da infestação da broca dentro da terra.

2ª Etapa – Determinação do traço.

O traço da mistura para preencher um corpo de prova de 30x30 cm foi de dois baldes de 5 litros de terra o que corresponde a 10 litros para 1,5 litros de água. Foi feita uma forma de madeira com a dimensão de 30x30 cm para preenchimento dos corpos de prova com a terra. A terra foi trazida do município de Mucugê e retirada a partir de uma profundidade de 1 m para

evitar matéria orgânica. A mistura foi feita com a pá. O traço do reboco foi de dez partes de terra, três de areia e duas partes de cal. Foi utilizado o mesmo traço dos corpos de prova de Mucugê. O reboco foi feito três semanas após a confecção dos corpos de prova para que estes secassem por completo. Foi feita uma moldura de 30x30 cm para confecção do corpo de prova conforme figura 55.



Figura 55 Moldura de madeira para a produção do corpo de prova.

Foram executados três corpos de prova de cada modelo de entramado conforme quadro 38 abaixo:

Nº DE CORPOS DE PROVA	CORPO DE PROVA	MÓDULOS
3	CP 08 A, B E C	BAMBU VERDE
3	CP 09 A, B E C	BAMBU C/ BROCA
3	CP 10 A, B E C	TERRA + REBOCO
3	CP 11 A, B E C	BAMBU C/ BROCA + TERRA
3	CP 12 A, B E C	BAMBU C/ BROCA + TERRA + REBOCO
3	CP 13 A, B E C	BAMBU VERDE + TERRA
3	CP 14 A, B E C	BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO

Quadro 38 Corpos de prova de taipa de bambu executados na Escola Politécnica da UFBA – Bahia.

Todas as medidas de diâmetro interno, diâmetro externo e peso dos montantes foram tirados para análise da perda de resistência mecânica devido à degradação biológica e comparação com os montantes executados em Mucugê. Os corpos de prova foram colocados para secar em uma tenda, onde ficaram expostos ao sol e à chuva, com a intenção de simular as mesmas condições de exposição que teriam se utilizados em uma casa. Esses corpos de prova foram acompanhados visualmente durante o período de seis meses, de setembro de 2010 a fevereiro de 2011, para análise das rachaduras e da durabilidade do bambu e comparação com os corpos de prova de Mucugê. Abaixo corpos de prova executados em setembro de 2011, conforme figura 56 fotos A até I, preenchidos e colocados para secar:

PRODUÇÃO DOS MÓDULOS NA ESCOLA POLITÉCNICA

DATA: 25/09/2010



A Preenchimento de camada com 2cm e colocação do entramado



B CPs sendo preenchidos com a terra utilizando forma de madeira.



C Corpos de Prova CP 08 A,B e C – Entramado de Bambu verde



D CP 09 A, B e C – Entramado de Bambu com broca



E Corpos de prova CP 10 A, B e C – Módulo de Terra com reboco



F Corpos de prova CP 11 A, B e C – Módulo de bambu com broca + terra da Politécnica



G Corpos de prova CP 12 A, B e C - Módulo de bambu com broca + terra da Politécnica+ reboco



H Corpos de prova CP 13 A, B e C – Modulo de bambu verde + terra



I Corpos de prova CP 14 A, B e C - Modulo de bambu verde + terra + reboco

Figura 56 Etapas de produção dos módulos da Escola Politécnica em Setembro 2010

Na figura 57 a seguir são apresentadas as fotografias feitas em novembro de 2010, passados três meses da produção.

PRODUÇÃO DOS MÓDULOS NA ESCOLA POLITÉCNICA

DATA: 04/11/2010



A Corpos de Prova CP 08 A,B e C – Entramado de Bambu verde



B CP 09 A, B e C – Entramado de Bambu com broca e cupim



C Corpos de prova CP 10 A, B e C – Modulo de Terra com reboco



D Corpos de prova CP 11 A, B e C – Módulo de bambu com broca + terra



E Corpos de prova CP 12 A, B e C - Módulo de bambu com broca + terra + reboco



F Corpos de prova CP 13 A, B e C – Modulo de bambu verde + terra



G Corpos de prova CP 14 A, B e C - Modulo de bambu verde + terra + reboco



H Detalhe das rachaduras



I Detalhe de ataque do cupim no entramado inicialmente atacado pela broca

Figura 57 Etapas de produção dos módulos da Escola Politécnica em Novembro de 2011

Na figura 58 a seguir são apresentadas as fotografias das amostras feitas em fevereiro de 2011, seis meses após sua produção.

PRODUÇÃO DOS MÓDULOS NA ESCOLA POLITÉCNICA

DATA: 05/02/2011



A CP 08 E 09 A, B e C –
Entramado de Bambu verde e
Bambu com broca e cupim



B CP 10 A, B e C – Módulo de Terra
com reboco



C CP 11 A, B e C – Módulo de
bambu com broca + terra



D Corpos de prova CP 12 A, B e C
- Módulo de bambu com broca +
terra + reboco



E Corpos de prova CP 13 A, B e C –
Modulo de bambu verde + terra



F Corpos de prova CP 14 A, B e C -
Modulo de bambu verde + terra +
reboco



G Ataque de cupins na talisca



H Detalhe de ataque de cupim em
montante exposto



I Ataque de cupim em montante
exposto



J Demolição dos Corpos de Prova



K Entramado após retirada da terra



L Todos os entramados já sem a terra

Figura 58 Etapas de produção dos módulos da Escola Politécnica em Fevereiro de 2011

Foi feita análise visual em fevereiro de 2011 conforme mostra a figura 58, fotos de A até L. Nos corpos de prova CP 08, foto A da figura 58 (Bambu verde sem terra), observou-se infestação ao longo do período de seis meses pelo cupim, com a deterioração quase completa do corpo de prova. Os corpos de prova CP 09, foto A da figura 58 (Bambu infestado sem

terra), confeccionados já com infestação de broca, foram atacados por cupins e após seis meses estavam completamente deteriorados. Os corpos de prova CP 10, foto B da figura 58 (Terra com reboco), apresentaram poucas rachaduras. Nos corpos de prova CP 11, foto C da figura 58 (Bambu com broca e terra), houve rachaduras com predominância de rachaduras grandes principalmente nos locais das taliscas e montantes. Neste caso, houve vazamento localizado na cobertura e os corpos de prova receberam chuva de maneira direta, dissolvendo parte da terra, a infestação da broca não evoluiu nestes montantes.

Nos corpos de prova CP 12, foto D da figura 58 (Bambu com broca, terra e reboco), não houve rachaduras, a infestação da broca não evoluiu nos montantes, e não foi encontrado inseto vivo. Nos corpos de prova CP 13, foto E da figura 58 (Bambu verde e terra), houve rachaduras com predominância de rachaduras grandes, não houve infestação de brocas. Nos corpos de prova CP 14, foto F da figura 58 (Bambu verde, terra e reboco), não houve rachaduras e não houve infestação de broca. Nas fotos G até I da figura 58, detalhes da infestação de cupins, que atacaram os bambus expostos na Escola Politécnica. As fotos J até L da figura 58 mostram a retirada da terra após seis meses para análise dos montantes.

Todas as medidas de diâmetro interno, diâmetro externo dos montantes foram colocados em quadros na apresentação de resultados para análise da perda de resistência mecânica devido à degradação biológica para comparação com os montantes executados em Mucugê.

3.2.2 Apresentação e discussão dos resultados

Os resultados estão apresentados de maneira qualitativa através de análise visual e quantitativa através de tabelas, gráficos e ensaios.

3.2.2.1 Corpos de prova de Mucugê

Após análise visual e do registro fotográfico das figuras 44 a 46 realizadas nos corpos de prova executados em Mucugê no período de seis meses, constatou-se que não ocorreu o ataque do bambu por agentes biológicos do tipo brocas no entramado devido ao recobrimento do mesmo com a terra. Mesmo quando parcialmente exposto nos locais das rachaduras, estes

não foram atacados. Já os entramados expostos sem enchimento de terra foram atacados pela broca entre um e dois meses. Os entramados já infestados e expostos tiveram aumento da infestação com aumento de resíduo produzido pelo ataque de brocas (“pó”) em torno destes.

3.2.2.2 Espaçamento do entramado em relação às rachaduras - Escola Politécnica

Após análise visual e do registro fotográfico das figuras 48 a 51 observou-se que houve menos rachadura no entramado executado com o espaçamento maior entre as taliscas, o tamanho do módulo foi reduzido após a realização dos protótipos para análise do espaçamento, ficando com tamanho final de 30x30 cm.

3.2.2.3 Corpos de prova da Escola Politécnica

Após análise visual e do relatório fotográfico das figuras 56 a 58 realizadas nos corpos de prova executados na Escola Politécnica no período de seis meses constatou-se, usando o bambu do entorno da Escola Politécnica e a terra oriunda de Mucugê, que o comportamento das rachaduras e aderência da terra nos corpos de prova foi similar aos resultados obtidos nos corpos de prova de Mucugê no mesmo período (seis meses).

Não ocorreu o ataque do bambu por agentes biológicos nos entramados devido ao recobrimento dos mesmos com a terra, já os entramados expostos sem enchimento de terra foram atacados inicialmente pela broca e depois pelo cupim entre um e dois meses. Os entramados já infestados e expostos tiveram aumento da infestação com aumento de pó em torno destes, as taliscas ficaram completamente degradadas e os montantes ociosos, mostrando que o cupim teve uma ação mais rápida que a broca.

3.2.2.4 Temperatura e umidade das regiões estudadas

Foram estudados os dois grandes ciclos de temperatura representados pelo inverno e verão, considerando que na região estudada, na Bahia, estas são as duas estações predominantes. Conforme Normais Climatológicas (1961-1990) da Secretaria Nacional de Irrigação foram consideradas a variação de temperatura e umidade relativa de Lençóis, no período de trinta anos (1961 a 1990), pois apresenta a estação existente mais próxima e com clima semelhante ao da cidade de Mucugê, e temperatura e umidade relativa de Salvador. Nestes locais foram construídos os protótipos em condições normais de temperatura e umidade que serviram de comparação e análise quanto à rachadura e durabilidade do bambu exposto à degradação biológica.

Esses corpos de prova ficaram expostos ao ambiente durante o período de seis meses. Após esse período foram desmanchados, foi feita avaliação visual quanto à rachaduras, aderência e os montantes avaliados quanto à degradação biológica às brocas e fungos e comparação quanto à resistência à compressão antes e depois de executados. No quadro 39 compilação dos dados de Normais Climatológicas (1961-1990) da Secretaria Nacional de Irrigação para Mucugê e Salvador referentes à umidade e temperatura mínimas e máximas.

ESTAÇÃO	LOCAL	UMIDADE/TEMPERATURA	
VERÃO	Lençóis	UMIDADE MÁXIMA 77,6%	TEMPERATURA MÁXIMA 30,5°
		UMIDADE MÍNIMA 73,0%	TEMPERATURA MÍNIMA 19,2°
	Salvador	UMIDADE MÁXIMA 81,5%	TEMPERATURA MÁXIMA 29,3°
		UMIDADE MÍNIMA 79,0%	TEMPERATURA MÍNIMA 23,4°
INVERNO	Lençóis	UMIDADE MÁXIMA 82%	TEMPERATURA MÁXIMA 27,9°
		UMIDADE MÍNIMA 72,8%	TEMPERATURA MÍNIMA 17,4°
	Salvador	UMIDADE MÁXIMA 83,1%	TEMPERATURA MÁXIMA 27,1°
		UMIDADE MÍNIMA 79,6%	TEMPERATURA MÍNIMA 22,1°

Quadro 39 Temperatura e umidade nas regiões de Lençóis e Salvador

Esses dados foram obtidos para que na comparação dos corpos de prova de Mucugê e Salvador possam ser consideradas as diferenças de temperatura e umidade entre as duas regiões. Os corpos de prova de Mucugê foram analisados com relação à rachadura da terra, considerando a média de dados coletados quanto à umidade e temperatura.

Durante o período observado, notou-se que as rachaduras ocorreram logo após a confecção do corpo de prova, estabilizando-se a partir de 21 dias, quando a metade dos corpos de prova foi rebocada. Após esse procedimento observou-se que no período de seis meses não

surgiram rachaduras nos corpos de prova rebocados, e nos corpos de prova sem reboco as rachaduras continuaram estabilizadas.

Os corpos de prova de Salvador foram analisados em relação à rachadura da terra, considerando a média de dados coletados quanto à umidade e temperatura. Neste período notou-se que as rachaduras ocorreram logo após a confecção do corpo de prova, estabilizando-se em torno de 21 dias, quando foram rebocados metade dos corpos de prova. Após esse procedimento observou-se que no período de seis meses surgiram poucas rachaduras nos corpos de prova rebocados, e nos corpos de prova sem reboco as rachaduras mantiveram-se estáveis.

3.2.2.5 Percepção visual quanto à rachadura e aderência.

Foram preenchidas tabelas com análise da percepção visual quanto à rachadura e aderência da terra ao entramado, e degradação biológica dos montantes com o registro de fotos no início, meio e fim do ensaio de Mucugê, conforme quadro 40, e registro de fotos no início meio e fim do ensaio da Escola Politécnica, conforme mostrado no quadro 41.

Nos bambus com broca a identificação do ataque intenso de brocas ou cupim fica demonstrada pela presença do pó ao redor do entramado. No ataque moderado a identificação se deu pela presença de furos no entramado, com a ausência de pó.

Para as rachaduras, considerou-se uma pequena rachadura, aquela com variação de 1 a 3 mm de espessura e até 4 cm de comprimento, e as rachaduras grandes tinham dimensões acima desses valores.

A aderência foi considerada boa, quando o corpo de prova se manteve inteiro sem perda de partes do mesmo. Quando a peça apresentou rachaduras médias com descolamento de pequenos segmentos de terra (até 2 cm²) foi considerada pouca aderência e nenhuma aderência nos casos em que as rachaduras foram maiores que 5 mm de espessura com o comprimento maior que 10 cm ocorrendo descolamento de terra (entre 2 e 10 cm² aproximadamente).

As definições nenhum, moderado e intenso para o bambu, nenhuma, pequena e grande para as rachaduras e nenhuma, pouca e boa para a aderência são da autora a partir da observação do comportamento dos corpos de prova.

PERÍODO		INÍCIO DO ENSAIO Mucugê Data: MARÇO 2010	MEIO DO ENSAIO Mucugê Data: MAIO 2010	FIM DO ENSAIO Mucugê Data: SETEMBRO 2010
CORPOS DE PROVA				
CP 01 A, B e C BAMBU VERDE	FOTO			
ATAQUE DE BROCAS (nenhum/moderado/inten)		NENHUM	MODERADO	INTENSO
CP 02 A, B e C BAMBU COM BROCA	FOTO			
ATAQUE DE BROCAS (nenh/mod/inten)		MODERADO	MODERADO	INTENSO
CP 03 A, B e C TERRA + REBOCO	FOTO			
RACHADURA(n/p/g)		NENHUMA	PEQUENA	PEQUENA
ADERENCIA(n/p/b)		BOA	BOA	BOA
CP 04 A, B e C BAMBU COM BROCA + TERRA	FOTO			
RACHADURA(n/p/g)		NENHUMA	GRANDE	GRANDE
ADERENCIA(n/p/b)		BOA	POUCA	POUCA
CP 05 A, B e C BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	FOTO			
RACHADURA(n/p/g)		NENHUMA	NENHUMA	NENHUMA
ADERENCIA(n/p/b)		BOA	BOA	BOA
CP 06 A, B e C BAMBU VERDE + TERRA	FOTO			
RACHADURA(n/p/g)		NENHUMA	GRANDE	GRANDE
ADERENCIA(n/p/b)		BOA	POUCA	POUCA
CP 07 A, B e C BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	FOTO			
RACHADURA(n/p/g)		NENHUMA	NENHUMA	NENHUMA
ADERENCIA(n/p/b)		BOA	BOA	BOA

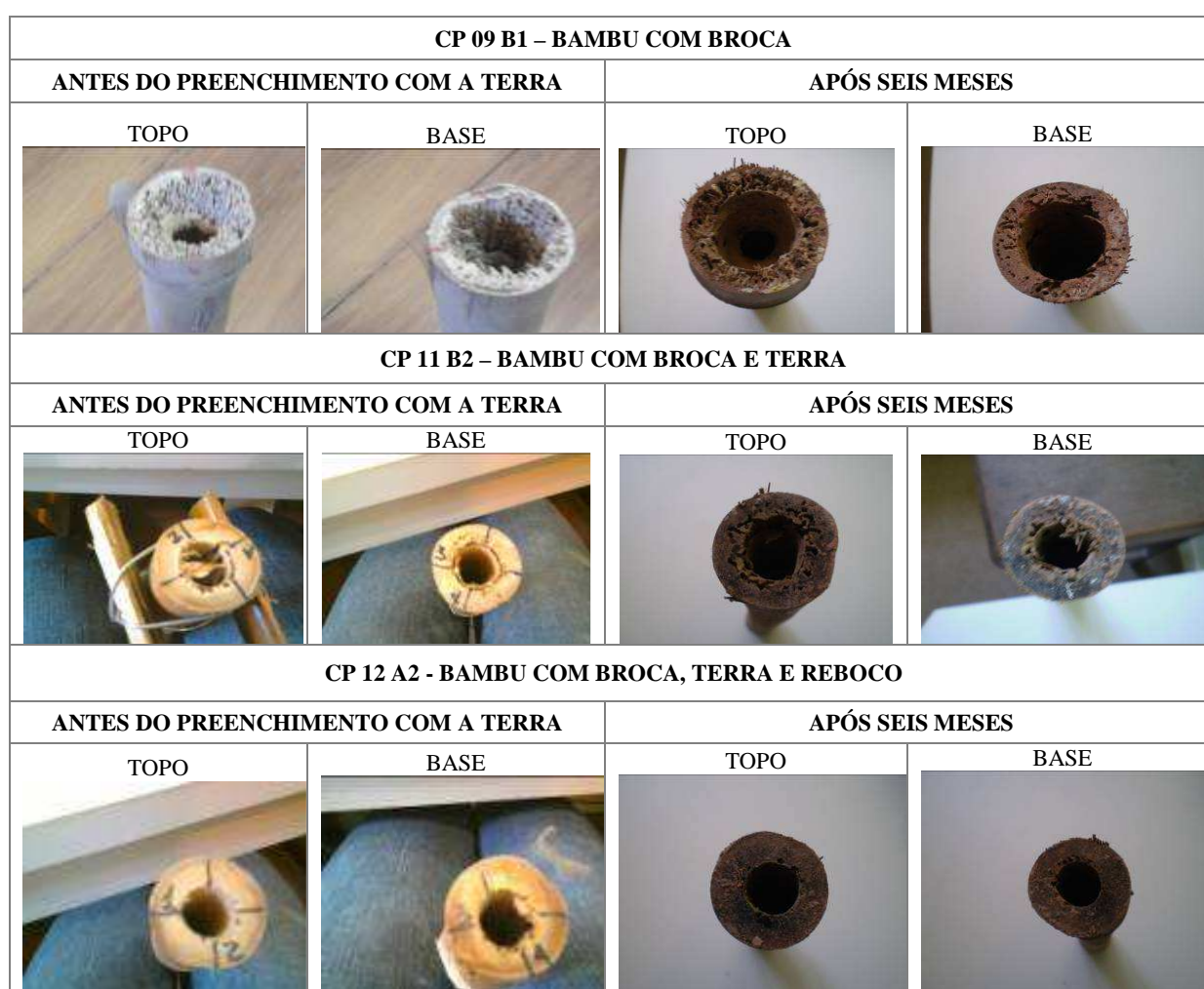
Quadro 40 Percepção visual quanto à rachadura e aderência – CPs de Mucugê

PERÍODO		INÍCIO DO ENSAIO Politécnica Data: Setembro 2010	MEIO DO ENSAIO Politécnica Data: Novembro 2010	FIM DO ENSAIO Politécnica Data: Fevereiro 2011
CORPOS DE PROVA				
CP 08 A, B e C BAMBU VERDE	FOTO			
ATAQUE DE CUPIM (nen/mod/inten)		NENHUM	INTENSO	INTENSO
CP 09 A, B e C BAMBU COM BROCA	FOTO			
ATAQUE DE BROCAS/ CUPIM(nenh/mod/inten)		MODERADO	INTENSO	INTENSO
CP 10 A, B e C TERRA + REBOCO	FOTO			
RACHADURA(n/p/g)		NENHUMA	PEQUENA	PEQUENA
ADERENCIA(n/p/b)		BOA	BOA	BOA
CP11 A, B e C BAMBU COM BROCA + TERRA	FOTO			
RACHADURA(n/p/g)		NENHUMA	GRANDE	GRANDE
ADERENCIA(n/p/b)		BOA	POUCA	POUCA
CP 12 A, B e C BAMBU COM BROCA + TERRA+ REBOCO	FOTO			
RACHADURA(n/p/g)		NENHUMA	NENHUMA	PEQUENA
ADERENCIA(n/p/b)		BOA	BOA	BOA
CP 13 A, B e C BAMBU VERDE + TERRA	FOTO			
RACHADURA(n/p/g)		NENHUMA	GRANDE	GRANDE
ADERENCIA(n/p/b)		BOA	POUCA	POUCA
CP 14 A, B e C BAMBU VERDE + TERRA+ REBOCO	FOTO			
RACHADURA(n/p/g)		NENHUMA	NENHUMA	NENHUMA
ADERENCIA(n/p/b)		BOA	BOA	BOA

Quadro 41 Percepção visual quanto à rachadura e aderência – CPs da Escola Politécnica

3.2.2.6 Percepção visual quanto à degradação biológica dos montantes.

Após execução de quadro com a percepção visual da degradação biológica dos corpos de prova foi feito um estudo mais detalhado quanto à degradação biológica analisando alguns montantes escolhidos aleatoriamente dos corpos de prova executados na Escola Politécnica. Foram escolhidos os montantes de bambu com broca dos corpos de prova CP 09, 11 e 12 executados na Escola Politécnica. Esses montantes foram fotografados em suas seções para comparação quando da retirada da terra, após seis meses, a fim de detectar o possível aumento de infestação da broca.



Quadro 42 Montantes CP 11 A1 e A2, B1 e B2 e C1 e C2

Conforme quadro 42, observou-se que houve aumento de infestação no bambu com broca (CP 09 B1), após seis meses os montantes encontravam-se completamente ocos, mas nos montantes protegidos pela terra (CP 11 B2 e CP 12 B2) a infestação não evoluiu apresentando a mesma aparência após seis meses.

3.2.2.7 Determinação da resistência à compressão paralela as fibras

Para análise da resistência à compressão do bambu foram retirados dos entramados corpos de prova para ensaio de compressão paralela as fibras. Neste trabalho os ensaios de compressão foram feitos com o bambu verde retirado, no máximo, uma semana após a colheita, e com o bambu com broca para análise da perda da resistência devido à infestação. Estes ensaios foram executados com corpos de prova cuja relação entre o comprimento e o diâmetro externo (L/DE) manteve-se próximo da faixa de 6,18, preservando-se a condição de compressão simples segundo Amaral, Tanizaki (2002). Para tanto se determinou o comprimento do corpo de prova entre 200 mm e 260 mm e o diâmetro em torno de 40 mm. Sob esta relação geométrica a esbelteza é pequena. Desta forma as tensões máximas de resistência à compressão obtidas nos ensaios independem do fenômeno de flambagem e assim indicam a resistência máxima à compressão simples do bambu.

No ensaio o bambu foi serrado aleatoriamente com nós e sem nós, com comprimento de 200 mm para os corpos de prova de Mucugê (o montante de 400 mm de comprimento foi dividido em dois) e 260 mm para os corpos de prova da Escola Politécnica (o montante neste caso foi reduzido para 260 mm facilitando o transporte do corpo de prova). As seções de corte foram executadas de maneira que permitisse um posicionamento adequado durante o ensaio com a carga axial. Tendo em vista as distorções naturais do material, os ângulos de posicionamento do corte foram avaliados caso a caso. Os cortes foram realizados com serra circular da marcenaria do Laboratório de Madeira da Escola Politécnica. Os corpos de prova foram marcados para identificação, seguindo-se a medição do diâmetro com o paquímetro, trena para os comprimentos, e balança com precisão de $1.000 \times 0,1$ gramas para o peso obedecendo-se a seguinte regra: comprimento total L ; diâmetro externo DE igual à média das medições nas extremidades do corpo de prova; diâmetro interno DI , igual à média das medições nas extremidades internas. Em todos os locais o valor considerado significa um valor médio de medições com rotação do corpo de prova, assim o diâmetro externo e o interno resultam de quatro medições com rotações de 90° . Os corpos de prova foram diferenciados por seqüência numérica. Para comparação da resistência à compressão foi determinada a umidade média de amostras representativas dos montantes utilizados.

Para determinação desta umidade foram usados corpos de prova dos mesmos colmos utilizados para confecção dos entramados e que não foram submetidos ao ensaio de

durabilidade. Foram feitos os ensaios em montantes de bambu verde com o máximo de uma semana de colhido, montantes de bambu com broca com aproximadamente um mês de colhido e montantes de bambu verde após seis meses dentro da terra. A umidade dos montantes determinada segundo a NBR7190 (1997), a partir da diferença do peso de doze amostras deste mesmo bambu seco em estufa com uma temperatura de 103° C +/- 2. Foram obtidas as médias de 100,29% de umidade para o bambu verde, de 26,09% de umidade para o bambu com broca com três meses de colhido, de 12,06% de umidade para o bambu verde após seis meses dentro da terra conforme quadro 43, elaborado pela autora (tabelas completas no Apêndice B). As amostras de bambu foram ensaiadas para determinação da resistência à compressão nessas três situações de umidade.

BAMBU	PESO INICIAL	PESO C/ 1 DIA DE SECAGEM NA ESTUFA(g)	PESO C/ 2 DIAS DE SECAGEM NA ESTUFA(g)	PESO C/ 3 DIAS DE SECAGEM NA ESTUFA(g)	PESO C/ 5 DIAS DE SECAGEM NA ESTUFA(g)	UMIDADE (PU-PS)/PS %
MÉDIA B1 À B12 BAMBU VERDE	135,94	70,33	69,62	69,38	68,74	100,29
MÉDIA B1 À B27 BAMBU C/ 3 MESES	128,36	103,06	102,66	102,42	102,13	26,09
MÉDIA CP 07A1a À CP07C2b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO (MUCUGÊ) C/6 MESES	150,76	135,33	134,77	134,60	134,56	12,06
PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G ESTUFA DE SECAGEM E ESTERILIZAÇÃO MODELO 315 SE FANEM						

Quadro 43 Determinação da umidade do bambu verde, com 3 e 6 meses de colhido - Apêndice B

Para a determinação da resistência à compressão os ensaios foram efetuados na prensa universal para Ensaio de Compressão modelo WPN, capacidade 30 toneladas, escala de 0 a 6 toneladas com divisão 30 kilogramas força do Laboratório do Departamento de Ciência e Tecnologia dos Materiais – DCTM da Escola Politécnica conforme figura 59.



Figura 59 Ensaio de Compressão dos corpos de prova

Após esses ensaios foram elaborados quadros com os dados dos montantes necessários para análise da resistência à compressão, conforme apêndices C a P (no apêndice C, exemplo de quadro completo feito para todos os montantes, juntamente com o quadro resumo

apresentando os dados mais relevantes). Nos quadros apresentados a partir do capítulo 3.2.2.7.1 apresentam-se as médias dos dados completos dos apêndices.

Os dados de compressão foram obtidos em kgf/mm^2 o que corresponde a 9,80665 Mpa. Nos ensaios de compressão foram classificados quatro tipos de ruptura de acordo com a ocorrência nos ensaios realizados. Os tipos de ruptura que mais ocorreram nos ensaios foram rachaduras paralelas às fibras, dobramento da parte inferior com rachadura paralela as fibras, dobramento da parte superior com rachadura paralela as fibras e dobramento das fibras na parte central, apresentados conforme figuras 60 a 63 a seguir:

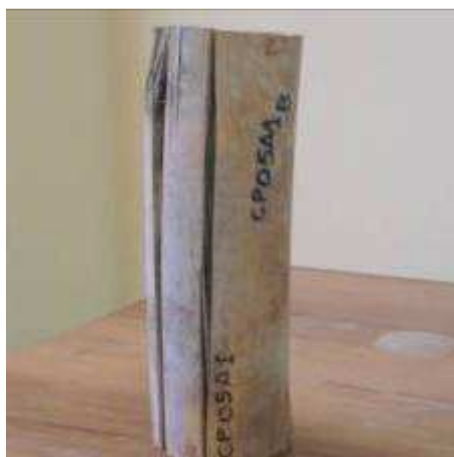


Figura 60 Rachadura paralela as fibras



Figura 61 Dobramento na parte inferior



Figura 62 Dobramento na parte superior



Figura 63 Dobramento das fibras na parte central

Para análise estatística dos corpos de prova submetidos ao ensaio de resistência à compressão foi efetuado o teste de Significância. Para decidir se duas amostras provêm de uma mesma população ou não, escolhe-se preliminarmente um determinado nível de significância e, em função do tamanho “n” da amostra, utilizam-se os testes da curva

“normal” (z) ou testes da curva de “student” (T). Neste caso, como o número de elementos das amostras varia de três a doze amostras, foi usado o Teste da curva de “student”.

O teste da curva de Student (T) é feito para amostras com menos de 30 observações. A curva de Student é semelhante à curva normal, porém com caudas um pouco mais altas. O teste é feito com uso da equação:

$$t_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}} \cdot \frac{\sqrt{n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 - 2)}}{n_1 + n_2}$$

onde:

T = distribuição de Student

T₀ = variável Student calculada

x₁ = média da primeira amostra

x₂ = média da segunda amostra

μ₁ = média da população da primeira amostra

μ₂ = média da população da segunda amostra

n₁ = número de observações da primeira amostra

n₂ = número de observações da segunda amostra

S₁ = desvio padrão da primeira amostra

S₂ = desvio padrão da segunda amostra

μ₁ = μ₂ quando se deseja verificar se as amostras provêm de uma mesma população, resultando em uma fórmula mais simples, sem os valores μ:

$$t_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}} \cdot \frac{\sqrt{n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 - 2)}}{n_1 + n_2}$$

Onde n₁ + n₂ - 2 é o número de graus de liberdade (g). O valor t₀ é então comparado com o valor crítico (t_c) retirado do quadro 44 de acordo com um nível especificado de significância (α) e o número de graus de liberdade (g). Se t₀ > t_c as amostras provêm de populações diferentes (diferença significativa entre as médias). Se t₀ < t_c não se pode afirmar que as populações sejam diferentes (não há diferença significativa entre as médias). O valor

do nível de significância de $\alpha = 0,05$ corresponde à probabilidade de 95% de ser correta a decisão tomada. Esse nível é frequentemente escolhido, embora se considere valores de α entre 0,01 e 0,10 como adequados para a maior parte das avaliações de dados. Se o valor calculado de T (positivo ou negativo) é maior que t_c , a diferença entre as médias é considerada significativa, e não devida a mero acaso. Caso contrário não é significativa.

Grau de liberdade	Nível de significância		
	0.10	0.05	0.01
1	6.314	12.706	63.657
2	2.920	4.303	9.925
3	2.353	3.182	5.841
4	2.132	2.776	4.604
5	2.015	2.571	4.032
6	1.943	2.447	3.707
7	1.895	2.365	3.499
8	1.860	2.306	3.355
9	1.833	2.262	3.250
10	1.812	2.228	3.169
11	1.796	2.201	3.106
12	1.782	2.179	3.055
13	1.771	2.160	3.012
14	1.761	2.145	2.977
15	1.753	2.131	2.947
16	1.746	2.120	2.921
17	1.740	2.110	2.898
18	1.734	2.101	2.878
19	1.729	2.093	2.861
20	1.725	2.086	2.845
21	1.721	2.080	2.831
22	1.717	2.074	2.819
23	1.714	2.069	2.807
24	1.711	2.064	2.797
25	1.708	2.060	2.787
26	1.706	2.056	2.779
27	1.703	2.052	2.771
28	1.701	2.048	2.763
29	1.699	2.045	2.756
30	1.697	2.042	2.750
40	1.684	2.021	2.704
60	1.671	2.000	2.660
120	1.658	1.980	2.617
∞	1.645	1.960	2.576

Quadro 44 Valores da distribuição “T”
Fonte: DNIT (2006)

3.2.2.7.1 Dados dos ensaios de resistência à compressão – Corpos de Prova de Mucugê.

Primeiramente foram feitos ensaios de resistência à compressão em montantes retirados da mesma touceira onde foram retirados os corpos de prova feitos em Mucugê. No quadro 45 mostram-se os resultados de ensaio à compressão. Foram retirados quatro montantes de bambu verde da mesma touceira de onde foram tirados os bambus para confecção dos corpos de prova preenchidos com terra, e três montantes do lote de bambus usados na execução dos corpos de prova feitos com bambu já infestados.

BAMBU VERDE/BAMBU COM BROCA-MUCUGÊ MARÇO 2010(ANTES EXECUÇÃO DOS CORPOS DE PROVA)						
BAMBU	DIAM EXT. MEDIO (DE) (mm)	COMPRIMENTO (L) (mm)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	CARGA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/ÁREA $f_{c0,4}$ (MPa)
MÉDIA BAMBU VERDE	49,83	200	4,01	771,08	3.885,00	49,27
MÉDIA BAMBU COM BROCA	39,69	200	2,84	567,77	3.236,00	41,82
ENSAIO DE COMPRESSÃO-PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS - MEDIDAS DOS DIAMETROS INTERNO, EXTERNO E ESPESSURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01" - PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO						

Quadro 45 CPs de Mucugê - ensaio à compressão antes da execução do entramado - Apêndice C

A média de resistência à compressão para o bambu verde foi de 49,27 Mpa e do bambu com broca foi de 41,82 Mpa. Segundo os critérios do método T-Student, considerando o nível de significância de 5% para todos os casos estudados, o que corresponde à probabilidade de 95% de ser correta a decisão tomada, os valores de $t_0 < t_c$ ($0,496 < 2,571$) indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes, conforme quadro 46 abaixo.

ESTATISTICA	BAMBU VERDE	BAMBU COM BROCA
MÉDIA	49,27	41,82
DESVIO PADRÃO	5,59	7,12
No ELEMENTOS	4	3
t_0	0,496	
t_c	2,571	$t_0 < t_c$

Quadro 46 Aplicação de T-Student entre bambu verde e com broca de Mucugê, antes da execução dos CPs *

Pelos resultados do T-Student, observou-se que houve pouca diminuição de resistência à compressão já que a infestação do bambu com broca era recente, não ultrapassando dois meses. No quadro 47 mostra-se o resultado de ensaio à compressão dos montantes retirados dos corpos de prova desmanchados após seis meses expostos a temperatura e umidade ambiente em Mucugê.

BAMBU VERDE E BAMBU COM BROCA - MUCUGÊ ABRIL À SETEMBRO 2010 (DEPOIS DA EXECUÇÃO DOS CPs)						
BAMBU	DIAM EXT. MEDIO (DE) (mm)	COMPRI MENTO (L) (mm)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	CARGA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/ÁREA $f_{0,d}$ (MPa)
MÉDIA - CP01A1a ATÉ CP01C2b BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA)	55,33	200	3,62	951,31	1584,58	15,65
MÉDIA - CP02A1a ATÉ CP02C2b BAMBU COM BROCA	67,66	200	2,97	1513,86	2062,50	13,06
MÉDIA CP04A1a ATÉ CP04C2b BAMBU COM BROCA + TERRA	62,26	200	3,23	1243,84	3856,25	30,25
MÉDIA - CP05A1a ATÉ CP05C2b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	66,08	200	3,04	1323,33	5447,92	42,09
MÉDIA - CP06A1a ATÉ CP06C2b BAMBU VERDE + TERRA	55,01	200	3,67	1038,57	4487,50	46,88
MÉDIA - CP07A1a ATÉ CP07C2b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	51,04	200	3,96	742,07	4356,25	57,83
ENSAIO DE COMPRESSÃO: PREENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGf ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS - MEDIDAS DIAMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESSURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01" - PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G						

Quadro 47 CPs de Mucugê para ensaio à compressão após seis meses de exposição - Apêndice D.

O quadro 48 abaixo destaca os resultados relativos às médias de resistência à compressão do quadro 47, para a aplicação da distribuição Student considerando o nível de significância de 5% para todos os casos estudados, o que corresponde à probabilidade de 95% de ser correta a decisão tomada. Todos os quadros de cálculo do T-Student para os corpos de prova de Mucugê para ensaio à compressão depois de 6 meses de exposição estão apresentadas no apêndice E.

DISCRIMINAÇÃO	MÉDIA ENSAIO DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO	1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA)	2 BAMBU COM BROCA	3 BAMBU COM BROCA + TERRA	4 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	5 BAMBU VERDE + TERRA	6 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO
1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA)	15,65	15,65	13,06	30,25	42,09	46,88	57,83
2 BAMBU COM BROCA	13,06	to<tc (0,153<2.074)					
3 BAMBU COM BROCA + TERRA	30,25	to<tc (1,053<2.074)	to<tc (1,146<2.074)				
4 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	42,09	to<tc (1,286<2.074)	to<tc (1,424<2.074)	to<tc (0,517<2.074)			
5 BAMBU VERDE + TERRA	46,88	to<tc (1,053<2.074)	to>tc (1,146<2.074)	to<tc (0,531<2.074)	to<tc (0,151<2.074)		
6 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	57,83	to>tc (2,711>2.074)	to<tc (2,920>2.074)	to<tc (1,490<2.074)	to<tc (1,424<2.074)	to<tc (0,381<2.074)	

Quadro 48 Aplicação de T-Student em CPs de Mucugê - Apêndice E

Comparando-se os resultados da média do ensaio de resistência à compressão dos montantes do entramado de bambu verde ensaiado após seis meses (já atacados com a broca) com os resultados dos montantes dos entramados de bambu com broca (quadro 48) observa-se que os dois montantes ficaram na mesma faixa de significância. Os montantes que não ficaram protegidos pela terra apresentaram valores de resistência à compressão bem menores dos que ficaram dentro do corpo de prova. Comparando-se os resultados dos montantes do bambu verde ensaiado após seis meses (c/broca) e do bambu verde com terra e reboco após seis meses (quadro 48) constata-se que a diferença entre as médias é considerada significativa, e não devida a mero acaso. Os valores obtidos apontam que a presença da terra influenciou de forma positiva na manutenção da resistência à compressão do bambu quando usado ainda verde para execução do entramado. Em todas as outras análises observou-se que as comparações estavam dentro da mesma faixa de significância.

Comparando-se os resultados de resistência à compressão dos montantes de bambu com broca antes do ensaio de 41,82 Mpa, apresentado do quadro 46, e do bambu com broca, terra e reboco, após seis meses e colhido da mesma touceira com a média do ensaio de resistência à compressão apresentada no quadro 48 de 42,09 Mpa tem-se os valores de $t_o < t_c$ ($0,478 < 2,160$), as duas médias mostram que esses valores sofreram pouca alteração, ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes. Com isso observa-se que a infestação da broca não aumentou, pois não houve perda de resistência, o que não foi o caso do bambu exposto ao tempo que diminuiu sua resistência à compressão para 15,65 Mpa e 13,06 Mpa respectivamente.

Observa-se que houve pouca diferença de resistência à compressão entre a maioria dos montantes analisados que se apresentaram dentro da mesma população. Na análise estatística do entramado de bambu sem preenchimento da terra, atacado pela broca, após seis meses, comparado com o bambu verde com terra e reboco, após seis meses, a diferença entre as médias foi considerada significativa, e não devida a mero acaso.

Comparando-se os valores da média do ensaio de resistência à compressão do bambu verde com uma semana de colhido de 49,27 Mpa apresentado do quadro 46 e do bambu verde com terra e reboco, após seis meses e colhido da mesma touceira com a média do ensaio de resistência à compressão apresentada no quadro 48 de 57,83 tem-se os valores de $t_o < t_c$ ($0,544 < 2,145$), as duas médias mostram que esses valores sofreram pouca alteração, ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes. Observa-

se que em seis meses a resistência à compressão do bambu verde protegido pela terra não variou significativamente em relação ao bambu verde.

3.2.2.7.2 Resistência à compressão de bambus gradativamente atacados pelas brocas na Escola Politécnica - Acompanhamento por seis meses.

Para uma análise com mais dados em relação à perda de resistência à compressão do bambu com broca foram retirados seis lotes de doze amostras de corpos de prova que foram deixados expostos ao ataque de brocas, junto a outros bambus já infestados, para serem ensaiados a cada mês, determinando a resistência à compressão. Foi feito acompanhamento destes montantes na Escola Politécnica com o objetivo de verificar qual o tempo de infestação dos mesmos. Os bambus da espécie *Bambusa vulgaris* foram colhidos na touceira em 30 de agosto de 2010 na Escola Politécnica e cortados nas dimensões especificadas para o ensaio sendo o diâmetro médio dos montantes de 4 cm e altura de 20 cm. Foram cortadas 72 unidades de 20 cm e separadas em seis lotes de 12 unidades. O primeiro lote foi ensaiado à compressão com o bambu verde. Os outros cinco lotes de 12 unidades foram colocados em uma caixa junto com pedaços de bambus já infestados com a broca, para aceleração do tempo de infestação. O início da infestação pela broca ocorreu após um mês do corte na touceira. Logo após, notou-se a infestação também pelo cupim. Abaixo figura 64 com o bambu iniciando a infestação com a broca, em setembro de 2010.



Figura 64 Início da infestação por brocas em 30/09/2010

Os corpos de prova preenchidos com a terra foram feitos com montantes da mesma touceira da Escola Politécnica de onde se retirou as amostras para ensaio de resistência à compressão. No quadro 49 apresentam-se as médias dos resultados dos ensaios de resistência à compressão, desses corpos de prova de Setembro (Mês 01) até Fevereiro (Mês 06). Os

resultados são apresentados do apêndice F até o apêndice K. No mês 01 foram ensaiados além dos 12 montantes de bambu verde, três montantes do lote de bambus infestados pela broca (com um mês de colhidos), também usados na confecção dos corpos de prova preenchidos com terra. O ensaio teve o objetivo de comparar a perda de resistência à compressão decorrente da infestação por broca após a retirada da terra. Dando continuidade apresenta-se no quadro 48 a seqüência do acompanhamento até o mês 06 – Fevereiro de 2011.

ACOMPANHAMENTO POR SEIS MESES DE BAMBUS GRADATIVAMENTE ATACADOS PELA BROCA E CUPIM							
MÊS	BAMBU	DIAM EXT. MEDIO (DE) (mm)	COMPRIMENTO (L) (mm)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	CARGA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/ÁREA f _{c0,d} (MPa)
MÊS 01	MÉDIA - B1 ATÉ B12 BAMBU VERDE(ANTES DA EXECUÇÃO DOS CPs)	40,59	200	4,97	573,01	2024,17	37,94
	MÉDIA - B13 ATÉ B15 BAMBU C/BROCA(ANTES DA	29,42	200	6,81	491,87	2220,00	44,62
MÊS 02	MÉDIA - B16 ATÉ B27	46,26	200,00	4,37	937,18	3.231,25	33,65
MÊS 03	MÉDIA - B28 ATÉ B39	36,95	200	5,58	515,73	1973,33	31,86
MÊS 04	MÉDIA - B301 ATÉ B312	36,29	260	7,26	665,88	1535,00	24,51
MÊS 05	MÉDIA - B313 ATÉ B324	36,31	260	7,29	1061,69	811,67	11,66
MÊS 06	MÉDIA - B326 ATÉ B337	36,95	260	6,81	750,10	913,00	11,33
ENSAIO DE COMPRESSÃO-PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS - MEDIDAS DIAMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESSURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01" - PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G							

Quadro 49 CPs da Escola Politécnica para ensaio à compressão - Mês 01 até Mês 06 - Apêndice F à K

Analisando segundo os critérios do método T-Student, considerando o nível de significância de 5% para todos os casos estudados, o que corresponde à probabilidade de 95% de ser correta a decisão tomada, a média de resistência à compressão para o bambu verde foi de 37,94 Mpa e do bambu infestado foi de 44,62 Mpa, encontrando-se os valores de $t_o < t_c$, conforme quadro 50, portanto as duas médias mostram que esses valores sofreram pouca alteração, ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes. Embora o bambu infestado tenha apresentado uma resistência à compressão um pouco maior do que o bambu verde, isso se deve ao processo de secagem do material lenhoso, isso faz com que os micros elementos que constituem as células se aproximem possibilitando um ganho de resistência que não foi ainda destruído pela broca em um mês.

ESTATISTICA	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO NA ESCOLA POLITÉCNICA MÊS 01	BAMBU COM BROCA ANTES DO ENSAIO MÊS 01
MÉDIA	37,94	44,62
DESVIO PADRÃO	15,19	14,18
No ELEMENTOS	12	3
t_o	-0,166	
t_c	2,160	$t_o < t_c$

Quadro 50 Aplicação de T- Student entre bambu verde e com broca da Escola Politécnica.

Para comparação da resistência à compressão dos corpos de prova executados na Escola Politécnica com os de Mucugê, foram analisados os resultados dos ensaios dos 12 corpos de

prova de bambu verde e bambu com broca da Politécnica comparados com os executados em Mucugê na mesma situação em março 2010. Os corpos de prova da Politécnica foram retirados da mesma touceira e no mesmo dia da retirada dos montantes utilizados para execução dos corpos de prova que foram analisados por 6 meses. A média de resistência à compressão para o bambu verde da Escola Politécnica do item B1 a B12, conforme quadro 49, foi de 37,94 Mpa. A média de resistência à compressão para o bambu verde de Mucugê, conforme quadro 45, do item CP01A a CP01B, foi de 49,27 Mpa. Os valores de $t_o < t_c$ (0,339 < 2.145), conforme quadro 51 abaixo, mostram que as duas médias sofreram pouca alteração, ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes. Observa-se com esses resultados estatísticos que as duas populações de bambu, de Mucugê e da Escola Politécnica, podem ser usadas indistintamente para avaliação da durabilidade do bambu dentro da terra.

ESTATÍSTICA	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO EM MUCUGÊ	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO NA ESCOLA POLITECNICA MÊS 01
MÉDIA	49,27	37,94
DESVIO PADRÃO	6,31	15,19
No ELEMENTOS	4	12
t_o	0,339	
t_c	2.145	$t_o < t_c$

Quadro 51 Aplicação de T-Student entre bambus verdes de Mucugê mês 01 e da Escola Politécnica antes da execução dos CPs.

Comparando-se a média da resistência à compressão do mês 02 (Outubro) para o bambu com início de infestação de broca, de 33,65 Mpa, com a média de resistência à compressão com o bambu verde do mês 01 (Setembro), que foi de 37,94 Mpa apresentada no quadro 49, e aplicando-se T- Student temos que os valores de $t_o < t_c$ (0,168 < 2.074) mostram que as duas médias sofreram pouca alteração ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes. Conclui-se que no segundo mês, mesmo com a infestação da broca o bambu ainda não apresenta diferença significativa na resistência à compressão.

Todos os quadros de cálculo do T- Student para os corpos de prova de bambus atacados pela broca para ensaio à compressão, acompanhamento de Setembro a Fevereiro, estão apresentadas no apêndice M. Nestes quadros tem-se a seguinte relação de $t_o < t_c$: no mês 03 (0,186 < 2,074); no mês 04 (0,417 < 2.074); no mês 05 (0,990 < 2.074); e no mês 06 (1,106 < 2.074). Estes resultados apresentam poucas alterações nas suas medidas, indicando que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes.

Na análise estatística dos resultados de resistência à compressão para o bambu verde, bambu com um mês de colhido e já infestado até bambu com 6 meses de colhido com infestação de broca e cupim, observa-se que estes valores decresceram, mais se encontram ainda dentro da mesma população. Porém a perda de resistência à compressão do bambu após três meses inviabiliza o emprego do mesmo como montante na estrutura da taipa.

Foi elaborado Gráfico de análise das médias de resistência à compressão ao longo dos seis meses, para os lotes de doze corpos de prova, do bambu colocado para infestação ao longo de seis meses, conforme figura 65 abaixo.

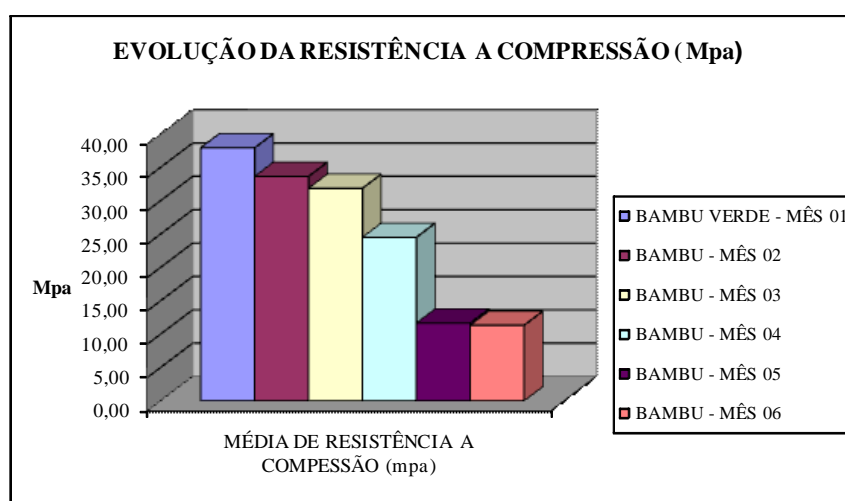


Figura 65 Gráfico de evolução da resistência à compressão do bambu de Setembro à Fevereiro.

3.2.2.7.3 Dados dos ensaios de resistência à compressão - Corpos de prova da Escola Politécnica.

No quadro 52 a seguir mostra-se a média dos resultados dos ensaios de compressão dos corpos de prova desmanchados após seis meses (período de Setembro à Fevereiro) expostos à temperatura e umidade ambiente de Salvador. Os dados foram preenchidos em Fevereiro de 2011 quando os corpos de prova da Escola Politécnica foram rompidos.

BAMBU VERDE/BAMBU COM BROCA-MUCUGÊ - SETEMBRO 2010 A FEVEREIRO 2011						
BAMBU	DIAM EXT. MEDI O (DE) (mm)	COM PRI MEN TO (L) (mm)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	CARGA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/ÁREA $f_{0,d}$ (MPa)
MÉDIA - CP08A1 ATÉ CP08C2 - BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	38,00	260	6,84	712,67	722,50	9,62
MÉDIA - CP09A1 ATÉ CP09C2 - BAMBU COM BROCA E CUPIM	46,39	260	5,61	598,76	323,33	6,15
MÉDIA - CP11A1 ATÉ CP11C2 - BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	37,98	260	6,85	786,45	2.216,50	31,70
MÉDIA - CP12A1 ATÉ CP12C2 - BAMBU COM BROCA + TERRA	38,27	260	6,80	950,92	2.841,67	29,83
MÉDIA - CP13A1 ATÉ CP13C2 - BAMBU VERDE + TERRA	37,99	260	6,86	664,67	2.128,17	32,34
MÉDIA - CP14A1 ATÉ CP14C2 - BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	40,19	260	6,48	695,57	2.491,50	35,53
ENSAIO DE COMPRESSÃO: PREENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KG ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS - MEDIDAS DIAMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESSURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER						

Quadro 52 CPs da Escola Politécnica para ensaio à compressão depois de seis meses de exposição - Apêndice L

O quadro 53 abaixo destaca os resultados relativos às médias de resistência à compressão no quadro 52, para a aplicação da distribuição Student considerando o nível de significância de 5% para todos os casos estudados, o que corresponde à probabilidade de 95% de ser correta a decisão tomada. Todos os quadros de cálculo do T- Student para os corpos de prova da Escola Politécnica para ensaio à compressão depois de seis meses de exposição estão apresentadas no apêndice M.

DISCRIMINAÇÃO	MÉDIA ENSAIO DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO Mpa	7 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	8 BAMBU COM BROCA E CUPIM	9 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	10 BAMBU COM BROCA + TERRA	11 BAMBU VERDE + TERRA	12 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO
7 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	9,62	9,62	6,15	31,70	29,83	32,34	35,53
8 BAMBU COM BROCA E CUPIM	6,15	to<tc (0,239<2.228)					
9 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	31,70	to<tc (0,862<2.228)	to<tc (1,090<2.228)				
10 BAMBU COM BROCA + TERRA	29,83	to<tc (1,355<2.228)	to>tc (2,212<2.228)	to<tc (0,079<2.228)			
11 BAMBU VERDE + TERRA	32,34	to<tc (1,254<2.228)	to<tc (1,764<2.228)	to<tc (0,025<2.228)	to<tc (0,165<2.228)		
12 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	35,53	to<tc (1,902<2.228)	to>tc (3,328>2.228)	to<tc (0,168<2.228)	to<tc (0,607<2.228)	to<tc (0,229<2.228)	

Quadro 53 Aplicação de T-Student Escola Politécnica - Apêndice M

Comparando-se os resultados da média do ensaio de resistência à compressão dos montantes do entramado de bambu verde ensaiado após seis meses (já atacados com a broca) com os resultados dos montantes dos entramados de bambu com broca (quadro 53) observa-se que os dois montantes ficaram na mesma faixa de significância. Os montantes que não

ficaram protegidos pela terra apresentaram valores de resistência à compressão bem menores dos que ficaram dentro do corpo de prova.

Comparando-se os resultados dos montantes do bambu com broca e do bambu verde com terra e reboco (quadro 53) constata-se que a diferença entre as médias é considerada significativa e não devida a mero acaso. Os valores obtidos indicam que a presença da terra influenciou de forma positiva na manutenção da resistência à compressão do bambu quando usado ainda verde para execução do entramado. Em todas as outras análises observou-se que as comparações estavam dentro da mesma faixa de significância. Comparando-se os resultados de resistência à compressão dos montantes de bambu com broca antes do ensaio de 44,62 Mpa, apresentado do quadro 49, e do bambu com broca, terra e reboco após seis meses, colhido da mesma touceira com a média do ensaio de resistência à compressão, apresentada no quadro 52, de 31,70 Mpa com valores de $t_0 < t_c$ ($0,375 < 2.365$), as duas médias mostram que esses valores sofreram pouca alteração, ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes. Com isso observa-se que a infestação da broca não aumentou, pois não houve perda de resistência, o que não foi o caso do bambu exposto ao tempo que diminuiu sua resistência à compressão para 9,62 Mpa e 6,15 Mpa respectivamente. Observa-se que houve pouca diferença de resistência à compressão entre a maioria dos montantes analisados que se apresentaram dentro da mesma população. Na análise estatística do entramado de bambu com broca, comparado com o bambu verde com terra e reboco após seis meses, a diferença entre as médias foi considerada significativa, e não devida a mero acaso.

Comparando-se os valores da média do ensaio de resistência à compressão do bambu verde antes do ensaio (mês 01) com uma semana de colhido de 37,94 Mpa apresentado do Quadro 49, e do bambu verde com terra e reboco após seis meses, colhido da mesma touceira com a média do ensaio de resistência à compressão, apresentada no quadro 52, de 35,53 Mpa os valores de $t_0 < t_c$ ($0,085 < 2.120$), as duas médias mostram que esses valores sofreram pouca alteração, ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes. Observa-se que em seis meses a resistência à compressão do bambu protegido pela terra não variou significativamente em relação ao bambu verde.

Foi feita a comparação dos valores da média do ensaio de resistência à compressão de corpos de prova de Mucugê e da Escola Politécnica. Após análises dos resultados dos corpos de prova com as mesmas características dos dois grupos (por exemplo, os corpos de prova de bambu com broca e terra de Mucugê foram comparados com os mesmos corpos de prova de

bambu com broca e terra da Politécnica) as análises estatísticas não variaram significativamente nos casos comparados nos quadros de cálculo do T- Student, apresentados no apêndice M. Observa-se que não houve variação significativa nos resultados nos dois locais, ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes.

3.2.2.7.4 Patologias comparadas com resultados dos ensaios à compressão

A seguir o quadro 54 apresenta os resultados das médias dos ensaios de compressão relacionados com as patologias como ataque de broca, ataque de fungo e ataque de broca e fungo encontrados em Mucugê. Os resultados estão apresentados no apêndice N.

CORPOS DE PROVA	PATOLOGIA/ENSAIO DE COMPRESSÃO			
	ATAQUE DE BROCA (mpa)	ATAQUE DE FUNGO (mpa)	ATAQUE DE BROCA+FUNGO (mpa)	S/ATAQUE DE BROCA E FUNGO (mpa)
MÉDIA	23,08	52,93	29,24	52,20
TOTAL POR PATOLOGIA	31	5	17	19

Quadro 54 Resultados de ensaio de compressão x patologias em Mucugê – Apêndice N.

Na análise do ensaio de resistência à compressão, comparado com as patologias dos corpos de prova de Mucugê, observa-se no quadro 54 que para o ataque de broca a média de resistência à compressão foi de 23,08 Mpa. Já para o ataque de broca e fungo a média de resistência à compressão foi de 29,24 Mpa. Aplicando T-Student, tem-se que os valores de $t_0 < t_c$ ($0,182 < 2.000$) mostram que as duas médias sofreram pouca alteração, ou seja os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes. Todos os quadros de cálculo do T-Student para as análises de resultados de ensaio de compressão x patologias de Mucugê estão apresentadas no apêndice E. Observa-se que para essas amostras não existe variação na resistência à compressão em relação ao ataque de fungo para montantes retirados no meio do colmo, a 1,5 m do piso, em seis meses.

No caso do grupo de montantes que não foram atacados pela broca observa-se no quadro 54 para aqueles atacados pelo fungo a média de resistência à compressão de 52,93 Mpa e 52,00 Mpa para os montantes sem patologia, aplicando-se T-Student, os valores de $t_0 < t_c$ ($0.024 < 2.080$) mostram que as duas médias sofreram pouca alteração, ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes. Observa-se

que o ataque de fungo não interferiu na resistência à compressão para estas amostras de montantes retirados no meio do colmo, a 1,5 m do piso em seis meses.

Comparando-se as resistências à compressão da pior situação no quadro 54 que foi a média do ataque de broca de 23,08 Mpa, com a maior média de resistência à compressão que foi a dos bambus atacados somente pelo fungo de 52,93 Mpa, aplicando-se T-Student tem-se que os valores de $t_o < t_c$ ($0,894 < 2.000$) mostrando que as duas médias estão dentro da mesma significância, esses valores sofreram pouca alteração, ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes.

Observa-se que o ataque de broca é proporcional à diminuição da resistência e que o ataque do fungo não interferiu na resistência à compressão para estas amostras de montantes retirados no meio do colmo, a 1,5 m do piso em seis meses. No quadro 55 os dados foram preenchidos em Fevereiro de 2011 quando os corpos de prova da Escola Politécnica completaram seis meses de exposição à temperatura e umidade de Salvador e foram ensaiados para determinar a resistência à compressão e verificar as patologias de cada montante. Os dados de todos os montantes estão apresentados no apêndice O.

CORPOS DE PROVA	PATOLOGIA/ENSAIO DE COMPRESSÃO			
	ATAQUE DE BROCA (mpa)	ATAQUE DE FUNGO (mpa)	ATAQUE DE BROCA+ CUPIM+	S/ATAQUE DE BROCA CUPIM E
MÉDIA	-	33,93	19,32	-
TOTAL POR PATOLOGIA	-	12	24	-

Quadro 55 Resultados de ensaio de compressão x patologias na Escola Politécnica - Apêndice O.

Na análise do ensaio de resistência à compressão, comparando com as patologias dos corpos de prova da Escola Politécnica, observa-se no quadro 55 que nos montantes que só foram atacados pelo fungo a média de resistência à compressão foi de 33,93 Mpa comparando-se com a média de resistência à compressão do bambu verde com terra e do bambu verde, terra e reboco e aplicando-se T-Student, temos que os valores de $t_o < t_c$ ($0,135 < 2.120$) para o primeiro e $t_o < t_c$ ($0,103 < 2.120$), mostrando que as duas médias sofreram pouca alteração, ou seja os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes (todos os quadros de cálculo do T-Student para as análises de resultados de ensaio de compressão x patologias na Escola Politécnica, estão apresentadas no apêndice N).

Observa-se que, para essas amostras, não existe variação na resistência à compressão em relação ao ataque de fungo para montantes retirados no meio do colmo, a 1,5 m do piso em seis meses.

Comparando-se as resistências à compressão da pior situação no quadro 55, que foi a média do ataque de broca, fungo e cupim de 19,32 Mpa, com a maior média de resistência à compressão, que foi a dos bambus atacados somente pelo fungo de 33,90 Mpa, aplicando-se T-Student temos que os valores de $t_0 < t_c$ ($0,541 < 2,021$) mostrando que as duas médias estão dentro da mesma significância. Esses valores sofreram pouca alteração, ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes.

Observa-se que o ataque de broca e cupim é proporcional à diminuição da resistência e que o ataque do fungo não interferiu de forma significativa na resistência à compressão se comparada com os demais agentes biológicos. Para estas amostras de montantes retirados no meio do colmo, a 1,5 m do piso em seis meses.

3.2.2.7.5 Ensaio de compressão de painel de taipa de bambu executado em 2007

Para comparação entre os corpos de prova ensaiados em Mucugê e na Escola Politécnica em 2010/2011 foram retirados amostras de montantes do painel de taipa de bambu construído no município de Mucugê em 2007, para análise de custo, metodologia apresentada no item 3.3. Este painel foi executado com o bambu *Bambusa vulgaris* verde após três dias de colhido. O bambu ficou parcialmente exposto durante três anos, conforme mostra a figura 66 e 67 da autora. Na parte exposta houve infestação de broca. Após a retirada das amostras detectou-se que na parte onde o bambu ficou coberto pela terra não houve infestação.



Figura 66 Retirada de montantes para análise e ensaio de resistência à compressão.



Figura 67 Local da retirada dos montantes para ensaio de resistência à compressão.

As amostras foram ensaiadas para determinação da resistência à compressão apresentados no quadro 56

PAINEL DE TAIPA DE BAMBU EXECUTADO EM 2007								
BAMBU	DIAM EXT. MEDIO-DE (mm)	COMPRI MENTO (MM)	L/DE	ÁREA EXT - ÁREA INT (mm ²)	CARGA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/ÁREA (mpa)	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
CP A - PAINEL BAMBU VERDE +TERRA + REBOCO	48,70	200,00	4,14	1.424,35	6.450	44,41	NÓ NA BASE SUPERIOR S/ATAQUE DE BROCA E FUNGO	DOBRAMENTO NO CENTRO E CISALHAMENTO
CP B - PAINEL BAMBU VERDE +TERRA + REBOCO	45,35	200,00	4,41	1.126,76	3.225	28,07	NÓ PRÓXIMO A BASE SUPERIOR S/ATAQUE DE BROCA E FUNGO	ACHATAMENTO DA BASE INFERIOR
CP C - PAINEL BAMBU VERDE +TERRA + REBOCO	45,50	200,00	4,40	1.136,48	3.675	31,71	NÓ NO CENTRO S/ATAQUE DE BROCA E FUNGO	DOBRAMENTO NA BASE INFERIOR
MÉDIA	46,52	200,00	4,31	1.229,20	4.450,00	34,73	-	-
<small>ENSAIO DE COMPRESSÃO: PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS MEDIDAS DIÂMETROS INTERNO E EXTERNO CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01"</small>								

Quadro 56 CPs de bambu do painel 2007 - Ensaio à compressão – Apêndice P

Aplicando se a distribuição de Student, considerando a média da resistência à compressão do bambu verde com terra e reboco ensaiado após três anos (quadro 56) no valor de 34,73 Mpa e a média da resistência à compressão do bambu verde com terra e reboco ensaiado após seis meses de Mucugê com o valor de 57,83 Mpa (quadro 47), temos os valores de $t_0 < t_c$ ($1,220 < 2.160$), mostrando que as duas médias sofreram pouca alteração, ou seja, os resultados indicam que não se pode afirmar que as populações sejam diferentes. Aplicando-se o mesmo procedimento para comparar as médias de resistência à compressão com os resultados obtidos na Escola Politécnica, com o valor de 35,53 Mpa, conforme quadro 57, tem-se que $t_0 < t_c$ ($0,059 < 2.365$), mostrando que as duas médias também sofreram pouca variação. A resistência à compressão do montante mostrou-se compatível com as amostras analisadas com seis meses de exposição tanto em Mucugê como na Escola Politécnica.

ESTATÍSTICA	BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO 2007	6 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO MUCUGÊ 2010	ESTATÍSTICA	BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO 2007	12 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO POLITÉCNICA 2011
MÉDIA	34,73	57,83	MÉDIA	34,73	35,53
DESVIO PADRÃO	8,58	6,62	DESVIO PADRÃO	8,58	3,28
Nº ELEMENTOS	3	12	Nº ELEMENTOS	3	6
to	-1,220		to	-0,059	
tc	2.160	to<tc (1,220<2.160)	tc	2.365	to<tc (0,059<2.365)

Quadro 57 Aplicação de T-Student entre bambus verdes com terra e reboco em 2007 comparados com os CPs de Mucugê em 2010 e da Escola Politécnica em 2011

Observaram-se nas amostras analisadas de 2007, que os corpos de provas B e C já se encontravam rachados nos locais onde foram colocados pregos durante a execução do entramado. Após a aplicação da carga, a rachadura ocorreu nos furos. Nessas duas amostras a resistência à compressão alcançou um valor bem menor do que na primeira amostra que não estava rachada.

3.2.3 Análise

Para os Corpos de prova de Mucugê e da Escola Politécnica, além da observação visual e relatório fotográfico, na Etapa metodológica 2 - Durabilidade do bambu dentro da taipa, foram observados e analisados, por um mês, o espaçamento do entramado em relação as rachaduras na Escola Politécnica chegando-se a um tamanho final do corpo de prova de 30X30 cm, observando-se que houve menos rachadura para o espaçamento maior entre as taliscas. Também foram observados e analisados por seis meses suas resistências à compressão, analisadas a temperatura e umidade das regiões estudadas, a percepção visual quanto à rachadura e aderência, e a degradação biológica dos montantes, além das patologias como ataque de broca e cupim e ataque de fungos comparados quanto aos resultados de resistência à compressão.

Observou-se em Mucugê e na Escola Politécnica que não ocorreu o ataque do bambu por brocas ou cupim nos montantes recobertos pela terra, nos dois locais, em seis meses, mesmo quando parcialmente expostos nos locais das rachaduras. Quanto à temperatura e umidade observou-se que apesar das diferenças encontradas, as rachaduras aconteceram logo após a confecção dos corpos de prova, estabilizando-se após 21 dias, nos dois casos. Na percepção visual quanto à rachadura, aderência e degradação biológica observou-se que nos entramados expostos por seis meses sem recobrimento da terra, o ataque da broca e do cupim ocorreu em torno de 1 mês de exposição, estando completamente degradados com seis meses, nos dois casos. A rachadura foi observada nos corpos de prova sem reboco a partir do

segundo dia, estabilizando-se em torno do primeiro mês. Nos corpos de prova rebocados não houve predominância de rachaduras. A aderência foi considerada pouca, quando não houve reboco, e boa quando o corpo de prova era rebocado. Nos ensaios de resistência à compressão pode-se observar que nos corpos de prova feitos com bambu verde, terra e reboco, os valores de resistência à compressão dos montantes foram significativos comparados com os valores dos montantes sem recobrimento de terra para os dois locais. Esses valores foram confirmados com a comparação dos valores de montantes retirados de painel com três anos de exposição, mostrando que até três anos o bambu verde pode ser utilizado com estruturante da taipa. Na análise das patologias observou-se que o ataque de brocas e cupins interfere na resistência à compressão do montante e que o ataque de fungo não interfere nessa resistência ao longo dos seis meses estudados.

3.3 ETAPA METODOLÓGICA 3 - ESTUDO DO CUSTO DO PAINEL DE TAIPA COM BAMBU COMPARADO À ALVENARIA DE BLOCO E DE CONCRETO

A pesquisa bibliográfica realizada para este trabalho demonstrou que os dados necessários à formulação das composições de custos e consumo das construções com taipa ainda não foram adequadamente sistematizados e divulgados.

3.3.1 Procedimento da coleta de dados

Foi feita apropriação dos índices dos serviços que compõem a construção de painel em taipa de bambu e de alvenaria de bloco, no município de Mucugê, para elaboração de composição de custos e comparação dos seus coeficientes além de avaliação quantitativa dos resultados inclusive comparando os coeficientes da composição de bloco de concreto através de tabelas e gráficos.

3.3.1.1 Composição de Custos

Segundo Stabile (2002), basicamente uma Composição de Custos retrata a unidade de determinado produto acabado em várias etapas construtivas de obra ou serviço perfeitamente identificado na objetiva quantificação de todos os insumos que dela fazem parte, através de

coeficientes, incluindo-se materiais, mão-de-obra e encargos sociais. Em cada Composição de Custos, na sua fase de elaboração, é adotado o seguinte procedimento básico:

a) Materiais ou Serviços

A quantificação dos materiais ou serviços empregados em cada etapa - objeto de determinada Composição de Custos - engloba a sua exata participação naquela unidade de trabalho, anotando-se, inclusive, os índices de perdas ou desgastes, quando existentes, em cada parcela ou insumo apropriado. Cada material ou serviço é representada por uma codificação para sua identificação e a sua participação em determinado serviço é representado por unidades de inteiros e três decimais. Cada unidade devidamente codificada permite que possam ser anotadas todas as participações de determinados materiais ou serviços em mais de uma Composição de Custos. Dessa forma eles são relacionados, quantificados através de coeficientes em relação aos diversos Grupos e estágios que compõe uma obra, multiplicados pelas áreas, volumes e quantidades obtidas nos levantamentos de projetos e especificações diversas.

b) Mão-de-obra

Da mesma forma, todos os operários e técnicos, nas mais diversas especialidades ou funções, são identificados em cada Composição de Custos na razão direta de sua participação através de coeficientes em cada tipo de trabalho, dentro da unidade de medida apropriada. A mesma lógica obedece à codificação e quantificação referidas nos insumos de materiais e serviços para que possam ser obtidos os mesmos resultados finais de quantificações em cada etapa da obra.

c) Custos Diretos

Todas as Composições de Custos devem refletir exatamente a quantificação do consumo necessário à complementação de cada unidade de serviço, com os seus insumos, materiais, serviços e mão-de-obra. Não se admite a inclusão em qualquer Composição de Custos de insumos estranhos a elas, como percentuais ou verbas destinadas à máquinas, equipamentos, ferramentas, taxas de lucro, "eventuais", ou outro qualquer pretexto. A totalização dos insumos, devidamente codificados, trará a quantificação total de unidades da obra proposta.

d) Custos Indiretos

Seguindo o mesmo raciocínio, uma Composição de Custos de Alvenarias ou colocação de Azulejos, por exemplo, reflete exatamente a quantificação dos materiais que estejam à disposição dos operários até uma distância máxima de 2 metros do local de aplicação. Todos os transportes necessários, estiva ou movimentação, estão contidos em Composições de Custos especificamente preparadas para tal fim, para cada tipo de serviço auxiliar desejado.

e) Elaboração de uma Composição de Custos

A elaboração de uma Composição de Custos reflete, basicamente, o conhecimento e identificação da unidade de serviço proposta. Ambas as unidades estão contidas em projetos específicos que deverão estar levantados em todas as suas áreas, volumes, quantidades componentes e unidades de mão-de-obra, distribuídas pela participação das diversas categorias profissionais envolvidas, com a apropriação quantificada do tempo necessário a cada uma delas para a complementação dos serviços. Neste trabalho a proposta foi estabelecer coeficientes de consumo para elaborar composição de preço de protótipo construído em condições controladas para medição dos índices necessários para a obtenção da composição de custo e de consumo de materiais.

Realizaram-se entrevistas com duas equipes que vêm implementando a técnica. Foram estudadas vedações verticais em taipa de bambu construídas em curso de treinamento para alunos, e outro na construção de habitação unifamiliar em ambiente rural. Foi construído um protótipo em Mucugê, no estado da Bahia, para obtenção da terceira vedação vertical em taipa de bambu, para medição dos índices necessários para a obtenção da composição de custo e de consumo de materiais. Os resultados obtidos foram comparados com os índices de painel em alvenaria convencional feitas com blocos cerâmicos de seis furos e bloco de concreto construído nas mesmas condições do painel protótipo e com os índices oficiais de composição desse painel. Os custos de produção de vedações revestidas foram considerados a partir dos critérios da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) e da Produção e Disponibilização de Informações e Sistemas de Apoio para a Indústria da Construção Civil e Editora Técnica das Edificações Habitacionais (PINI).

3.3.1.2 Vedação Vertical Ibiosfera

Os painéis do galpão construído para a organização não governamental Ibiosfera Socioambiental, na Juréia em São Paulo, é um exemplo atual de vedação vertical feita com armação de bambu e preenchimento de terra. Estes painéis foram executados durante um curso coordenado pelos técnicos da Arquidomus Arquitetura, que abordou a técnica de construir com bambu e terra, onde os alunos tiveram como exercício prático a execução desta edificação (LIMA, 2007). A figura 68 mostra a vedação em construção e já concluída.



Figura 68 Vedação Vertical Ibiosfera – estrutura em bambu e taipa
Fonte: Lima (2007)

Em entrevista o arquiteto da Ibiosfera forneceu os coeficientes para construção da vedação. O bambu da espécie *Bambusa tuldoïdes* foi retirado no terreno sem custo e tratado a seco na touceira. O barro foi retirado no entorno da obra. O reboco foi executado com barro, cal e areia.

a) Coeficientes de consumo de material para o painel - Ibiosfera:

Para o cálculo dos coeficientes foi considerado somente o bambu usado na estrutura da vedação sem considerar a estrutura pilar/viga. A vedação tem 4m de comprimento por 2,30 de altura, com espessura de 16 cm após a aplicação do barro. Os montantes foram chumbados a cada 40 cm na fundação pré-existente, afastada do solo para proteção do bambu contra a umidade. No sentido horizontal o bambu foi cortado no meio, formando taliscas com comprimento de 4 metros e fixados a cada 15 cm. A amarração das taliscas com os montantes foram feitas com cordão. O cálculo de coeficiente do bambu considera montantes de bambu a cada 40 cm no comprimento de 4 metros. As taliscas são colocadas a cada 15 cm na altura de 2,30 m. O traço em volume do revestimento adotado é de 1:3:3 (1 de cal, 3 de terra e 3 de areia). A partir destes dados foram calculados os coeficientes apresentados nos quadros 58 e 59.

b) Coeficientes de consumo da mão de obra para o painel - Ibiosfera:

Conforme entrevista, o tempo utilizado para executar o painel de 9,20 m² com estrutura de bambu e barro, inclusive a retirada do bambu e o preparo do barro, foi de 23,4 horas e para a execução do revestimento nos dois lados do painel, inclusive o preparo da massa, foi de 7,5 horas. Os Encargos Sociais foram considerados de 132,78%, para todos os estudos, conforme planilha adotada pelos órgãos executores do Estado atuantes na construção de habitação popular no Estado na Bahia, e a mão de obra de acordo com a tabela vigente em 2009 do Sindicato de Indústria da Construção Civil do Estado da Bahia (SINDUSCON/BA). A partir destes dados foram calculados os coeficientes apresentados nos quadros 58 e 59.

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Bambu	M	9,02		
Barro	m ³	0,16		
Cordão	M	8,15	0,005	0,04
Servente	H	2,54	2,21	5,61
Total de insumos				5,65
Encargos de produção			(5,61x 2,3278)	13,06
Total				18,71

Quadro 58 Vedação vertical de bambu *Bambusa Tuldooides* e terra - IBIOSFERA (m²)
Fonte: Lima (2007)

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Barro	m ³	0,013		
Cal	kg	7,310	0,46	3,36
Areia	m ³	0,013	35,00	0,45
Servente	h	0,810	2,21	1,79
Total de insumos				5,60
Encargos de produção			(1,79x 2,3278)	4,17
Total				9,77

Quadro 59 Revestimento de vedação vertical com traço 1:3:3 – cal terra e areia – IBIOSFERA (m²)
Fonte: Lima (2007)

3.3.1.3 Vedação Vertical Bambu a Pique

Outro exemplo de Bambu utilizado na taipa de sopapo é a construção de uma casa no município de Cunha, no estado de São Paulo, com vedação de bambu e barro, cuja técnica foi denominada pelo construtor de bambu a pique (GIANELLA, 2007), como se vê na figura 69.



Figura 69 Vedação Vertical Bambu a Pique-bambu e barro

Fonte: Giannela, 2007

Na entrevista o construtor forneceu os dados para os coeficientes. O bambu retirado nas proximidades do terreno da construção custou 75 reais para toda a obra o que corresponde 1,75 R\$/m², e foi tratado a seco na touceira. O barro foi retirado no entorno da obra. As vedações foram rebocadas com barro, cal e areia, traço 1:6:4 (1 de cal, 6 de terra e 4 de areia).

a) Coeficientes de consumo de material para a vedação vertical - Bambu a Pique

Considerou-se para o cálculo dos coeficientes somente o bambu usado na estrutura da vedação, sem os montantes da estrutura. A vedação foi executada com 2,60 metros de altura e comprimento de 1,54 m, e a espessura da parede de barro de 20 cm. Os montantes de bambu são chumbados a cada 10 cm na fundação pré-existente, afastada do solo para proteção do bambu. As varas de bambu são cortadas no meio, formando taliscas, e fixadas a cada 10 cm. A amarração das taliscas com os montantes foi realizada com arame liso galvanizado. No cálculo de coeficiente do bambu, considerou-se uma vara de 2,60 m a cada 10 cm no comprimento de 1,54m. Para o cálculo do coeficiente do barro para enchimento do entramado, considerou-se que a vedação de 4m² tem espessura de 20 cm, levando-se em conta a espessura do revestimento de 2 cm e um traço em volume do consumo de 1:6:4 (fornecido pelo construtor). A partir destes dados, foram calculados os coeficientes apresentados nos quadros 60 e 61.

b) Coeficientes de consumo da mão de obra para a vedação vertical – Bambu a Pique:

Conforme entrevista a vedação foi executada em 8 horas por um servente, para esta apropriação foi considerada a retirada do bambu, a escavação e a mistura da terra com água para preparação do barro e o preenchimento da armação. O revestimento da vedação foi executado em 2,13 horas por um servente e foram considerados na apropriação a escavação, a mistura da areia com a cal, água e barro e o revestimento da vedação. Para o cálculo da mão de obra para produção do material, uma área de 4m² foi construída em 8 horas. No cálculo da

mão de obra para o revestimento, este foi executado em 2,13 horas para cada lado da vedação. A partir destes dados foram calculados os coeficientes apresentados nos quadros 60 e 61

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Bambu	M	20,002	0,0874	1,75
Barro	m ³	0,200		
Arame	kg	0,001	5,80	0,0058
Servente	H	2,000	2,21	4,42
Total de insumos				6,18
Encargos de produção			(4,42x2,3278)	10,29
Total				16,47

Quadro 60 Vedação vertical de bambu e barro – BAMBU A PIQUE (m²)

Fonte: Giannella (2007)

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Barro	m ³	0,016		
Cal	Kg	6,800	0,46	3,13
Areia	m ³	0,0024	35,00	0,08
Servente	H	0,530	2,21	1,17
Total de insumos				4,38
Encargos de produção			(1,17x2,3278)	2,72
Total				7,10

Quadro 61 Revestimento vedação vertical traço 1:6:4 – cal, terra e areia- BAMBU A PIQUE (m²)

Fonte: Giannella (2007)

3.3.1.4 Vedação Vertical – Protótipo

Para chegar aos novos índices, visando o estudo de coeficientes, foi construído um protótipo. Foi feito o entramado com bambu retirado no local da construção, da espécie *Bambusa vulgaris* não tratado, pois o objetivo era apropriar o coeficiente para execução da vedação. Também foi usada a terra encontrada no local da construção do protótipo. O primeiro passo foi afastar da terra a armação de bambu para isolar o bambu da umidade. A amarração foi feita com arame galvanizado e o reboco no traço 1:1:15 (1 de cal, 1 de areia e 15 de terra). A figura 70, da autora, mostra as etapas de construção deste protótipo.



Figura 70 Vedação Protótipo – estrutura em bambu e enchimento com barro.

a) Coeficientes de consumo de material, vedação vertical em bambu e barro - Protótipo

O protótipo foi feito com comprimento de 3,5m por 1,80 m de altura. A espessura do recobrimento de 20 cm, os montantes de bambu com espaçamento de 50 cm, as taliscas de bambu cortadas transversalmente em quatro partes, com espaçamento de 20cm. O arame liso foi usado para amarração das taliscas. A areia utilizada no reboco foi retirada sem custo do rio existente nas proximidades. No cálculo do coeficiente do bambu foi considerada uma vara de bambu a cada 50 cm em uma extensão de 3,5m. No cálculo das taliscas foi estipulado uma a cada 20 cm, com altura de 1,80 m colocada nos dois lados. No cálculo do arame foram usadas sete amarrações para cada talisca. Para o cálculo dos coeficientes do revestimento considerou-se espessura de 2 cm e traço do consumo 1:1:15 sugerido por Figueiredo e Casbur (2006). A partir destes dados foram calculados os coeficientes apresentados nos quadros 62 e 63 que tiveram seus coeficientes apropriados pela autora em Mucugê na Bahia.

b) Consumo da mão de obra para a vedação vertical em bambu e barro – Protótipo

A vedação foi feita em 12 h por um servente e foi considerada na apropriação a escavação e a mistura da terra com água e o preenchimento da trama. O revestimento foi feito nos dois lados em 8hs por um servente, a areia foi transportada do rio para o local da construção em 1 hora. No cálculo da mão de obra para o painel, considerou-se que a área de 6,30 m² foi construída em 12 horas. No cálculo da mão de obra para o revestimento, gastou-se 4 horas para cada lado do painel, com área de 6,30m. A partir destes dados foram calculados os coeficientes apresentados nos quadros 62 e 63, que tiveram seus coeficientes apropriados pela autora em Mucugê na Bahia.

Descrição	Und	Coeficiente	Preço Unitário	Preço Total
Bambu	M	7,000		
Barro	m ³	0,200		
Arame	kg	0,01	5,80	0,058
Servente	H	1,900	2,21	4,20
Total de insumos				4,26
Encargos de produção			(4,20x2,3278)	9,78
Total				14,04

Quadro 62 Vedação vertical de bambu *Bambusa vulgaris* e terra - PROTÓTIPO (m²)

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Barro	m ³	0,035		
Cal	kg	3,910	0,46	1,80
Areia	m ³	0,0023	*	
Servente	H	0,720	2,21	1,59
Total de insumos				3,39
Encargos de produção			(1,59x2,3278)	3,70
Total				7,09

Quadro 63 Revestimento de vedação vertical com traço 1:1:15 cal, areia e terra - PROTÓTIPO (m²).

*a areia foi sem custo

Para análise, foram consideradas as composições de alvenarias revestidas constantes na PINI - Tabela de Custos Analítica – TCPO 12 de Outubro 2009 conforme apresentado nos quadros 64, 65, 66 e 67

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Areia lavada	m ³	0,00988	43,33	0,43
Cal hidratada	Kg	1,4742	0,46	0,68
Cimento	Kg	1,4742	0,38	0,56
Bloco (9x19x39cm)	UN	14,000	0,49	6,86
Pedreiro	H	0,660	3,71	2,45
Servente	H	0,741	2,21	1,64
Total de insumos				12,61
Encargos de produção		4,09x132,78%		9,51
Total				22,12

Quadro 64 Alvenaria de blocos cerâmicos c/argamassa mista c/cal hidratada. traço.1:2:8 cimento, cal e areia e=9cm (m²)

Fonte: Pini (2009)

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Areia lavada	m ³	0,00841	43,33	0,36
Cal hidratada	kg	0,3174	0,46	0,15
Cimento	kg	1,2558	0,38	0,48
Bloco de concreto (9x19x39)	un	13,100	1,2	15,72
Pedreiro	h	0,660	3,71	2,45
Servente	h	0,729	2,21	1,61
Total de insumos				20,77
Encargos de produção		132,78%		9,45
Total				30,22

Quadro 65 Alvenaria de blocos de concreto c/argamassa mista c/cal hidratada 1:2:8 cimento, cal e areia e=9cm (m²)

Fonte: Pini (2009)

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Areia lavada	M ³	0,00608	43,33	0,26
Cimento	KG	2,430	0,38	0,92
Pedreiro	H	0,100	3,71	0,37
Servente	H	0,150	2,21	0,33
Total de insumos				1,89
Encargos de produção		132,78%		1,64
Total				3,52

Quadro 66 Chapisco paredes internas e externas c/ argamassa 1:3 cimento e areia e=5mm(m²)
Fonte: Pini (2009)

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Areia Lavada tipo média	m ³	0,0304	43,33	1,32
Cal Hidratada	kg	6,075	0,46	2,79
Cimento	kg	6,075	0,38	2,31
Pedreiro	h	0,820	3,71	3,04
Servente	h	0,660	2,21	1,46
Total de insumos				10,92
Encargos de produção		132,78%		10,48
Total				21,40

Quadro 67 Emboço/massa única para parede externa com argamassa (m²)
Fonte: Pini (2009)

Foi feita apropriação de construção de alvenaria de bloco no mesmo local onde foi construído o protótipo de taipa. Essa alvenaria foi construída pelo mesmo operário e nas mesmas condições para comparação com os índices da PINI. Os índices estão apresentados nos quadros 68, 69 e 70 que tiveram seus coeficientes apropriados pela autora em Mucugê, na Bahia.

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Areia lavada	m ³	0,01	43,33	0,43
Cimento	Kg	4,160	0,38	1,58
Bloco (9x19x39cm)	UN	14,000	0,49	6,86
Pedreiro	H	1,380	3,71	5,12
Total de insumos				13,98
Encargos de produção		5,12x132,78%		11,92
Total				25,90

Quadro 68 Alvenaria de blocos cerâmicos c/argamassa 1:5 cimento e areia, e=9cm (m²) – executada com mesma mão de obra do protótipo

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Areia lavada	M ³	0,002	43,33	0,09
Cimento	KG	1,080	0,38	0,41
Pedreiro	H	0,250	3,71	0,92
Total de insumos				1,42
Encargos de produção		132,78%		2,14
Total				3,56

Quadro 69 Chapisco paredes internas e externas c/ argamassa 1:4 cimento e areia e=5mm(m²) - executada com mesma mão de obra do protótipo.

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Areia Lavada tipo média	m ³	0,016	43,33	0,69
Cimento	kg	5,000	0,38	1,90
Pedreiro	h	1,300	3,71	4,82
Total de insumos				7,41
Encargos de produção		132,78%		11,21
Total				18,62

Quadro 70 Emboço/massa única para parede externa com argamassa (m²) - executada com mesma mão de obra do protótipo

3.3.2 Apresentação e discussão dos resultados

Chegou-se às médias das composições, ou composições referências para as vedações em taipa de bambu revestidas estudadas, que servem como parâmetros para cálculo de preços para futuras construções conforme quadros 71 e 72 elaborados pela autora.

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Bambu*	M	$9,02+20,02+7,00/3=12,010$		
Barro	m ³	$0,16+0,2+0,2/3=0,190$		
Arame *	Kg	$0,01+0,001/2=0,006$	5,80	0,0348
Servente	H	$2,54+2+1,9/3=2,150$	2,21	4,75
Total de insumos				4,79
Encargos de produção			(4,75x2,3278)	11,06
Total				15,85

Quadro 71 Média das vedações de bambu e barro por m².

*Como somente na vedação Ibiosfera a amarração é executada com cordão este não foi considerado nos custos, o custo do bambu também não foi considerado, pois só foi computado como custo no painel bambu a pique.

Descrição	Und	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
Barro	m ³	$0,013+0,016+0,035/3=0,0210$		
Cal	Kg	$7,31+6,80+3,91/3=6,010$	0,46	2,76
Areia	m ³	$0,013+0,0024+0,0023*/3=0,006$	35,00	0,21
Servente	H	$0,81+0,53+0,72/3=0,690$	2,21	1,53
Total de insumos				4,50
Encargos de produção			(1,53x2,3278)	3,56
Total				8,06

Quadro 72 Média de revestimento das vedações com barro cal e areia (m²)

*O coeficiente da areia no protótipo foi considerado para cálculo da média, mesmo não tendo custo.

Quanto às apropriações feitas para alvenaria de bloco no mesmo local do protótipo, a soma dos valores da alvenaria, chapisco e massa única foram maiores que as composições da PINI.

3.3.3 Análise

Conforme quadros 71 e 72, as vedações estudadas apresentam consistência entre elas e o protótipo construído. O preço médio da vedação em bambu e barro revestido foi de 23,91 R\$/m² (soma de 15,85 R\$/m² mais 8,06 R\$/m²), sendo o painel Ibiosfera 19,11% mais caro, o painel Bambu a Pique 1,42% mais barato e a vedação Protótipo 11,63% mais barata que a média.

Esses resultados mostram que a vedação com bambu e barro revestido mostrou-se mais barata, mesmo que contratada a mão de obra formal e pagos os encargos sociais. Comparando a vedação em alvenaria de bloco revestida com chapisco e massa única, esta é 96,74% mais cara do que a média do preço das vedações em bambu e barro e, comparando a vedação de bloco de concreto revestido com massa única, esta é 115,89% mais cara que a média do preço das vedações em bambu e barro.

No caso da alvenaria de bloco cerâmico construída com as mesmas condições do protótipo conforme quadros 68, 69 e 70 que tiveram seus coeficientes apropriados pelos autores em Mucugê na Bahia, utilizando somente bloco cerâmico, cimento e areia, o preço final foi de R\$ 48,08, ficando somente 2,16% mais caro que a composição da PINI de R\$ 47,04, concluindo-se que o protótipo de taipa executado pelo mesmo operário está dentro do padrão médio de execução em relação aos coeficientes encontrados, já que no caso da alvenaria de bloco o preço final foi bem próximo das tabelas referenciais.

No quadro 73 e na figura 71, são comparados os preços de todas as vedações, revestimentos e preço total das vedações revestidas.

VEDAÇÕES REVESTIDAS	VEDAÇÕES R\$/M ²	REVESTIMENTO R\$/M ²	TOTAL R\$/M ²
Vedação em bambu e barro e reboco - Ibiosfera	18,71	9,77	28,48*
Vedação em bambu e barro e reboco - Bambu a pique	16,47	7,10	23,57*
Vedação em bambu e barro e reboco - Protótipo	14,04	7,09	21,13*
Vedação em bloco cerâmico, chapisco e massa única - Pini	22,12	24,92	47,04
Vedação em bloco de concreto, e massa única-Pini	30,22	21,40**	51,62
Vedação em bloco de cerâmico, chapisco e massa única - Mucugê	25,90	22,18	48,08

Quadro 73 Custos das vedações e dos revestimentos

* Preço médio do painel em bambu e barro: 23,91 R\$/m² ** Somente massa única.

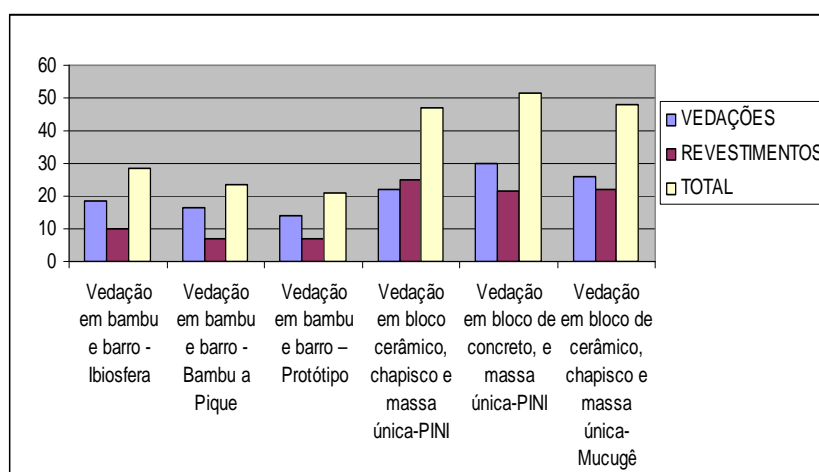


Figura 71 Custos das vedações e dos revestimentos

No caso da construção da vedação em regime de mutirão só foi considerado o custo do material, pois os encargos sociais e a mão de obra não serão pagos. Temos, conforme quadro 74 e figura 72, valores dos materiais, onde a média de preço dos materiais da vedação em bambu e barro revestido é de 3,55 reais, comparada com o preço da vedação em alvenaria de bloco revestida com chapisco e massa única de 16,14 reais, e do bloco de concreto revestido com massa única de 23,13 reais, que são respectivamente 4,54 vezes e 6,51 vezes mais caras que a mesma vedação em bambu e barro.

PAINÉIS – MATERIAL	PAINEL R\$/M ²	REVESTIMENTO R\$/M ²	PAINÉIS REVESTIDOS R\$/M ²
Bambu e barro e reboco – Ibiosfera	0	3,82	3,82
Bambu e barro e reboco - Bambu a pique	1,76	3,21	4,97
Bambu e barro e reboco – Protótipo	0,058	1,80	1,86
Bloco cerâmico c/ chapisco e massa única	8,53	7,61	16,14
Bloco concreto c/ massa única	16,71	6,42	23,13

Quadro 74 Resumo de quadro comparativo de material.

*Preço médio dos materiais (painel de bambu e barro) 3,55 reais por m² (3,82 + 4,97 + 1,86 / 3 = 3,55)

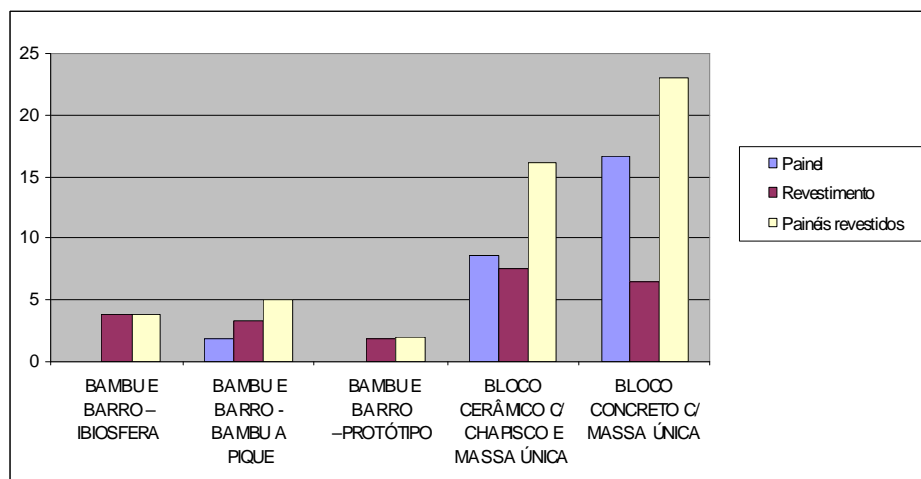


Figura 72 Custos dos materiais dos painéis e revestimentos

Comparando o tempo para montagem das vedações, calculados pelos coeficientes da mão de obra elaborados, tem-se que o tempo médio para construir a vedação de bambu e barro revestido é de 2,84 horas, enquanto que o tempo para execução da vedação em bloco cerâmico e de concreto revestidos, calculados pelos coeficientes de mão de obra é de 3,13 e 2,87 horas respectivamente, portanto, se gasta até 10,21% a mais de tempo para execução dos painéis convencionais.

4 CONCLUSÃO

A conclusão foi dividida em três etapas, de acordo com as etapas metodológicas apresentadas no item 3 Materiais e Métodos: Entrevista, Durabilidade e Custos, finalizando com as Considerações Finais e Recomendações.

a) Em relação às entrevistas:

As entrevistas mostraram que a escolha da taipa de sopapo como técnica construtiva se deve ao baixo custo relacionado ao material empregado e à mão de obra disponível. Outro fator que determina a escolha dessa técnica é o domínio do conhecimento empírico da técnica pela população alvo. Em relação à escolha da madeira utilizada para a execução da taipa, observou-se que o tipo empregado depende da disponibilidade na região, não sendo a durabilidade o fator determinante para sua escolha.

As entrevistas com os construtores confirmam que o entramado com o espaçamento entre taliscas de 15 x 15 cm pode ser considerado como ponto ótimo entre espaçamento para aplicação do barro e o volume de material para compor o entramado. Também se constatou conhecimento empírico por parte do público entrevistado na região de São Francisco do Conde em relação à falta do reboco na taipa com bambu. Eles relataram que a taipa sem o reboco determina um tempo máximo de durabilidade da construção de cinco anos. Percebe-se nesta população a preferência pela demolição e reconstrução da casa a cada cinco ou seis anos pela facilidade de obtenção e trabalhabilidade do bambu, pelo domínio da técnica, mão de obra disponível através de mutirão e baixo custo de aquisição da terra. O fato de não utilizar o reboco com adição de cal evidencia a falta de preocupação do usuário com esse tipo de acabamento, mostrando ser uma questão cultural, mais do que financeira, pois a cada cinco anos a terra para o enchimento do entramado é comprada em região próxima, já que no local da entrevista a terra é o massapé, solo pouco recomendado na utilização da taipa por sua grande retratibilidade. Na construção das casas de taipa de madeira tanto nos esteios como no entramado, a durabilidade da madeira em relação à degradação biológica possibilita um tempo de vida útil maior do que a taipa de bambu, quando a construção não tem reboco. Em ambos os casos a conservação e a durabilidade das casas se devem à presença de reboco, pintura e elevação do solo, conforme observado nas casas com 20 a 30 anos de construídas. Com essa investigação é possível concluir que o reboco contribui para a durabilidade da taipa tanto de madeira quanto de bambu.

b) Em relação à durabilidade do bambu dentro da taipa:

Nos corpos de prova de Mucugê, os resultados demonstram que, durante o período de seis meses, o bambu mostrou-se eficiente como estrutura para a taipa sem apresentar degradação biológica. O traço para o reboco de duas partes de cal, três partes de areia e 10 partes de terra mostrou-se eficiente para este período, quando os corpos de prova foram desmanchados, revelando a integridade dos mesmos. Nos corpos de prova executados na UFBA, para análise da rachadura em relação ao tamanho do entramado, chegou-se à conclusão que, sendo o barro susceptível à rachadura tanto para um maior espaçamento como para um menor, o bambu fica exposto à degradação biológica. Recomenda-se, então, o espaçamento de 15x15 cm por facilitar a aplicação da massa de terra e utilização do reboco para proteção do entramado. Nos corpos de prova feitos na Escola Politécnica, utilizando-se o bambu do entorno, os resultados também mostram a eficiência, durante o período de seis meses, do bambu como estrutura para a taipa sem apresentar degradação biológica. A aplicação do reboco manteve a integridade do mesmo sem rachaduras durante seis meses, como nos resultados dos corpos de prova executados em Mucugê. Os dados climatológicos de temperatura e umidade das duas regiões estudadas interferiram de forma semelhante nos dois ensaios em estações do ano diferentes.

Em relação à análise da resistência à compressão dos corpos de prova de Mucugê e da Escola Politécnica, pode-se concluir, através dos resultados da análise estatística, que a presença da terra influenciou de forma positiva na manutenção da resistência à compressão do bambu, quando usado ainda verde para execução do entramado. Após comparação dos ensaios de resistência à compressão dos montantes de bambu verde de Mucugê e da Escola Politécnica, observou-se que as duas populações de bambu podem ser usadas indistintamente para avaliação da durabilidade do bambu dentro da terra, já que se encontram dentro da mesma faixa de significância. No acompanhamento da resistência à compressão de bambus gradativamente atacados pelas brocas, a resistência à compressão não teve uma redução significativa no período de seis meses. Na análise das patologias através dos resultados dos ensaios de resistência à compressão em seis meses nos dois casos, conclui-se que esta diminui proporcionalmente ao ataque das brocas e não é influenciada pelo ataque do fungo, quando retirados no meio do colmo, a 1,5 m do nível do solo. No painel de taipa de bambu executado em 2007, a análise estatística dos montantes comparados à Mucugê e à Escola Politécnica analisados por seis meses mostra que o bambu verde pode ser utilizado como entramado para a taipa quando esta é rebocada ao longo de três anos com eficiência, já que os resultados se

encontram dentro da mesma faixa de significância. Observou-se nos entramados confeccionados com pregos, que apesar destes serem colocados com furadeira, não rachando no momento da colocação, após a secagem, o montante de bambu rachou nos locais dos furos. Essas rachaduras interferiram nos resultados dos ensaios de resistência à compressão, com valores mais baixos do que os montantes que não estavam furados.

c) Em relação ao custo comparado com a alvenaria de bloco cerâmico e a alvenaria de concreto:

Observa-se que os índices das composições de custo das vedações avaliadas não apresentam diferenças significativas de valores, portanto, os valores médios podem ser adotados. A ampliação da representatividade desses valores médios pode ser obtida a partir da quantificação e divulgação adequada das diversas experiências práticas em curso, tanto por grupos de pesquisa quanto por organizações independentes. Considerando as composições estudadas, pode-se concluir que os custos de produção de vedações em taipa revestida são menores do que as vedações produzidas em alvenarias com blocos cerâmicos revestidos e do que as vedações produzidas em bloco de concreto. Verifica-se que a diferença de custos entre a taipa e as alvenarias é mais significativa, quando se adota o regime de mutirão, que desconsidera o custo da mão de obra. Os índices médios obtidos podem contribuir para a captação de recursos, planejamento e implantação de projetos pilotos que utilizem o bambu e a terra como alternativa para construção de moradias no campo e no entorno das cidades. As restrições culturais podem ser superadas através da oferta de assessoria técnica e elaboração de cartilhas ensinando a técnica de construção. Os índices apresentados podem ser considerados nos estudos de viabilidade, avaliando-se a disponibilidade atual do bambu e potencial de produção.

d) Considerações Finais:

Pelos dados coletados nas entrevistas, nos ensaios dos corpos de prova com seis meses, e nos ensaios dos corpos de prova de painéis com três anos de idade, pode-se avaliar o potencial do bambu como material para estruturar a taipa de mão. Pelos estudos apresentados, pode-se constatar também a viabilidade do uso do bambu para a taipa, técnica usada em vários locais do Brasil e do mundo, que ao seu modo se apropriam dos meios e dos materiais encontrados em cada comunidade. Quanto à durabilidade, a utilização do bambu dentro da terra se mostrou viável, por impedir a degradação pelos agentes biológicos no período estudado. Quanto à retração da terra no corpo de prova, o reboco mostrou ser uma solução viável para eliminar as rachaduras presentes, pelo preenchimento das mesmas e

uniformização da parede. Portanto, trata-se de uma tecnologia alternativa capaz de contribuir na solução dos sérios problemas habitacionais, principalmente se apoiada pelos órgãos financiadores e governamentais e estudada pelas universidades. Uma política pública setorial que considere as diferentes realidades brasileiras, proporcionando diferentes soluções em sistemas construtivos, poderá fortalecer os aspectos locais da sustentabilidade. A implementação do estudo da aplicação do bambu na construção sustentável nas universidades como componente curricular com investigação científica sobre o bambu e aprimoramento tecnológico de suas múltiplas funções poderá ser uma solução para a grande carência de moradia no Brasil.

4.1 RECOMENDAÇÕES

Como recomendações para futuros trabalhos sugerem-se:

- a) Estudos de viabilidade das diferentes culturas de bambu como fonte de insumos para a produção de moradias;
- b) Continuação da pesquisa da utilização do bambu na taipa, com estudos mais extensos da durabilidade do bambu dentro da terra;
- c) Novas pesquisas com outros tipos de solos para verificação do comportamento do bambu *Bambusa vulgaris* dentro da taipa;
- d) Cartilha sobre identificação dos solos mais adequados mostrando parâmetros facilmente identificados pelo construtor da taipa;
- e) Elaboração de cartilha, mostrando a maneira correta de construir a taipa de bambu de uma maneira acessível à população de baixa renda.
- f) Montagem de protótipo com o material estudado com acompanhamento e estudo pós-ocupação para verificar a durabilidade da técnica.
- g) Continuação da pesquisa de modulação de painéis de *Bambusa Vulgaris*.
- h) Aprofundamento do estudo do reboco na conservação da taipa de bambu.
- i) Pesquisas sobre tratamentos contra broca e o cupim que possam ser utilizados pelo homem no campo para utilização do bambu.
- j) Avaliação de custos ao longo da vida útil: construção, operação e manutenção como forma mais completa de avaliação.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5731/1982:** Coordenação modular da construção: terminologia, 1982. 4p.

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

ADAMS, C. **Bamboo, Arquitetura e Construção - notas com Oscar Hidalgo**, DESIGNER / Revista Construtor, setembro de 1997. Santa Fé, Novo México, extraído de: site Bambu Brasil <<http://www.bambubrasileiro.com/grupo>> por Carlos Melo acessado em: 27 de novembro de 2009.

ADAMSON, M.; LÓPEZ, D. **Socio-Economic Study for the Bamboo Sector in Costa Rica**. INBAR, Working Paper, 38, 2001.

ALBIERO, D.; LOURENÇO L.S.; BERARDO, A.L.; RODRIGUES, S.; FABBRO, I.M. dal; MACIEL, J.A.S. **Distribuição de isodeformações em corpos de prova de três espécies de bambu**. In: anais do X EBRAMEM – Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, São Pedro, SP, CD ROM, 2006.

AMARAL, J.C. do; TANIZAKI, V.M. **Comportamento do bambu em ensaios de compressão simples**, FEG – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá UNESP – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, SP, Brasil, 2002.

ARAUJO, G. **Recomendações para melhoria tecnológica e ambiental da técnica mista em habitação de interesse social: Um estudo de caso no bairro de Alegre em São Sebastião do Passe** 2007, Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental - MEAU) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia.

ARAÚJO, V.M.D. de. **Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares - o caso de Natal/ RN**. EDUFRN, Natal, 2001.

ARIAS, P.; CORTES, M. **Taller de Construcción en Tierra**. 2007, Disponível em: <<http://www.revistaca.cl/2007/04/taller-de-construccion-en-tierra/>>. Acesso em: 15 de junho de 2010.

AZZINI, A.; SANTOS, R.L.; PETTINELLI JUNIOR, A. **Bambu: material alternativo para construções rurais**. Boletim técnico. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, S.P.1997.

BARBOZA, A. S. R.; BARBIRATO, J. C.C. e SILVA, M. M. C. P. **Avaliação do uso de bambu como material alternativo para a execução de habitação de interesse social** - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 115 - 129, 2008.

BARTH, F. **Las fachadas de hormigón arquitectónico y GRC en Catalunya: Aplicación y comportamiento de los cerramientos pré-fabricados**. Barcelona. 1997. 353p. Tese (Doutorado) Universitat Politècnica de Catalunya, Espanha.

BERALDO A. L.; CASCARDO C. R.; AZZINI A. **Avaliação do ataque de caruncho em colmos e taliscas de bambu por meio de ensaio não destrutivo**. In: anais do VIII EBRAMEM – Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira Uberlândia – MG: Universidade Federal de Uberlândia. CD ROM, 2002

BERNDSSEN, R.S e CASAGRANDE JR, E.F. **Desenvolvimento de ferramenta manual e maquinário para beneficiamento do bambu em projetos de geração de renda e inclusão social no Paraná**. In: Conferência Brasileira sobre Materiais e Tecnologias não-convencionais na Construção Ecológica e Sustentável. 11 p. BRASIL NOCMAT 2006, Salvador. 1 CD ROM.

BEZERRA, A.F.C. **Design Aplicado Na Utilização Racional da Taipa na Construção Civil**. Disponível em:<[http://www.artigonal.com/ciencias-artigos/design-aplicado-na-utilização-razional-da-taipa-na-construção-civil-851863.html](http://www.artigonal.com/ciencias-artigos/design-aplicado-na-utilizacao-razional-da-taipa-na-construcao-civil-851863.html)>Acesso em: 05 de abril 2009.

BOTTARI, T. **Sistema de Vedação – Taipa de Mão**. Projeto integrado de Pesquisa: “Habitação Social: Concepção Arquitetônica e produção de componentes em madeira de reflorestamento e terra crua” Relatório parcial IC FAPESB 98/07712-4, Fevereiro, 1999.

CARDOSO JR, M.L. **Recomendações para projeto de piso e bambu laminado colado (BLC)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental - MEAU) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. 2008

CARDOSO JR, R. **Arquitetura com Bambu**. Mato Grosso do Sul: Dissertação UNIDERP, UFRGS/PROPAR, 2000.

CARDOSO JR, R.; SARTORI, E.M. **Sistema Construtivo Pré-Moldado, utilizando bambu em Habitações de Interesse Social**. In: Conferência Brasileira sobre Materiais e Tecnologias não-convencionais na Construção Ecológica e Sustentável. 11 p. BRASIL NOCMAT 2006, Salvador. 1 CD ROM.

CASARIO em taipa de pilão. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Taipa>>. Acesso em: 9 de setembro de 2009.

CÉSAR, S.F. **Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente: projeto conceitual**. 2002. Tese Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2002.

COMISSÃO BRUNDTLAND; “**Nosso destino comum**” ONU, Nova York, 1987

COMMITTEE ON TROPICAL SOILS OF (ISSMFE) - **Progress Report, chapter 4.2.4:laterite gravels**, publicado pela Associação Brasileira de Mecânica dos Solos (ABMs), São Paulo, 1985

COSTA, A.C. da.; **Estudos tecnológicos de pavimento de baixo custo na Bahia, USP**. 1988, Dissertação (Mestrado em Transportes – Departamento de Transportes) – Escola Politécnica da USP, São Paulo – SP.

COSTA, S.C. da C. **Percepção e uso de diretrizes de sustentabilidade na elaboração de projetos arquitetônicos na cidade de Natal/ RN**. 2008, Dissertação (Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente PRODEMA), UFPB, João Pessoa PB.

COSTA, T.M. de S. **Estudo da viabilidade técnica do emprego do bambu da espécie *bambusa vulgaris schard*. Como carvão vegetal**, 2004, Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais) IPEN – USP, SÃO PAULO – SP.

DE LISIO, A. 2001. **Tendencias y Propuestas en la interpretación ecológica de la ciudad, alcances y limitaciones**. Urbana, Vol. 6, No.28. Revista Editada por el Instituto de Urbanismo. Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad Central de Venezuela. Caracas, 2001.

DETHIER, J. **Arquiteturas de terra, ou o futuro de uma tradição milenar**. Lisboa: Litografia Tejo, 1993.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME. 049/94 - Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia Utilizando Amostras Não Trabalhadas**. Brasília, DF, 1994.

_____. **ME 051/94 – Solos – Granulometria com sedimentação**. Brasília, DF, 1994.

_____. **ME 054/97** – Equivalente de areia. Brasília, DF, 1994

_____. **ME 082/94** – Solos – Determinação do Limite de Plasticidade. Brasília, DF, 1994.

_____. **ME 122/94** – Solos – Determinação do Limite de Liquidez – Método de Referência e Método Expedido, Brasília, DF, 1994.

_____. **ME 129/94** – Solos – Compactação. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Brasília, DF, 1994.

_____. **ME 228/94** – Solos compactados com equipamento miniatura - mini CBR e expansão. Brasília, DF, 1994.

_____. **ME 254/97** – Solos compactados com equipamento miniatura - determinação da perda de massa por imersão, Brasília, DF, 1994.

_____. **ME 256/97** – Caracterização dos solos quanto às peculiaridades de comportamento dos solos tropicais. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Brasília, DF, 1994.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT
Manual de estudos de tráfego, Diretoria de Planejamento e Pesquisa, Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias - Engenharia de tráfego – Manuais. I. Série. II (IPR. Publ., 723), Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 384 p.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de monitoramento e Estratégias de Recuperação**. Documentos 103. Rio de Janeiro, RJ. 2008.

ESPÍNDOLA, L. da R. e MORAES, P.D. de - **Sistemas abertos em madeira como propostas para habitações de interesse social**. In: XI EBRAMEM - XI Encontro Brasileiro em madeira e estruturas de madeira Londrina – julho 2008.

FIGUEIREDO, D.A. de S. e CASBUR, M.T.F. **Projeto piloto construção de casa de terra crua**. In: Conferência Brasileira sobre Materiais e Tecnologias não-convencionais na Construção Ecológica e Sustentável. 12 p. BRASIL NOCMAT 2006, Salvador. 1 CD ROM.

FLAUZINO, W. D. **Durabilidade de materiais e componentes das edificações**. p. 79-84. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Divisão de edificações. Tecnologia de Edificações. São Paulo: PINI, 708 p. 1988.

FONTES, B. M. **Cuidado afasta praga e atrai concreto.** Folha de São Paulo – Construção, 2004. Disponível em: <http://unicamp.br/unicamp/canal_aberto/clipping/abril2004/clipping040425_folha.html>. Acesso em 6/5/2007

FORTES, R.M.; NOGAMI, J. S. **Método expedito de identificação do grupo MCT de solos tropicais utilizando anéis de PVC rígido.** Anais da 25ª Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo 1991, v.1 p.591-604

GALVÃO A. P. M.; ESTEVES W. L. M.; MATTOS, P. P. **Processos práticos para preservar a madeira.** Colombo: Embrapa Florestas, 2004.

GHAVAMI, K. e MARINHO, A.B. **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie Guadua angustifolia.** Campina Grande, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, nº 1, p.107-114, 2005.

GHAVAMI, K., TOLEDO Filho, R.D. e BARBOSA, N.P. **Behaviour of composite soil reinforced with natural.** Cement and Concrete Composites 21 (1999) 39- Elsevier.

GIANELLA, F. **Bambu a pique.** Disponível em: <<http://bambuapique.com/index11.html>>. Acesso em: 26 de julho de 2007.

GIETH, K. T. et al. **A casa de taipa. Estudo sobre a viabilidade da tecnologia em área urbana.** Niterói, NEPHV-UFF, Núcleo de Estudos e Projetos Habitacionais e Urbanos. Boletim n.5, ago. 1994.

GRUPO Bambu Brasil de discussão por internet. **Paredes antigas de bambu guadua. Galería Bambú Alfredo Jaramillo Bernal – Arquitecto Jorge Alberto Velázquez Gil,** Disponível em: <<http://www.bambubrasileiro.com/grupo>>. Acesso em: 31 de março de 2010.

GUILLAUD, H.; JOFFROY, T. **Earth Construction Tecnology. Materials, Techniques, know-how for new architectural achievements.** Grenoble: V CECTech/CRATerre 1987.

HENRIKSON, R. **International Bamboo Building Design Competition,** 2007. Disponível em: <<http://www.roberthenrikson.com/bamboocompetition/spages/1374-10.html>>. Acesso em: 25 de setembro de 2010.

IGLESIAS, F.T.C. (1993). **Arquitetura de terra no século XXI, uma utopia?** In: Conferencia Internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra, Silves, 1993. Anais. Lisboa, DGEMN, p.577-80.

INBAR. Disponível em <http://www.inbar.int/> . Acessado em junho de 2005.

INCOMUN, 2004. Disponível em: <<http://www.incomun.org.br/interna05.htm>>. Acesso em: 23 de novembro de 2010.

INO, A.; MAIA, R.T.; VALLE, I.M.R. do; SHIMBO, I. **Vedações em terra crua para o sistema estrutural pilar-viga em eucalipto: análise comparativa como ferramenta para escolha. Estudo de caso: Construção de 3 moradias no assentamento rural Sepé - Tiaraju, Serra Azul – SP - Brasil.** In: V Encontro Nacional e III Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2p. ELECS 2009. Recife – 1 CD ROM.

JOHN, V.M. **Durabilidade de materiais, componentes e edifícios.** Dissertação de Mestrado. CPGES/UFRGS, Porto Alegre, RS, 157 p. 1987.

LIESE, W.; KUMAR, S. **Bamboo preservation compendium.** Centre for Indian Bamboo. 2003.

LIMA, F. **Painel Ibiosfera – Estrutura em bambu e barro,** Disponível em: <http://ibiosfera.spaces.live.com/>. Acesso em julho/2007

LIMA, F. **Publicação eletrônica** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por deirwil@gmail.com em 21/12/2010

LOPES, W.G.R. **A taipa de mão no Brasil.** In: Anais I SIACOT- I Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra, pág. 11 a 24, Salvador – BA, 2002.

LOPÉZ, O.H. **Bambu su cultivo y aplicaciones em: Fabricación de Papel, Construcción, Arquitectura, Ingeniería, Artesanía.** Apartado Aéreo 7289, Cali, Colombia, 1974.

LOSEKANN, S. **Casarões em Cachoeira.** Disponível em: <www.defender.org.br>. Acesso em: 28 de Fevereiro de 2010.

MACUL, M. e PRADO, S. **Construções sustentáveis com terra crua, resíduos plásticos, orgânicos, minerais e fibras vegetais.** In: Conferência Brasileira sobre Materiais e Tecnologias não-convencionais na Construção Ecológica e Sustentável. 11 p. BRASIL NOCMAT 2006, Salvador. 1 CD ROM.

MAPA DO ESTADO DA BAHIA, elaborado pela autora, 2010. Disponível em: <commons.wikimedia.org>. Acesso em: 10 de outubro de 2010.

MARTI. **Ponte em bambu de Simon Vélez**. Disponível em: <recooperar.blogspot.com/> Acesso em: 10 de dezembro de 2009.

MILANEZ, A. **Casa de terra - As técnicas de estabilização do solo a serviço do homem do campo**. Serviço Especial de saúde Pública – Ministério da Saúde, Rio de Janeiro, 1958.

MINAYO, M.C. de S. **O desafio do conhecimento – pesquisa qualitativa em saúde**. 5 ed. São Paulo - Rio de Janeiro: HUCITEC-ABRASCO, 1994.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Normais Climatológicas** (1961-1990). Brasília: Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia, 1992.

MORITA, C.A.M.M. **Adobe, habitação e sustentabilidade: tradição X inovação** In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 11 p. Terra Brasil 2010, Campo Grande – Mato Grosso do Sul, Setembro, 2010 1 CD ROM.

MOTOMURA, L. Centro Cultural Max Feffe. **Obra da arquiteta Leiko Motomura**. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/amima-arquitetura-centro-cultural-28-07-2009.html>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2010.

NEVES, C.M.M. **O desempenho térmico da edificação de terra**. In: *Arquitetura de Terra em Portugal*. Ed Argumentum. Lisboa, 2005.

NEVES, C.M.M. et al. **Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra . Práticas de campo**. Proterra, 2005

NMBA. **Processing bamboo shoots**. Training manual. New Delhi, India. 2004. 27 p.

NOGUEIRA, L. de S. **Centro de Educação e Sustentabilidade - CES – Alfaville, São Paulo**. Disponível em: <<http://crisfundacaoalphavilleces.blogspot.com>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2009.

NUNES, A. R. S. **Construindo com a Natureza - Bambu: Uma Alternativa de Ecodesenvolvimento**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2005. 131p.

ORTIZ, P. **Doença de Chagas – As taipas: Mito e Realidade**. Disponível em: <<http://ocepaearquitecturaemterra.blogspot.com/2009/09/doenca-de-chagas-mito-e-realidade.html>>. Acesso em: 29 de novembro de 2009.

PADOVAN, R. B. **O bambu na arquitetura: design de conexões estruturais**. Bauru, 2010. 183f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2010.

PATRIC, **Modelo de uma casa de taipa na Estação do Forró. Serra Talhada (Pernambuco)**, Brasil. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Arquitetura_vernacular> Acesso em: 2 de maio de 2005.

PEREIRA, E.B. **Casarão da Fazenda Bálsamo**, 1999. Disponível em: <<http://www.campograndems.net/>> Acesso em: 2 de outubro 2008.

PEREIRA, M.A. R; BERALDO A.L. **Bambu de Corpo e Alma**. Bauru, SP Canal 6, 2007, 240p.

PEREIRA, M.A.R.; **Bambu, Espécies Características & Aplicações**. UNESP/ CAMPUS DE BAURU, 2001, 58 p.

PINHO, J.K.C. **Bambu na Arquitetura**. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0221/Trabalhos_Finais_2007/Usado_Bambu_na_Arquitetura.pdf>. Acesso em: 20 de novembro de 2009 .

PINI - **Tabela de Custos Analítica – TCPO 12** – preços base 2009-Salvador-Ba.

PINTO, F. **Arquitetura de Terra – Que futuro?** In: 7ª Conferencia Internacional sobre o estudo e conservação da arquitetura de terra, Silves, 1993. Anais. Lisboa, 1993. DGEMN, p.612-617.

PINTO, M. **Protótipos de casas de bambu em Sergipe atestam viabilidade dessa opção em políticas de habitação popular**, 2007. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/exclusivas/2008/06/10/38691-exclusivo-prototipos-de-casas-de-bambu-em-sergipe-atestam-viabilidade-dessa-opcao-em-politicas-de-habitacao-popular.html>>. Acesso em: 5 de novembro de 2010.

PISANI, M.A.J. **Taipas: A arquitetura de terra, 2007**. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/7296817/Taipas-A-Arquitetura-Da-Terra>> Acesso em: 8 de novembro, 2010.

QUEIROZ, A.; CAPELLO, G.; WENZEL, M. Bambu, madeira do futuro. **Revista Arquitetura e Construção**, São Paulo, ANO 23, Abril de 2007. p. 104 a 111.

RICCIO, V.M.A. **Casa com estrutura em bambu e preenchimento em terra** Disponível em <<http://www.analitica.com>>. Acesso em: 4 de setembro de 2009.

REVISTA DO CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO ESTADO DO PARANÁ – PR. **Madeira, um novo campo para a engenharia**. Ano 8 – nº 34, Maio/Junho 2005.

ROCHA, M. **Escola de Artes Plásticas de Oaxaca – México**, Disponível em: <<http://ocepaearquitecturaemterra.blogspot.com/2009/09/doenca-de-chagas-mito-e-realidade.html>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2009.

SALVADOR, NORMAS RELATIVAS À EXECUÇÃO DE OBRAS DO MUNICÍPIO, LEI Nº 3.903 de 27 de Julho de 1988. **Código de Obras**. Disponível em: <<http://www.sedham.salvador.ba.gov.br/legisla/legurban/codobras.htm>>. Acesso em: 6 ago.2009

SÁ RIBEIRO, M.G. e SÁ RIBEIRO R.A. **Casa Ecológica para Amazônia**, Projeto de cooperação tecnológica no âmbito do Programa de Tecnologia de Habitação - HABITARE financiado pela FINEP/FNDCT/VERDE-AMARELO, 2008. Disponível em: <<http://www.habitare.org.br/pdf/relatorios/121.pdf>> Acesso em: 08 de Dezembro de 2010.

SANTIAGO, C. C. **O solo como material de construção**, Bahia 2ª Edição, EDUFBA, 2001.

SARLO, H.B.; **Influência das fases da lua, da época de corte e das espécies de bambus sobre o ataque de Dinoderus minutus (Fabr.) Coleóptera: Bostrichidae/ Helena Bergi Sarlo**. – Viçosa: UFV, 2000. 50p.

SARTORI, E.M. ; Pinho, J.L.G. **O Bambu como material de construção em um programa de inclusão social e geração de trabalho, renda e negócios**. In: Conferência Brasileira sobre Materiais e Tecnologias não-convencionais na Construção Ecológica e Sustentável. BRASIL NOCMAT 2006, Salvador. 1 CD ROM.

SEBRAE, **Casa ecológica tem custo 40% mais baixo que a convencional**, 2007. Disponível em:<http://www.sebrae-sc.com.br/novos_destaque/opportunidade/default.asp?materia=14714>. Acesso em: Novembro de 2010.

SEI - SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA.
Análise dos atributos climáticos do Estado da Bahia. Salvador: 1998, 85p.

SENNA, V. e GARRIDO, S. **Bambu: uma alternativa de sustentabilidade.** Prata da Casa; Construindo produção limpa, Bahia, Salvador, Teclim/Ufba, 2008.

SILVA, M. da F. e S. **Preservação de Bambu.** Disponível em:
<<http://br.groups.yahoo.com/group/bambu-brasil/message/1022>> Acesso em: 11/6/2007

SILVA, R.M. de C. **O Bambu no Brasil e no Mundo**, 2005. Disponível em:
<http://www.institutoeu.com.br/arquivos/downloads/Bambu_no_Brasil_e_no_Mundo_56403.pdf>. Acesso em: 4 de novembro de 2010.

SOARES, D. **Casa Popular em taipa de bambu rebocado – Angola.** Disponível em:
<<http://duarteemangola.blogspot.com>>. Acesso em: 15 de outubro de 2009.

SOUZA, A.P.C.C. Bambu na habitação de interesse social no Brasil. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, 2004, v.11, n.12, p.217-245. Trabalho final de graduação, junho 2002, Belo Horizonte: PUC, MG.

STABILE, M. **Composição de Custos**, 2002. Disponível em:
<<http://www.informativosbc.com.br/informativoSBC/agosto2002/20263309/artigos.htm>>. Acesso em: 27 de Novembro de 2010.

STAMM, J. **Construcciones de Jörg Stamm.** Disponível em: <www-users.rwth-aachen.de/~bauwerke.html>. Acesso em: 16 de outubro de 2007

TEIXEIRA, A.A. **Painéis de bambu para habitações econômicas: Avaliação do desempenho de painéis revestidos com argamassa.** 2006. 177 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - UNB, Brasília, DF.

TIMOSHENKO, SP. **Resistência dos Materiais – Vols.I e II**, Ao Livro Técnico Ltda., 1966.

TINOCO, J.E.L. e ARAÚJO, R.A.D. de. **Técnicas tradicionais: A terra crua como material de construção: um método de ensino a distancia.** CECI - Centro de estudos avançados de conservação integrada, Olinda 2007.

TROLLES, R. **Arquitetura Ecológica**, 2001. Disponível em:
<<http://br.groups.yahoo.com/group/bambu-brasil/message/1210>>. Acesso em: 1 de jun 2007

VAN LENGEN, J. **Manual do Arquiteto descalço**, SP, Empório do Livro, 2004.

VALENCIANO, M. del C. M. **Durabilidade de compósitos cimentícios com materiais lignocelulósicos**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP: [s.n.], 2004.

VASCONCELLOS, R.M. de. **Info bambu-plantio e morfologia**, 2000. Disponível em:
<<http://www.bambubrasileiro.com/info/plantio/8.html>>. Acesso em: 4 de novembro de 2010.

VASCONCELLOS, S. de C. **Arquitetura no Brasil: Sistemas Construtivos**. 4.ed. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, 1961.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

VIERNES, M. **Centro Cultural por Leiko Motomura**, 2009. Disponível em:
<recooperar.blogspot.com/>. Acessado em: 09 de dezembro de 2009.

VILLAÇA, A.C. **A operacionalização do conceito de sustentabilidade: enfrentando o desafio**. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 11 p. Terra Brasil 2010, Campo Grande – Mato Grosso do Sul, Setembro, 2010 1 CD ROM.

VILLIBOR, D.F. e NOGAMI, J.S. **Pavimentos econômicos - Tecnologia do uso de Solos Finos Lateríticos**, Editora Arte & Ciência, São Paulo, 2009, 290p.

VILLIBOR, D.F. e NOGAMI, J.S. **Identificação expedita dos grupos da Classificação MCT para solos tropicais**, X COBRAMSEF, Foz do Iguaçu, ABMS, São Paulo vol.4, p.1293-1300. 1994

APÊNDICE A - Entrevistas

MUNICÍPIO:	BOA VISTA DO TUPIM
LOCAL:	FAZENDA BELA VISTA
NOME:	GILBERTO ANCHIETA
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez (X) Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês () 2 meses (X) 3 meses () Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo () 2 Cômodos () 3 Cômodos () 4 Cômodos (X) Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas () 5 pessoas (X) 10 pessoas () 15 pessoas () Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) pau d'arco, aroeira, peroba Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo (X) Distante () Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca () Apoio para horta () Galpão () Casa () Não (X) Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? PARA O ENTRAMADO E RIPA Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim () Não (X) Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra () Pedra () Tijolo () Outros (X) enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm () Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais (X) Outros (X) Pilar no meio do vão com as madeiras Velame, Cassutinga, Araça Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água (X) Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia e água () Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 7 MESES Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 20 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 3 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

MUNICÍPIO:	BOA VISTA DO TUPIM
LOCAL:	FAZENDA LAGOA DO TRAPEÁ
NOME:	IRENO OLIVEIRA
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez (X) Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês () 2 meses () 3 meses (X) Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos () 3 Cômodos () 4 Cômodos () 6 Cômodos (X) Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas () 5 pessoas () 10 pessoas (X) 15 pessoas () Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) arça bravo, velame Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo (X) Distante () Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca () Apoio para horta () Galpão () Casa () Não (X) Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? É MAIS RETO Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim () Não (X) Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra () Pedra () Tijolo () Outros (X) enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm () Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais (X) Outros () amarração vertical a cada 1,50m aroeira e peroba Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água (X) Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia e água () Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 30 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? SIM Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 15 A 20 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 5 CM PARA ALINHAR A PAREDE Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? SIM Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

MUNICÍPIO:	BOA VISTA DO TUPIM
LOCAL:	ENTRONCAMENTO
NOME:	JOSÉ FRANCISCO DOS SANTOS
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez () Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês (X) 2 meses () 3 meses () Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos () 3 Cômodos () 4 Cômodos () 5 Cômodos (x) 6 Cômodos () Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas () 5 pessoas (x) 10 pessoas () 15 pessoas () Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe (X) Tipo (X) claraíba Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo (X) Distante () Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca () Apoio para horta () Galpão () Casa () Não (X) Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? MAIS FRACO Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim () Não (X) Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra () Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm () Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais () Outros (X) 15 X 15 Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água (X) Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia e água () Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 30 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? DURA MENOS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 20 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 3 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? NÃO Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

MUNICÍPIO:	BOA VISTA DO TUPIM
LOCAL:	CEBOLA – VILA UNIÃO (JALMIR)
NOME:	ADELINO CARMO
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez () Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias (X) 1 mês () 2 meses () 3 meses () Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos (X) 3 Cômodos () 4 Cômodos () 5 Cômodos () 6 Cômodos () Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas () 5 pessoas () 10 pessoas () 15 pessoas (X) Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo () claraíba Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo (X) Distante () Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca () Apoio para horta () Galpão () Casa () Não (X) Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? MAIS FÁCIL Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim () Não (X) Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra () Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm () Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais () Outros (X) 40 X 40 Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água (X) Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia e água () Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 4 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? MAIS FINA QUE BLOCO Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 3 A 4 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? DURA MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

MUNICÍPIO:	BOA VISTA DO TUPIM
LOCAL:	FAZENDA BOM JESUS
NOME:	WALDEMIR JESUS DA SILVA – PERTO DA BONITA
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez () Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês () 2 meses () 3 meses () 4 meses (X) Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos (X) 3 Cômodos () 4 Cômodos () 5 Cômodos () 6 Cômodos () Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas () 5 pessoas () 10 pessoas () 15 pessoas (X) Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) arceira Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo () Distante (X) Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca () Apoio para horta () Galpão () Casa () Não (X) Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim () Não (X) Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra () Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm () Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais (X) Outros () Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra e água (X) Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia e água () Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 4 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? MENOS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 20 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 5 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? DURARIA MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

Relatório Fotográfico das Entrevistas – Boa Vista do Tupim



Figura 73 Casa de taipa em construção por Gilberto Anchieta no município de Boa Vista do Tupim



Figura 74 Casa de Taipa construída por Ireno no município de Boa Vista do Tupim



Figura 75 Casa construída por Adelino em taipa e madeira no município de Boa Vista do Tupim



Figura 76 Casas construídas por Adelino e Waldemir em Boa Vista do Tupim

MUNICÍPIO:	MUCUGÊ
LOCAL:	SÃO PEDRO
NOME:	MANOEL VITORINO RODRIGUES
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo () Praticidade () Rapidez (X) Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana (X) 15 dias () 1 mês () 2 meses () 3 meses () Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo(X) 2 Cômodos () 3 Cômodos () 4 Cômodos () 5 Cômodos () 6 Cômodos () Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas (X) 5 pessoas () 10 pessoas () 15 pessoas () Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) Quina e Caboclo Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo (X) Distante () Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca () Apoio para horta () Galpão () Casa () Mirante (X) Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (x) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (x) Não () Porque? PORQUE É MAIS BARATO Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim (X) Não () Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra () Pedra (X) Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm () Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais (X) Outros () Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água () Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia (X) Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 5 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 20 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 3 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? SIM, TIRA DA TERRA Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

MUNICÍPIO:	MUCUGÊ
LOCAL:	FAZENDA SUMIDOURO
NOME:	JOÃO BENÍCIO E ANAÍDE LIMA DE SOUZA
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez () Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês () 2 meses (X) 3 meses () Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos () 3 Cômodos () 4 Cômodos () 5 Cômodos () 6 Cômodos (X) Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas (X) 5 pessoas () 10 pessoas () 15 pessoas () Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) CABOCLO/QUINA/MASSARANDUBA Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo (X) Distante () Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca () Apoio para horta (X) Galpão () Casa () Não () Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? MAIS FRACO Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim () Não (X) Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra (X) Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm () Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais () Outros (X) 15 X 15 Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água () Terra, Cal, Areia e água (X) Terra, Cimento, Areia e água () Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 37 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? MENOS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 20CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 3 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

MUNICÍPIO:	MUCUGÊ
LOCAL:	SÃO PEDRO
NOME:	MILTON RODRIGUES ROCHA (IRMÃO DE MANOEL)
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez () Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês (X) 2 meses () 3 meses () Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos () 3 Cômodos () 4 Cômodos () 5 Cômodos (X) 6 Cômodos () Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas () 5 pessoas () 10 pessoas (X) 15 pessoas () Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) SUCUPIRA, CABOCLO, CATUABA Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo (X) Distante () Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca () Apoio para horta () Galpão (X) Casa () Não () Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? PRÁTICO Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim () Não (X) Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra () Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm () Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais () Outros (X) 18 X 18 Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água () Terra, Cal, Areia e água () Terra e água (X) Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 30 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? MENOS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 15 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 1,5 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? SIM, POR CAUSA DO CUPIM Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? ADOB, PORQUE É DIFÍCIL ACHAR MADEIRA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

Relatório Fotográfico das Entrevistas – Mucugê



Figura 77 Mirante construído por Manoel em Mucugê



Figura 78 Casa de taipa construída por João Benício e Anaíde em Mucugê



Figura 79 Casa de taipa construída por Milton em Mucugê

MUNICÍPIO:	ANDARAÍ
LOCAL:	BERNARDINO (ANTES DA PONTE DO RIO SANTO ANTÔNIO)
NOME:	WALDEMAR RAMOS
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez () Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês (X) 2 meses () 3 meses () Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos (X) 3 Cômodos () 4 Cômodos () 5 Cômodos () 6 Cômodos () Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas () 5 pessoas (X) 10 pessoas () 15 pessoas () Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) CATUABA Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo () Distante (X) Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca () Apoio para horta () Galpão () Casa () Não (X) Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim () Não (X) Porque? LONGE Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim () Não (X) Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra () Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm (X) Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais () Outros () Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água (X) Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia e água () Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 24 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 15 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 1,5 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? SIM Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

MUNICÍPIO:	ANDARAÍ
LOCAL:	BOA VISTA – PONTE DO RIO SANTO ANTÔNIO
NOME:	ARLINDO DE JESUS SILVA
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez (X) Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês (X) 2 meses () 3 meses () Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos () 3 Cômodos () 4 Cômodos (X) 5 Cômodos () 6 Cômodos () Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas (X) 5 pessoas () 10 pessoas () 15 pessoas () Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) PARAIBA Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo (X) Distante () Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca () Apoio para horta () Galpão () Casa () Não (X) Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim () Não (X) Porque? LONGE Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim () Não (X) Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra (X) Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm (X) Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais () Outros () Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água () Terra, Cal, Areia e água (X) Terra, Cimento, Areia e água () Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 2 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 20 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 2 A 3 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? ADOBE Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

Relatório Fotográfico das Entrevistas – Andaraí



Figura 80 Casa construída em taipa e madeira em Andaraí - Waldemar Ramos



Figura 81 Casa construída em taipa e madeira em Andaraí - Arlindo Silva

MUNICÍPIO:	SÃO FRANCISCO DO CONDE
LOCAL:	SANTA ELÍZIA – RUA DO ASFALTO
NOME:	OTACÍLIO DOS SANTOS
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez (X) Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês () 2 meses (X) 3 meses () Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos () 3 Cômodos () 4 Cômodos (X) 5 Cômodos () 6 Cômodos () Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas () 5 pessoas () 10 pessoas () 15 pessoas (X) Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) BAMBU, AROEIRA, MARICÁ, JENIPAPO Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo () Distante (X) Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca (X) Apoio para horta (X) Galpão (X) Casa (X) Não () Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros (X) COLHEU NO ESCURO NA LUA NOVA Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? MAIS FRACO Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim (X) Não () Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra () Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm () Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais () Outros (X) 15 X 15 Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água () Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia e água () Não (X) Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 8 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 20 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 5 A 10 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? MAIS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

MUNICÍPIO:	SÃO FRANCISCO DO CONDE
LOCAL:	SÃO LOURENÇO
NOME:	CASSIANO JANUARIO DE BRITO
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez () Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês () 2 meses () 2 anos (X) Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos () 3 Cômodos () 4 Cômodos (X) 5 Cômodos () 6 Cômodos () Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas () 5 pessoas () 10 pessoas () 20 pessoas (X) Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) BAMBU, UMBAÚBA Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo (X) Distante () Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca (X) Apoio para horta () Galpão () Casa (X) Não () Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim (X) Não () Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra () Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm (X) Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais () Outros () 15 X 15 Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água () Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia e água (X) Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 23 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? COM REBOCO DURA MAIS, SEM REBOCO DURA MENOS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 15 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 3 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? MAIS, MAS NÃO FAZ FUNDAÇÃO PORQUE É MASSAPÊ Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA, MESMO PAGANDO PELA TERRA E PELA RETIRADA DO BAMBU Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

MUNICÍPIO:	SÃO FRANCISCO DO CONDE
LOCAL:	SÃO LOURENÇO
NOME:	LUIS CARLOS DA CRUZ BRITO/CLAUDENICE CARVALHO DIONÍZIO
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez () Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês (X) 2 meses () 3 meses () Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos () 3 Cômodos () 4 Cômodos (X) 5 Cômodos () 6 Cômodos () Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas () 5 pessoas (X) 10 pessoas () 15 pessoas () Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) BAMBU, JENIPAPO, MUTAMBA, GOIABEIRA Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo () Distante (X) Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca (X) Apoio para horta () Galpão () Casa (X) Não () Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? DURA MAIS Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim (X) Não () Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra () Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm (X) Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais () Outros () 15 X 15 Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água () Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia e água () Não (X) Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 6 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? DURA MENOS, MAIS COM MADEIRA O PESO É MAIOR E A CASA FICA TORTA Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 10 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 2 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? SIM Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

MUNICÍPIO:	SÃO FRANCISCO DO CONDE
LOCAL:	SANTA ELÍZIA – RUA DO ASFALTO
NOME:	ANTONIO DOS SANTOS
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez () Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês () 2 meses () 3 meses (X) Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos () 3 Cômodos () 4 Cômodos () 5 Cômodos () 6 Cômodos (X) Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas (X) 5 pessoas () 10 pessoas () 15 pessoas () Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) BAMBUI, CAMBÓIA, BIRIBA Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo (X) Distante () Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca (X) Apoio para horta () Galpão () Casa (X) Não () Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros () Nenhum (X) Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim (X) Não () Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra () Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm () Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais () Outros (X) 15 X 15 Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água () Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia (internamente) (X) Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 5 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? NÃO. DURARIA MENOS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 20 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 2 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? MENOS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

MUNICÍPIO:	SÃO FRANCISCO DO CONDE
LOCAL:	SANTA ELÍZIA – RUA DO ASFALTO
NOME:	ROSANGELA LIMA DOS SANTOS
I – Estrutura	
01) Porque você escolheu construir com taipa de mão? Custo (X) Praticidade () Rapidez (X) Intenção: Determinar o motivo principal da escolha da técnica	
02) Quanto tempo demorou a construção da taipa? 1 semana () 15 dias () 1 mês (X) 2 meses () 3 meses () Intenção: Determinar a média do tempo gasto na construção da técnica	
03) Quantos cômodos têm sua casa? 1 Cômodo() 2 Cômodos () 3 Cômodos (X) 4 Cômodos () 5 Cômodos () 6 Cômodos () Intenção: Determinar um tamanho médio das casas entrevistadas.	
04) Quantas pessoas ajudaram? Em torno de: 2 pessoas () 5 pessoas () 10 pessoas (X) 15 pessoas () Intenção: Determinar quantas pessoas em média trabalham	
05) Qual o tipo de madeira foi usada na taipa da sua casa? Não sabe () Tipo (X) BAMBU, AROEIRA Intenção: Determinar qual o tipo de material utilizado para confecção do entramado.	
06) De onde você tirou a madeira? Próximo (X) Distante () Intenção: Determinar a acessibilidade aos materiais utilizados.	
07) Já usou o bambu em alguma construção? Cerca (X) Apoio para horta () Galpão (X) Casa (X) Não () Intenção: Determinar como o bambu é utilizado na região.	
08) Fez algum tipo de tratamento? Imersão em água () Queimar () Deixar secar () Outros (X) COLHEU NO ESCURO NA LUA NOVA Nenhum () Intenção: Determinar se é feito algum tipo de tratamento e qual.	
09) Usaria o bambu para execução da taipa? Sim (X) Não () Porque? MAIS FRACO Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa.	
10) Conhece alguém que já construiu taipa com bambu? Sim (X) Não () Intenção: Determinar o grau de aceitação do uso do bambu na taipa	
11) Como você executa (faz) a fundação quando constrói com taipa? Terra (X) Pedra () Tijolo () Outros () enterra o esteio e passa óleo queimado Intenção: Determinar se é usado algum tipo de fundação e qual o tipo mais usado.	
12) Como você executa (faz) a estrutura? Entramado com espaçamento pequeno 10x10cm () Taliscas Verticais () Entramado com espaçamento grande 20x20cm () Taliscas horizontais () Outros (X) 15 X 15 Intenção: Determinar os padrões de entramados mais usados.	
13) Como você executa (faz) o enchimento das paredes? Terra e água (X) Terra palha e água () Terra estrume e água () Intenção: Determinar o tipo de enchimento mais usado.	
14) Você reboca sua casa? Caso afirmativo como você executa (faz) o reboco? Terra, areia e água () Terra, Cal, Areia e água () Terra, Cimento, Areia e água () Não (X) Intenção: Determinar se o reboco é usado e qual os tipos de materiais mais usados.	
II – Durabilidade	
15) Quanto tempo de construída tem a sua casa? 6 ANOS Intenção: Determinar a durabilidade da taipa em relação ao tempo de execução.	
16) Se você fizesse o entramado com bambu em vez de madeira duraria mais? menos? MENOS Intenção: Determinar a percepção da durabilidade do bambu. Intenção: Analisar a durabilidade do bambu.	
17) Qual a espessura da parede de taipa? 15 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nas paredes de taipa.	
18) Qual a espessura do recobrimento da madeira? 2 CM Intenção: Determinar a espessura média usada nos revestimentos das paredes de taipa.	
19) Se você fizesse sua casa com a taipa afastada do chão duraria mais? NÃO Intenção: Determinar a percepção da durabilidade da madeira dentro da taipa.	
III – Custo	
20) Qual o tipo de construção mais barato? a taipa o adobe ou o bloco? TAIPA Intenção: Determinar o custo da técnica na percepção dos usuários.	

Relatório Fotográfico das Entrevistas – São Francisco do Conde



Figura 82 Casa de taipa em S.F. do Conde construída por Otacílio dos Santos



Figura 83 Casa de taipa S.F. do Conde construída por Cassiano de Brito



Figura 84 Casa de taipa S.F. do Conde construída por Luis e Claudenice



Figura 85 Casa de taipa S.F. do Conde construída por Antonio dos Santos



Figura 86 Casa de taipa S.F. do Conde construída por Rosangela dos Santos








APÊNDICE B - Determinação de umidade de amostras representativas dos Corpos de prova de bambu

BAMBU	PESO C/ 1 SEMANA DE COLHIDO	PESO C/ 1 DIA DE SECAGEM NA ESTUFA	PESO C/ 2 DIAS DE SECAGEM NA ESTUFA	PESO C/ 3 DIAS DE SECAGEM NA ESTUFA	PESO C/ 5 DIAS DE SECAGEM NA ESTUFA	UMIDADE (PU-PS)/PS %
B1 BAMBU VERDE	112,57	53,93	53,6	53,4	53,04	112,24
B2 BAMBU VERDE	133,78	66,24	65,74	65,48	64,92	106,07
B3 BAMBU VERDE	109,37	59,14	58,21	58,05	57,27	90,97
B4 BAMBU VERDE	132,55	67,27	66,97	66,87	66,28	99,98
B5 BAMBU VERDE	147,17	70,69	70,16	69,88	69,06	113,10
B6 BAMBU VERDE	150,80	82,62	81,26	80,95	80,54	87,24
B7 BAMBU VERDE	187,05	77,21	76,48	76,28	75,35	148,24
B8 BAMBU VERDE	122,99	59,17	58,68	58,28	57,81	112,75
B9 BAMBU VERDE	124,70	82,41	81,9	81,66	80,93	54,08
B10 BAMBU VERDE	135,15	74,19	73,08	72,65	71,85	88,10
B11 BAMBU VERDE	137,48	58,72	58,18	58,05	57,79	137,90
B12 BAMBU VERDE	137,66	92,32	91,21	90,95	90,07	52,84
MÉDIA	135,94	70,33	69,62	69,38	68,74	100,29
PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G - ESTUFA DE SECAGEM E ESTERILIZACAO MODELO 315 SE FANEM						

BAMBU	PESO C/ 3MESES	PESO C/ 1 DIA DE ESTUFA	PESO C/ 2 DIAS DE ESTUFA	PESO C/ 3 DIAS DE ESTUFA	PESO C/ 5 DIAS DE ESTUFA	UMIDADE (PU-PS)/PS %
B16 BAMBU C/ 3MESES	195,72	162,25	161,58	161,29	160,89	21,65
B17 BAMBU C/ 3MESES	197,78	159,96	159,47	159,07	158,32	24,92
B18 BAMBU C/ 3MESES	133,47	113,10	112,58	112,41	112,02	19,15
B19 BAMBU C/ 3MESES	125,25	106,35	105,94	105,59	105,31	18,93
B20 BAMBU C/ 3MESES	119,17	82,72	82,43	82,16	81,95	45,42
B21 BAMBU C/ 3MESES	57,45	45,79	45,50	45,34	45,28	26,88
B22 BAMBU C/ 3MESES	114,79	88,73	88,44	88,12	87,87	30,64
B23 BAMBU C/ 3MESES	234,86	180,26	179,84	179,70	179,03	31,18
B24 BAMBU C/ 3MESES	80,24	59,72	59,34	59,11	58,94	36,14
B25 BAMBU C/ 3MESES	89,17	75,15	74,54	74,23	74,11	20,32
B26 BAMBU C/ 3MESES	100,53	85,25	85,02	84,85	84,83	18,51
B27 BAMBU C/ 3MESES	91,85	77,49	77,27	77,11	76,96	19,35
MÉDIA	128,36	103,06	102,66	102,42	102,13	26,09
PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G ESTUFA DE SECAGEM E ESTERILIZACAO MODELO 315 SE FANEM						

BAMBU	PESO APÓS SEIS MESES (g)	PESO APÓS 1 DIA DE ESTUFA (g)	PESO APÓS 2 DIAS DE ESTUFA (g)	PESO APÓS 3 DIAS DE ESTUFA (g)	PESO APÓS 5 NDIAS DE ESTUFA (g)	UMIDADE (PU-PS)/PS %
CP07A1a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	154,10	138,05	137,44	137,26	137,05	12,44
CP07A1b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	135,56	121,84	121,08	120,96	120,94	12,09
CP07A2a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	181,52	162,33	161,84	161,41	161,51	12,39
CP07A2b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	167,67	149,75	149,04	148,76	148,49	12,92
CP07B1a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	144,68	130,03	129,53	129,49	129,20	11,98
CP07B1b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	117,51	105,72	105,34	105,28	105,87	10,99
CP07B2a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	135,57	120,70	120,47	120,27	120,36	12,64
CP07B2b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	121,10	107,89	107,42	107,24	106,86	13,33
CP07C1a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	142,24	128,92	128,12	127,93	127,87	11,24
CP07C1b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	165,31	149,37	148,58	148,44	148,49	11,33
CP07C2a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	152,58	137,05	136,64	136,50	136,05	12,15
CP07C2b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	191,23	172,26	171,75	171,60	171,98	11,19
MÉDIA	150,76	135,33	134,77	134,60	134,56	12,06
PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G ESTUFA DE SECAGEM E ESTERILIZACAO MODELO 315 SE FANEM						

APÊNDICE C - Corpos de prova de Mucugê para ensaio à compressão antes da execução do entramado. (Planilha completa e resumida)

BAMBU VERDE E BAMBU COM BROCA - MUCUGÊ MARÇO 2010 (ANTES DA EXECUÇÃO DOS CORPOS DE PROVA)																
BAMBU	MEDI DAS	DIAM INT (mm)	DIAM INT MÉDIO (mm)	AREA INT. (mm ²)	DIAM EXT. MÉDIO- DE (mm)	DIAM EXT. MÉDIO- DE (mm)	AREA EXT. (mm ²)	PESO (G)	COMPRI MENTO (L) (MM)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	CARGA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/AREA f _{0,d} (MPa)	CONFORMAÇÃO	RUPTURA	FOTOS
CP01A BAMBU VERDE	MED 1	42,80	40,15	1.265,44	52,10	50,60	2.009,88	167,34	200	3,95	744,44	4.230,00	55,72	NÓ NO MEIO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS NA PARTE SUPERIOR DOBRAMENTO ABAIXO DO NÓ	
	MED 2	37,40			48,10											
	MED 3	42,50			53,40											
	MED 4	37,90			48,80											
CP01B BAMBU VERDE	MED 1	37,30	37,13	1.081,94	48,70	48,98	1.882,86	178,12	200	4,08	800,92	4.200,00	51,43	NÓ EM CIMA A 1/3 DO TOPO	DOBRAMENTO NA PARTE INFERIOR RACHADURA PARALELA AS FIBRAS	
	MED 2	37,30			49,20											
	MED 3	35,70			47,30											
	MED 4	38,20			50,70											
CP02A BAMBU VERDE	MED 1	40,50	40,88	1.311,55	49,30	50,05	1.966,43	136,82	200	4,00	654,88	2.850,00	42,68	NÓ EM BAIXO A 1/3 DA BASE	DOBRAMENTO A 1/3 DA PARTE SUPERIOR RACHADURA PARALELA AS FIBRAS	
	MED 2	43,30			52,20											
	MED 3	40,40			49,50											
	MED 4	39,30			49,20											
CP02B BAMBU VERDE	MED 1	37,90	36,63	1.052,99	51,20	49,68	1.937,07	165,35	200	4,03	884,08	4.260,00	47,25	NÓ EM CIMA PERTO DA ÁREA DE CARREGAMENTO	RACHADURA NA PARTE INFERIOR COM DOBRAMENTO	
	MED 2	34,70			47,90											
	MED 3	36,70			50,50											
	MED 4	37,20			49,10											
CP03 BAMBU COM BROCA	MED 1	43,50	42,65	1.427,93	53,70	51,95	2.118,56	117,46	200	3,85	690,63	3.390,00	48,14	SEM NÓ / RACHADURA PRÉ EXISTENTE	DOBRAMENTO NA PARTE SUPERIOR RACHADURA PARALELA AS FIBRAS C/ROMPIMENTO TOTAL	
	MED 2	41,50			51,00											
	MED 3	41,80			50,30											
	MED 4	43,80			52,80											
CP04 BAMBU COM BROCA	MED 1	40,30	40,08	1.260,71	51,00	50,05	1.966,43	157,20	200	4,00	705,71	4.478	62,23	NÓ NO TOPO POUCA RACHADURA	DOBRAMENTO NA BASE RACHADURA PARALELA AS FIBRAS	
	MED 2	40,80			50,30											
	MED 3	38,70			49,30											
	MED 4	40,50			49,60											
CP05 BAMBU COM BROCA	MED 1	47,30	45,93	1.655,65	58,30	56,78	2.530,37	190,67	200	3,52	874,72	5.076	56,91	NÓ NA BASE C/POUCA RACHADURA	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS	
	MED 2	46,10			57,50											
	MED 3	45,50			56,30											
	MED 4	44,80			55,00											

ENSAIO DE COMPRESSÃO: PREENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/ DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS
 MEDIDAS DIAMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESSURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01"
 PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISAO 1.000X0,1G

BAMBU VERDE E BAMBU COM BROCA -MUCUGÉ MARÇO 2010 (ANTES DA EXECUÇÃO DOS CORPOS DE PROVA)									
BAMBU		DIAM. EXT. MEDIO (DE) (mm)	COMPRI MENTO (L) (mm)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	CARGA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/ÁREA fe _{0,d} (MPa)	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
BAMBU VERDE	CP01A BAMBU VERDE	50,60	200	3,95	744,44	4.230,00	55,72	NÓ NO MEIO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS NA PARTE SUPERIOR FLEXÃO ABAIXO DO NÓ
	CP01B BAMBU VERDE	48,98	200	4,08	800,92	4.200,00	51,43	NÓ EM CIMA A 1/3 DO TOPO	DOBRAMENTO NA PARTE INFERIOR RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
	CP02A BAMBU VERDE	50,05	200	4,00	654,88	2.850,00	42,68	NÓ EM BAIXO A 1/3 DA BASE	DOBRADURA A 1/3 DA PARTE SUPERIOR C/ RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
	CP02B BAMBU VERDE	49,68	200	4,03	884,08	4.260,00	47,25	NÓ EM CIMA PERTO DA ÁREA DE CARREGAMENTO	RACHADURA NA PARTE INFERIOR DOBRAMENTO DAS FIBRAS
MÉDIA		49,83	200	4,01	771,08	3.885,00	49,27	-	-
BAMBU COM BROCA	CP03 BAMBU COM BROCA	51,95	200	3,85	690,63	3.390,00	48,14	SEM NÓ C/ RACHADURA PRÉ EXISTENTE	DOBRAMENTO NA PARTE SUPERIOR RACHADURA PARALELA AS FIBRAS C/ ROMPIMENTO TOTAL
	CP04 BAMBU COM BROCA	50,05	200	4,00	705,71	4.478,00	62,23	NÓ NO TOPO POUCA RACHADURA	BASE RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
	CP05 BAMBU COM BROCA	56,78	200	3,52	874,72	5.076	56,91	NÓ NA BASE C/ POUCA RACHADURA	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
MÉDIA		39,69	200	2,84	567,77	3.236,00	41,82	-	-
ENSAIO DE COMPRESSÃO: PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/ DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS MEDIDAS DIÂMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESSURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01" PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G									

APÊNDICE D - Corpos de prova de Mucugê para ensaio à compressão depois de 6 meses de exposição. (Abril a Setembro de 2010)

BAMBU VERDE E BAMBU COM BROCA - MUCUGÊ ABRIL À SETEMBRO 2010 (DEPOIS DA EXECUÇÃO DOS CORPOS DE PROVA)								
BAMBU	DIAM. EXT. MÉDIO (DE) (mm)	COMPRIMENTO (L) (mm)	L/DE	ÁREA EXT - ÁREA INT (mm ²)	CARGA (kgf)	COMPRESSÃO Mpa	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
CP01A1a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	56,20	200	3,56	1.094,64	2550	22,85	NÓ NA BASE S/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA-FUNGO	RACHADURA TOTAL E AFASTAMENTO DAS PARTES
CP01A1b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	55,48	200	3,61	646,53	675	10,24	S/NÓ S/RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ACHATAMENTO DO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP01A2a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	54,50	200	3,67	801,51	525	6,42	NÓ NA BASE S/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA-FUNGO	ACHATAMENTO NA BASE RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP01A2b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	57,88	200	3,46	1.226,44	665	5,32	NÓ NO TOPO S/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA-FUNGO	ACHATAMENTO DO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP01B1a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	55,75	200	3,59	949,29	2175	22,47	NÓ NO MEIO S/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	FLEXÃO NO MEIO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP01B1b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	57,88	200	3,46	1.167,76	2475	20,78	NÓ PROX. BASE S/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ACHATAMENTO DO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP01B2a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	55,38	200	3,61	1.019,08	1425	13,71	NÓ PRÓXIMO DO TOPO C/ POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA	FLEXÃO NO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP01B2b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	56,45	200	3,54	1.141,36	2825	24,27	NÓ NO TOPO S/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ESMAGAMENTO DO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP01C1a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	54,15	200	3,69	846,95	1950	22,58	NÓ PROX. BASE S/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ACHATAMENTO DA BASE RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP01C1b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	53,85	200	3,71	1.025,07	2625	25,11	NÓ NO TOPO S/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ACHATAMENTO DO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP01C2a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	53,43	200	3,74	817,66	900	10,79	NÓ PRÓXIMO DO TOPO S/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ACHATAMENTO DA BASE RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP01C2b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C.BROCA)	53,08	200	3,77	679,44	225	3,25	S/NÓ S/RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ACHATAMENTO DO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
MÉDIA	55,33	200	3,62	951,31	1.584,58	15,65	-	-
CP02A1a BAMBU COM BROCA	59,13	200	3,38	939,30	2175	22,71	NÓ NA BASE POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP02A1b BAMBU COM BROCA	59,10	200	3,38	1.658,46	1650	9,76	NÓ NO TOPO C/ POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ABAULAMENTO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP02A2a BAMBU COM BROCA	70,03	200	2,86	1.695,88	1725	9,98	NÓ PRÓXIMO DO TOPO C/ POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ACHATAMENTO NA BASE RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP02A2b BAMBU COM BROCA	70,10	200	2,85	1.697,96	2475	14,29	S/NÓ S/RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ACHATAMENTO NO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP02B1a BAMBU COM BROCA	70,98	200	2,82	1.618,47	1500	9,09	NÓ PROX. BASE POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ABAULAMENTO DA BASE RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP02B1b BAMBU COM BROCA	70,90	200	2,82	1.597,26	3225	19,80	S/NÓ C/ POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA-FUNGO	ABAULAMENTO NO MEIO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP02B2a BAMBU COM BROCA	72,45	200	2,76	1.578,94	375	2,33	NÓ NA BASE S/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	FLEXÃO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP02B2b BAMBU COM BROCA	70,13	200	2,85	1.062,44	225	2,08	S/NÓ MUITA RACHADURA DEFORMADO ATAQUE DE BROCA-FUNGO	ABAULAMENTO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP02C1a BAMBU COM BROCA	65,13	200	3,07	1.021,22	2025	19,45	S/NÓ C/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ABAULAMENTO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP02C1b BAMBU COM BROCA	66,75	200	3,00	1.288,39	450	3,43	NÓ NA BASE C/ MUITA RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ABAULAMENTO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP02C2a BAMBU COM BROCA	68,60	200	2,92	1.874,22	4350	22,76	S/ NÓ C/ POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ACHATAMENTO NO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP02C2b BAMBU COM BROCA	68,68	200	2,91	2.133,76	4575	21,03	NÓ NO MEIO POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ABAULAMENTO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
MÉDIA	67,66	200	2,97	1.513,86	2.062,50	13,06	-	-
CP03A CP03B CP03C	MODULOS DE TERRA							

BAMBU VERDE E BAMBU COM BROCA - MUCUGÉ ABRIL À SETEMBRO 2010 (DEPOIS DA EXECUÇÃO DOS CORPOS DE PROVA)								
BAMBU	DIAM EXT. MEDIO (DE) (mm)	COMPRIMENTO (L) (mm)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	CARGA (kgf)	COMPRESSÃO Mpa	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
CP04A1a BAMBU COM BROCA + TERRA	62,08	200	3,22	1.091,67	1725	15,50	NÓ NA BASE POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA+FUNGO	ABAULAMENTO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP04A1b BAMBU COM BROCA + TERRA	62,25	200	3,21	1.133,99	1275	11,03	NO NO TOPO C/RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ESMAGAMENTO NA BASE C/ RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP04A2a BAMBU COM BROCA + TERRA	61,20	200	3,27	892,38	3900	42,86	NÓ NA BASE POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ESMAGAMENTO DA BASE RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP04A2b BAMBU COM BROCA + TERRA	61,98	200	3,23	969,32	3075	31,11	SEM NÓ C/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ESMAGAMENTO DO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP04B1a BAMBU COM BROCA + TERRA	63,23	200	3,16	1.120,12	3900	34,14	SEM NÓ C/ RACHADURA PARALELA AS FIBRAS ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP04B1b BAMBU COM BROCA + TERRA	65,48	200	3,05	1.949,04	6525	32,83	NÓ NA BASE MUITA RACHADURA ATAQUE DE BROCA + FUNGO	ACHATAMENTO DO TOPO C/ RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP04E2a BAMBU COM BROCA + TERRA	70,60	200	2,83	2.197,06	7575	33,81	S/ NÓ C/RACHADURA ATAQUE DE BROCA + FUNGO	ESCORREGAMENTO (CISLHAMENTO)
CP04E2b BAMBU COM BROCA + TERRA	70,15	200	2,85	2.191,09	6600	29,54	NÓ NA BASE C/RACHADURA PARALELA AS FIBRAS ATAQUE DE BROCA	ESMAGAMENTO NO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP04C1a BAMBU COM BROCA + TERRA	53,65	200	3,73	755,23	1200	15,58	SEM NÓ C/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	FLEXÃO C/ RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP04C1b BAMBU COM BROCA + TERRA	54,68	200	3,66	739,31	2625	34,82	NÓ NO MEIO C/POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP04C2a BAMBU COM BROCA + TERRA	60,13	200	3,33	914,34	3750	40,22	SNÓ POUCA RACHADURA ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP04C2b BAMBU COM BROCA + TERRA	61,70	200	3,24	972,56	4125	41,59	NÓ NO MEIO C/RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ABAULAMENTO NO CENTRO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
MÉDIA	62,26	200	3,23	1.243,84	3.856,25	30,25	-	-
CP05A1a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	65,88	200	3,04	1.575,20	6675	41,56	NO EM BAIXO C/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA +FUNGO	FLEXÃO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP05A1b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	65,10	200	3,07	1.232,68	4350	34,61	SNÓ C/RACHADURA ATAQUE DE BROCA + FUNGO	FLEXÃO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP05A2a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	70,23	200	2,85	1.924,44	6600	33,63	NÓ PROXIMO DO MEIO S/RACHADURA ATAQUE DE BROCA	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP05A2b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	70,20	200	2,85	1.913,85	5600	28,69	SEM NÓ S/RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ESMAGAMENTO DO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP05B1a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	72,98	200	2,74	1.594,01	5550	34,14	SNÓ S/RACHADURA ATAQUE DE BROCA	ESMAGAMENTO DA BASE C/RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP05B1b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	70,95	200	2,82	1.340,39	5400	39,51	SNÓ C/MUITA RACHADURA ATAQUE DE BROCA + FUNGO	ABAULAMENTO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP05B2a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	64,90	200	3,08	1.109,68	3150	27,84	NÓ NA BASE C/ RACHADURA PARALELA AS FIBRAS ATAQUE DE BROCA + FUNGO	FLEXÃO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP05B2b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	63,43	200	3,15	1.014,74	4350	42,04	SNÓ C/MUITA RACHADURA ATAQUE DE BROCA + FUNGO	ABAULAMENTO NO MEIO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP05C1a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	63,20	200	3,16	1.113,66	5850	51,51	NÓ NA BASE C/RACHADURA ATAQUE DE BROCA	FLEXÃO E RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP05C1b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	63,20	200	3,16	1.079,66	6600	59,95	S/ NÓ C/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	FLEXÃO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP05C2a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	61,88	200	3,23	1.019,26	5400	51,96	NÓ NO MEIO C/MUITA RACHADURA ATAQUE DE BROCA + FUNGO	FLEXÃO NO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP05C2b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	61,00	200	3,28	962,41	5850	59,61	SNÓ C/ RACHADURA ATAQUE DE BROCA	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
MÉDIA	66,08	200	3,04	1.323,33	5.447,92	42,09	-	-

BAMBU VERDE E BAMBU COM BROCA - MUCUGÉ ABRIL À SETEMBRO 2010 (DEPOIS DA EXECUÇÃO DOS CORPOS DE PROVA)								
BAMBU	DIAM EXT. MEDIO (DE) (mm)	COMPRIMENTO (L) (mm)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm²)	CARGA (kgf)	COMPRESSÃO Mpa	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
CP06A1a BAMBU VERDE + TERRA	63,20	200	3,16	2.013,84	5250	25,57	NÓ NA BASE C/RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	FLEXÃO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP06A1b BAMBU VERDE + TERRA	64,15	200	3,12	1.553,10	6150	38,83	NÓ NO TOPO COM RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	FLEXÃO NA BASE C/RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP06A2a BAMBU VERDE + TERRA	57,15	200	3,50	844,57	6375	74,02	NÓ NO MEIO C/POUCA RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	ESMAGAMENTO NO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP06A2b BAMBU VERDE + TERRA	58,70	200	3,41	875,44	4575	51,25	S/NÓ C/POUCA RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP06B1a BAMBU VERDE + TERRA	51,10	200	3,91	684,77	4650	66,59	NÓ NO MEIO C/RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	ACHATAMENTO NA BASE RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP06B1b BAMBU VERDE + TERRA	51,25	200	3,90	1.471,43	4425	29,49	NÓ NO TOPO S/RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	ABAUAMENTO E RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP06E2a BAMBU VERDE + TERRA	45,58	200	4,39	577,52	3825	64,95	NÓ NO MEIO C/POUCA RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	ACHATAMENTO NO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP06E2b BAMBU VERDE + TERRA	48,10	200	4,16	648,08	3900	59,01	S/NÓ C/RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP06C1a BAMBU VERDE + TERRA	55,33	200	3,62	963,10	1200	12,22	COMPLETAMENTE RACHADO PARTES SOLTAS SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	RACHADURA TOTAL E AFASTAMENTO DAS PARTES
CP06C1b BAMBU VERDE + TERRA	56,90	200	3,51	985,28	5250	52,25	NÓ NO TOPO C/MUITA RACHADURA ATAQUE DE FUNGO	FLEXÃO NO MEIO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP06C2a BAMBU VERDE + TERRA	52,85	200	3,78	752,93	3525	45,91	S/NÓ C/POUCA RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	ABAUAMENTO NO MEIO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP06C2b BAMBU VERDE + TERRA	55,83	200	3,58	1.092,80	4725	42,40	NÓ NA BASE C/POUCA RACHADURA ATAQUE DE FUNGO	ABAUAMENTO NO MEIO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
MÉDIA	55,01	200	3,67	1.038,57	4.487,50	46,88	-	-
CP07A1a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	50,10	200	3,99	703,34	4425	61,70	NÓ NO TOPO POUCA RACHADURA ATAQUE DE FUNGO	FLEXÃO NO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP07A1b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	50,78	200	3,94	725,06	4575	61,88	S/NÓ C/RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP07A2a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	56,88	200	3,52	878,23	5025	56,11	NÓ NA BASE C/POUCA RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	FLEXÃO NA BASE RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP07A2b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	55,40	200	3,61	872,21	3825	43,01	NÓ NO TOPO C/POUCA RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	ACHATAMENTO DO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP07B1a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	46,68	200	4,28	612,14	3600	57,67	NÓ ABAIXO DO TOPO C/RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	ESMAGAMENTO NA BASE RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP07B1b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	45,93	200	4,35	656,57	3750	56,01	S/NÓ C/POUCA RACHADURA ATAQUE DE FUNGO	FLEXÃO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP07E2a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	44,55	200	4,49	627,70	4050	63,27	NÓ NA BASE C/RACHADURA PARALELA AS FIBRAS SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	ESMAGAMENTO NA BASE
CP07E2b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	42,00	200	4,76	590,92	3150	52,28	NÓ NA BASE COM RACHADURA ATAQUE DE FUNGO	ACHATAMENTO DO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP07C1a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	52,08	200	3,84	695,81	4050	57,08	S/NÓ C/POUCA RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	ABAUAMENTO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP07C1b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	51,78	200	3,86	731,09	5250	70,42	NÓ NO MEIO C/POUCA RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	DOBRAMENTO ABAIXO DO NÓ RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP07C2a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	57,58	200	3,47	902,99	5400	58,65	S/NÓ S/RACHADURA SEM ATAQUE DE BROCA E FUNGO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
CP07C2b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	58,78	200	3,40	908,79	5175	55,84	NÓ PRÓXIMO DO TOPO C/RACHADURA PARALELA AS FIBRAS SEM ATAQUE DE	FLEXÃO C/ABAUAMENTO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
MÉDIA	51,04	200	3,96	742,07	4.356,25	57,83	-	-

ENSAIO DE COMPRESSÃO: PREENSA UNIVERSAL MODELO WFN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS
MEDIDAS DIAMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01"
PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISAO 1.000X0,1G

APÊNDICE E - Cálculo de T- Student para corpos de prova de Mucugê

ESTATÍSTICA	1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA)	2 BAMBU COM BROCA	ESTATÍSTICA	3 BAMBU COM BROCA + TERRA	4 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO
MÉDIA	15,65	13,06	MÉDIA	30,25	42,09
DESVIO PADRÃO	8,20	8,00	DESVIO PADRÃO	10,64	11,25
Nº ELEMENTOS	12	12	Nº ELEMENTOS	12	12
to	0,153		to	-0,517	
tc	2.074	to<tc (0,153<2.074)	tc	2.074	to<tc(0,517<2.074)
ESTATÍSTICA	1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA)	6 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	ESTATÍSTICA	4 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	6 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO
MÉDIA	15,65	57,83	MÉDIA	42,09	57,83
DESVIO PADRÃO	8,20	6,62	DESVIO PADRÃO	11,25	6,62
Nº ELEMENTOS	12	12	Nº ELEMENTOS	12	12
to	-2,711		to	-0,816	
tc	2.074	to>tc (2,711>2.074)	tc	2.074	to<tc (1,424<2.074)
ESTATÍSTICA	BAMBU COM BROCA ANTES DO ENSAIO	4 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	ESTATÍSTICA	2 BAMBU COM BROCA	4 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO
MÉDIA	55,76	42,09	MÉDIA	13,06	42,09
DESVIO PADRÃO	7,12	11,25	DESVIO PADRÃO	8,00	11,25
Nº ELEMENTOS	3	12	Nº ELEMENTOS	12	12
to	0,482		to	-1,424	
tc	2.160	to<tc (0,482<2.160)	tc	2.074	to<tc (1,424<2.074)
ESTATÍSTICA	PATOLOGIA x ATAQUE DE FUNGO (mpa)	PATOLOGIA X S/ATAQUE DE BROCA E FUNGO (mpa)	ESTATÍSTICA	PATOLOGIA x ATAQUE DE BROCA (mpa)	PATOLOGIA X S/ATAQUE DE BROCA E FUNGO (mpa)
MÉDIA	52,93	52,00	MÉDIA	23,08	52,00
DESVIO PADRÃO	7,04	16,59	DESVIO PADRÃO	14,45	16,59
Nº ELEMENTOS	5	18	Nº ELEMENTOS	31	18
to	0,024		to	-0,894	
tc	2.080	to<tc (0,024<2.080)	tc	2.000	to<tc (0,894<2.000)
ESTATÍSTICA	BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO 2007	2 BAMBU COM BROCA	ESTATÍSTICA	2 BAMBU COM BROCA	6 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO
MÉDIA	34,73	13,06	MÉDIA	13,06	57,83
DESVIO PADRÃO	8,58	8,00	DESVIO PADRÃO	8,00	6,62
Nº ELEMENTOS	3	12	Nº ELEMENTOS	12	12
to	0,994		to	-2,920	
tc	2.160	to<tc (0,994<2.160)	tc	2.074	to<tc (2,920>2.074)
ESTATÍSTICA	1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA)	4 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	ESTATÍSTICA	2 BAMBU COM BROCA	5 BAMBU VERDE + TERRA
MÉDIA	15,65	42,09	MÉDIA	13,06	46,88
DESVIO PADRÃO	8,20	11,25	DESVIO PADRÃO	8,00	18,32
Nº ELEMENTOS	12	12	Nº ELEMENTOS	12	12
to	-1,286		to	-1,146	to>tc (1,146>2.074)
tc	2.074	to<tc (1,286<2.074)	tc	2.074	

ESTATISTICA	5 BAMBU VERDE + TERRA	6 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO
MÉDIA	46,88	57,83
DESVIO PADRÃO	18,32	6,62
Nº ELEMENTOS	12	12
to	-0,381	
tc	2.074	to<tc (0,381<2.074)
ESTATISTICA	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO	6 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO
MÉDIA	49,27	57,83
DESVIO PADRÃO	5,59	6,62
Nº ELEMENTOS	4	12
to	-0,544	
tc	2.145	to<tc (0,544<2.145)
ESTATISTICA	PATOLOGIA x ATAQUE DE BROCA (mpa)	PATOLOGIA X ATAQUE DE BROCA+FUNGO (mpa)
MÉDIA	23,08	29,24
DESVIO PADRÃO	15,79	15,79
Nº ELEMENTOS	31	17
to	-0,182	
tc	2.000	to<tc (0,182<2.000)
ESTATISTICA	BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO 2007	6 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO MUCUGÊ 2010
MÉDIA	34,73	57,83
DESVIO PADRÃO	8,58	6,62
Nº ELEMENTOS	3	12
to	-1,220	
tc	2.160	to<tc (1,220<2.160)
ESTATISTICA	2 BAMBU COM BROCA	3 BAMBU COM BROCA + TERRA
MÉDIA	13,06	46,88
DESVIO PADRÃO	8,00	18,32
Nº ELEMENTOS	12	12
to	-1,146	
tc	2.074	to<tc (1,146<2.074)
ESTATISTICA	1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA)	3 BAMBU COM BROCA + TERRA
MÉDIA	15,65	46,88
DESVIO PADRÃO	8,20	18,32
Nº ELEMENTOS	12	12
to	-1,053	
tc	2.074	to<tc (1,053<2.074)

APÊNDICE F - Corpos de prova da Escola Politécnica para ensaio à compressão antes da execução do entramado – Mês 01. Amostras de Setembro de 2010

BAMBU VERDE E BAMBU COM BROCA - ESCOLA POLITÉCNICA SETEMBRO 2010 - MÊS 01 (ANTES DA EXECUÇÃO DOS CORPOS DE PROVA)								
BAMBU	DIAM. EXT. MEDIO-DE (mm)	COMPRI-MENTO (L)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	FORÇA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/AREA (MPA)	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
B1 BAMBU VERDE	34,50	200	5,80	446,66	1.470,00	32,27	NÓ EM BAIXO	ACHATAMENTO NO TOPO RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
B2 BAMBU VERDE	41,33	200	4,84	845,04	2.100,00	24,37	NÓ EM CIMA PERTO AREA CARREGAMENTO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
B3 BAMBU VERDE	39,38	200	5,08	533,91	1.800,00	33,06	SEM NÓ	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
B4 BAMBU VERDE	33,75	200	5,93	547,15	2.220,00	39,79	NÓ EM BAIXO PERTO AREA CARREGAMENTO	FLAMBAGEM RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
B5 BAMBU VERDE	43,85	200	4,56	671,31	1.860,00	27,17	NÓ EM CIMA PERTO AREA CARREGAMENTO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS NA BASE
B6 BAMBU VERDE	36,85	200	5,43	563,50	2.460,00	42,81	NÓ EM BAIXO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
B7 BAMBU VERDE	44,78	200	4,47	722,78	1.710,00	23,20	NÓ NO MEIO	FLAMBAGEM RACHADURA NO MEIO
B8 BAMBU VERDE	38,23	200	5,23	250,19	1.620,00	63,50	NÓ EM BAIXO	ACHATAMENTO NA BASE
B9 BAMBU VERDE	43,18	200	4,63	428,92	2.790,00	63,79	NÓ EM CIMA	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS NO TOPO
B10 BAMBU VERDE	43,38	200	4,61	597,24	2.130,00	34,97	SEM NÓ	ACHATAMENTO NO TOPO
B11 BAMBU VERDE	42,45	200	4,71	754,39	1.380,00	17,94	SEM NÓ	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
B12 BAMBU VERDE	45,48	200	4,40	515,03	2.750,00	52,36	NÓ EM BAIXO	RACHADURA PARALELA AS FIBRAS
MÉDIA	40,59	200	4,97	573,01	2.024,17	37,94	-	-
B13 BAMBU COM BROCA	29,33	200	6,82	504,28	1.470,00	28,59	NÓ NA ÁREA DE CARREGAMENTO	RACHADURA NA BASE PARALELA AS FIBRAS
B14 BAMBU COM BROCA	30,70	200	6,51	526,14	2.670,00	49,77	NÓ EM BAIXO PERTO DA ÁREA DE CARREGAMENTO	FLAMBAGEM E RACHADURA NA BASE PARALELA AS FIBRAS
B15 BAMBU COM BROCA	28,23	200	7,09	445,20	2.520,00	55,51	NÓ EM CIMA	ESCORREGAMENTO LATERAL E ACHATAMENTO NA BASE
MÉDIA	29,42	200	6,81	491,87	2.220,00	44,62	-	-
ENSAIO DE COMPRESSÃO PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS MEDIDAS DIAMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESSURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER								

APÊNDICE G - Corpos de prova de bambus atacados pela broca para ensaio à compressão - acompanhamento de Setembro a Fevereiro – Mês 02 Amostras de Outubro 2010

BAMBU - ESCOLA POLITÉCNICA OUTUBRO 2010 - MÊS 02 *								
BAMBU	DIAM. EXT. MÍDIO-DE (mm)	COMPRI-MENTO (L)	L/DE	ÁREA EXT - ÁREA INT (mm ²)	FORÇA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/ÁREA (MPA)	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
B16	52,28	200	3,83	1.515,34	5.400,00	34,95	NÓ NA BASE	FLAMBAGEM, S/ RACHADURA
B17	53,95	200	3,71	1.680,32	4.875,00	28,45	NÓ NA BASE	FLAMBAGEM, ACHATAMENTO DA BASE, RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
B18	46,93	200	4,26	829,06	3.600,00	42,58	NÓ NO TOPO	FLEXÃO COM ALARGAMENTO DA BASE
B19	51,28	200	3,90	1.110,46	3.525,00	31,13	NÓ NA BASE	ALARGAMENTO DO TOPO COM RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
B20	45,35	200	4,41	671,96	1.875,00	27,36	NÓ NA BASE	FLAMBAGEM, SEM RACHADURA
B21	40,15	200	4,98	601,83	1.125,00	18,33	SEM NÓ	ACHATAMENTO DO TOPO, SEM RACHADURA
B22	42,38	200	4,72	604,48	2.625,00	42,59	NÓ NA BASE	ENCURTAMENTO DA SEÇÃO PRÓXIMA DA BASE, SEM RACHADURA
B23	49,20	200	4,07	1.323,69	5.400,00	40,01	NÓ NA BASE	FLAMBAGEM, SEM RACHADURA
B24	39,38	200	5,08	502,29	1.275,00	24,89	NÓ NO MEIO	FLAMBAGEM, POUCAS RACHADURAS NO TOPO (PARALELAS ÀS FIBRAS)
B25	45,63	200	4,38	766,22	2.700,00	34,56	SEM NÓ	ACHATAMENTO DO TOPO COM RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
B26	47,65	200	4,20	987,29	3.300,00	32,78	SEM NÓ	ACHATAMENTO DO TOPO COM RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
B27	40,98	200	4,88	653,23	3.075,00	46,16	SEM NÓ	FLAMBAGEM COM ACHATAMENTO DA BASE
MÉDIA	46,26	200	4,37	937,18	3.231,25	33,65	-	-
ENSAIO DE COMPRESSÃO-PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS MEDIDAS DIÂMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESSURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01" PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G								

APÊNDICE H - Corpos de prova de bambus atacados pela broca para ensaio à compressão - acompanhamento de Setembro a Fevereiro – Mês 03 Amostras de Novembro 2010

BAMBU VERDE - ESCOLA POLITÉCNICA NOVEMBRO 2010 MÊS 03								
BAMBU	DIAM EXT. MEDIO-DE (mm)	COMPRI MENTO (L)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	FORÇA (KG)	COMPRES SÃO FORÇA/ AREA (MPA)	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
B28	36,25	200	5,52	315,59	810,00	25,17	NÓ NO TOPO, S/ RACHADURA	SEM RACHADURA
B29	42,80	200	4,67	688,47	2.930,00	41,74	S/ NÓ, POUCA RACHADURA	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
B30	44,75	200	4,47	633,60	3.700,00	57,27	NÓ PRÓXIMO DA BASE, COM RACHADURA	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS NA BASE
B31	44,15	200	4,53	998,46	4.300,00	42,23	NÓ NO MEIO, COM RACHADURA	POUCAS RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS NA BASE
B32	44,43	200	4,50	954,52	4.500,00	46,23	NÓ NO TOPO, POUCA RACHADURA	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS NO TOPO
B33	30,63	200	6,53	394,17	1.350,00	33,59	SEM NÓ, SEM RACHADURA	DOBRAMENTO, SEM RACHADURAS
B34	29,85	200	6,70	275,11	690,00	24,60	SEM NÓ, SEM RACHADURA	ESMAGAMENTO DO TOPO, SEM RACHADURAS
B35	40,05	200	4,99	378,18	840,00	21,78	SEM NÓ, SEM RACHADURA	TRINCA PARALELA ÀS FIBRAS, ESMAGAMENTO DA BASE
B36	29,63	200	6,75	260,95	330,00	12,40	NÓ PRÓXIMO DA BASE, SEM RACHADURA	ESMAGAMENTO DO TOPO, SEM RACHADURAS
B37	41,25	200	4,85	719,19	3.300,00	45,00	NÓ NO TOPO, SEM RACHADURA	DOBRAMENTO COM TRINCA PERTO DO TOPO
B38	29,78	200	6,72	301,18	400,00	13,02	SEM NÓ, SEM RACHADURA	ACHATAMENTO DO TOPO, SEM RACHADURAS
B39	29,83	200	6,71	269,36	530,00	19,30	SEM NÓ, SEM RACHADURA	ACHATAMENTO DA BASE, SEM RACHADURAS
MÉDIA	36,95	200	5,58	515,73	1.973,33	31,86	-	-

ENSAIO DE COMPRESSÃO:PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TON C/DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TON
 MEDIDAS DIAMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESSURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,0
 PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G

APÊNDICE I - Corpos de prova de bambus atacados pela broca para ensaio à compressão - acompanhamento de Setembro a Fevereiro – Mês 04 Amostras de Dezembro 2010.

BAMBU VERDE - ESCOLA POLITÉCNICA DEZEMBRO 2010 - MÊS 04								
BAMBU	DIAM EXT. MEDIO- DE (mm)	COMPRIM ENTO (L)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	FORÇA (KG)	COMPRESS ÃO FORÇA/ AREA (MPA)	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
B301	38,05	260	6,83	790,34	150,00	1,86	NÓ NA BASE, SEM RACHADURA	ABERTURA DO TOPO
B302	41,38	260	6,28	774,74	960,00	12,15	NÓ NA BASE, SEM RACHADURA	ACHATAMENTO DO TOPO
B303	30,03	260	8,66	451,21	510,00	11,08	NÓ NA BASE, SEM RACHADURA	ABERTURA DO TOPO
B304	34,73	260	7,49	715,69	2.100,00	28,78	NÓ NO MEIO, SEM RACHADURA	ACHATAMENTO DO TOPO
B305	39,38	260	6,60	679,23	2.010,00	29,02	NÓ NO MEIO, SEM RACHADURA	DESLIZAMENTO
B306	33,35	260	7,80	395,14	2.670,00	66,26	SEM NÓ, SEM RACHADURA	DESLIZAMENTO, ACHATAMENTO DO TOPO
B307	35,08	260	7,41	522,03	1.440,00	27,05	NÓ NA BASE, SEM RACHADURA	DESLIZAMENTO, ACHATAMENTO DO TOPO
B308	43,23	260	6,01	1.047,81	2.340,00	21,90	NÓ NA BASE, SEM RACHADURA	ACHATAMENTO DA BASE
B309	30,45	260	8,54	464,25	1.380,00	29,15	NÓ NA BASE, SEM RACHADURA	ABERTURA DE FENDA PARALELA À FIBRA, DESLIZAMENTO
B310	39,60	260	6,57	940,11	1.980,00	20,65	SEM NÓ, SEM RACHADURA	DESLIZAMENTO, ACHATAMENTO DO TOPO
B311	38,50	260	6,75	696,21	1.740,00	24,51	SEM NÓ, SEM RACHADURA	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
B312	31,68	260	8,21	513,82	1.140,00	21,76	NÓ NO MEIO, SEM RACHADURA	ACHATAMENTO DA BASE
MÉDIA	36,29	260	7,26	665,88	1535,00	24,51	-	-
ENSAIO DE COMPRESSÃO: PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGf ESCALA 0 a 6 TONELADAS MEDIDAS DIAMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESSURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01"								

APÊNDICE J - Corpos de prova de bambus atacados pela broca para ensaio à compressão - acompanhamento de Setembro a Fevereiro – Mês 05 Amostras de Janeiro 2010

BAMBU VERDE - ESCOLA POLITÉCNICA JANEIRO 2011- MÊS 05								
BAMBU	DIAM. EXT. MEDIO-DE (mm)	COMPRIMENTO (L)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	FORÇA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/AREA (MPA)	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
B313	31,90	260	8,15	798,82	40,00	0,91	SEM NÓ	ACHATAMENTO DO TOPO
B314	39,33	260	6,61	1.213,97	1.470,00	15,30	NÓ NA BASE	ACHATAMENTO
B315	42,20	260	6,16	1.397,96	580,00	7,11	NÓ PERTO DO MEIO	ACHATAMENTO NO TOPO E NA BASE
B316	30,70	260	8,47	739,85	30,00	1,06	NÓ NO MEIO	ACHATAMENTO NA BASE
B317	31,50	260	8,25	778,92	810,00	15,79	SEM NÓ	RACHADURA COMPLETA COM ACHATAMENTO
B318	31,40	260	8,28	773,98	1.700,00	32,44	NÓ NA BASE	DESLIZAMENTO COM RACHADURA
B319	40,85	260	6,36	1.309,95	1.650,00	20,66	SEM NÓ	DESLIZAMENTO COM ESMAGAMENTO DA BASE
B320	42,00	260	6,19	1.384,74	1.480,00	17,57	SEM NÓ	ACHATAMENTO DA BASE
B321	32,85	260	7,91	847,11	40,00	0,64	NÓ NA BASE	ACHATAMENTO DA BASE
B322	40,33	260	6,45	1.276,49	480,00	6,77	NÓ NO MEIO	ACHATAMENTO DO TOPO
B323	41,60	260	6,25	1.358,49	540,00	6,32	NÓ NA BASE	ACHATAMENTO COM RACHADURA
B324	31,10	260	8,36	860,05	920,00	15,33	NÓ NA BASE	ACHATAMENTO DO TOPO
MÉDIA	36,31	260	7,29	1.061,69	811,67	11,66	-	-

ENSAIO DE COMPRESSÃO: PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS
 MEDIDAS DIAMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESSURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01"
 PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G

APÊNDICE K - Quadro de corpos de prova de bambus atacados pela broca para ensaio à compressão - Acompanhamento de Setembro a Fevereiro – Mês 06. Amostras de Fevereiro 2010

BAMBU VERDE - ESCOLA POLITÉCNICA FEVEREIRO 2011 - MÊS 06								
BAMBU	DIAM EXT. MEDIO-DE (mm)	COMPRIMENTO (L)	L/DE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	FORÇA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/AREA (MPA)	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
E326	45,40	260	5,73	1.024,35	1.260,00	12,06	SEM NÓ	RACHADURA / ESCORREGAMENTO
E327	35,40	260	7,34	582,78	210,00	3,53	NÓ NO MEIO	ACHATAMENTO DA BASE E DO TOPO
E328	37,15	260	7,00	833,98	1.050,00	12,35	SEM NÓ	DESLIZAMENTO
E329	44,30	260	5,87	975,68	1.500,00	15,08	NÓ PRÓXIMO DO TOPO	DESLIZAMENTO
E330	32,98	260	7,88	592,83	1.000,00	16,54	SEM NÓ	ACHATAMENTO DA BASE COM ESCORREGAMENTO
E331	42,15	260	6,17	816,01	1.320,00	15,86	NÓ PRÓXIMO DO MEIO	ACHATAMENTO DO TOPO
E332	31,20	260	8,33	470,23	150,00	3,13	NÓ PRÓXIMO DO MEIO	ACHATAMENTO DO TOPO E DA BASE
E333	41,85	260	6,21	704,40	300,00	4,18	SEM NÓ	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS,
E334	40,68	260	6,39	661,13	270,00	4,00	SEM NÓ	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS,
E335	34,05	260	7,64	662,81	1.200,00	17,75	NÓ PRÓXIMO DO MEIO	ESCORREGAMENTO COM RACHADURAS
E336	37,25	260	6,98	816,20	1.200,00	14,42	NÓ PRÓXIMO DO MEIO	FLAMBAGEM E ESCORREGAMENTO COM
E337	41,83	260	6,22	860,77	1.500,00	17,09	NÓ PERTO DA BASE	ACHATAMENTO DO TOPO
MÉDIA	38,69	260	6,81	750,10	913,33	11,33	-	-

ENSAIO DE COMPRESSÃO: PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS
 MEDIDAS DIAMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01"
 PESO: BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G

APÊNDICE L - Corpos de prova da Escola Politécnica para ensaio à compressão depois de seis meses de exposição.

BAMBU VERDE E BAMBU COM BROCA-ESCOLA POLITÉCNICA SETEMBRO 2010 A FEVEREIRO 2011								
BAMBU	DIAM. EXT. MÉDIO (DE) (mm)	COMPRI. MENTO (L) (MM)	L/DE	ÁREA EXT. ÁREA INT. (mm ²)	CARGA (kgf)	COMPRESSÃO FORÇA/ÁREA (MPa)	CONFORMAÇÃO	RUPTURA
CP08A1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	39,05	260	6,66	688,10	1.290,00	18,38	SEM NÓ, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
CP08A2 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	38,30	260	6,79	721,21	150,00	2,04	NÓ PRÓXIMO DA BASE, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	ESMAGAMENTO DO TOPO
CP08B1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	37,83	260	6,87	745,77	1.680,00	22,09	NÓ PRÓXIMO DO TOPO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	DESLIZAMENTO
CP08B2 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	37,81	260	6,88	576,30	15,00	0,26	SEM NÓ, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
CP08C1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	37,23	260	6,98	808,11	870,00	10,56	NÓ NO TOPO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
CP08C2 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	37,20	260	6,88	736,50	330,00	4,39	NÓ NO TOPO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
MÉDIA	38,00	260	6,84	712,67	722,50	9,62	-	-
CP09A1 BAMBU COM BROCA E CUPIM	43,23	260	6,02	474,61	30,00	0,62	NÓ NO TOPO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	ESMAGAMENTO DO TOPO
CP09A2 BAMBU COM BROCA E CUPIM	47,48	260	5,48	897,51	270,00	2,95	SEM NÓ, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, DESLIZAMENTO
CP09B1 BAMBU COM BROCA E CUPIM	47,30	260	5,50	1.000,67	360,00	3,53	NÓ NA BASE, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
CP09B2 BAMBU COM BROCA E CUPIM	46,30	260	5,62	351,92	390,00	10,87	NÓ PRÓXIMO DO MEIO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, ESMAGAMENTO DO TOPO
CP09C1 BAMBU COM BROCA E CUPIM	46,33	260	5,61	344,03	230,00	6,56	NÓ NO MEIO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, ESMAGAMENTO DO TOPO
CP09C2 BAMBU COM BROCA E CUPIM	47,70	260	5,45	523,81	660,00	12,36	NÓ NO TOPO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
MÉDIA	46,39	260	5,61	598,76	323,33	6,15	-	-
CP 10A	CORPO DE PROVA DE TERRA							
CP 10B								
CP 10C								
CP11A1 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	37,83	260	6,87	420,15	2.080,00	48,55	NÓ PRÓXIMO DA BASE, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURA TOTAL COM SEPARAÇÃO DAS PARTES
CP11A2 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	37,08	260	7,01	458,08	2.349,00	50,29	NÓ NO MEIO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, ESMAGAMENTO
CP11B1 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	37,43	260	6,95	845,16	1.520,00	17,64	SEM NÓ, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	ESMAGAMENTO DO TOPO
CP11B2 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	37,63	260	6,91	874,29	2.670,00	29,95	SEM NÓ, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, ESMAGAMENTO DO TOPO
CP11C1 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	37,45	260	6,94	956,30	2.370,00	24,30	NÓ NO TOPO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	ESMAGAMENTO DA BASE
CP11C2 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	40,45	260	6,43	1.164,69	2.310,00	19,45	NÓ NO TOPO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	ESCORREGAMENTO, RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
MÉDIA	37,98	260	6,85	786,45	2.216,50	31,70	-	-
CP12A1 BAMBU COM BROCA + TERRA	38,25	260	6,80	883,46	2.950,00	32,75	NÓ NO TOPO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, DESLIZAMENTO
CP12A2 BAMBU COM BROCA + TERRA	37,43	260	6,95	913,32	2.780,00	29,85	NÓ NA BASE, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, DESLIZAMENTO
CP12B1 BAMBU COM BROCA + TERRA	41,00	260	6,34	1.188,95	2.490,00	20,54	NÓ PRÓXIMO DO MEIO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, DESLIZAMENTO
CP12B2 BAMBU COM BROCA + TERRA	37,43	260	6,95	881,22	2.980,00	33,16	NÓ PRÓXIMO DO MEIO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, ESMAGAMENTO DO TOPO
CP12C1 BAMBU COM BROCA + TERRA	38,20	260	6,81	959,94	2.760,00	28,20	NÓ NO TOPO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, DESLIZAMENTO
CP12C2 BAMBU COM BROCA + TERRA	37,33	260	6,97	878,61	3.090,00	34,49	NÓ NO TOPO, ATAQUE DE BROCA + FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
MÉDIA	38,27	260	6,80	950,92	2.841,67	29,83	-	-
CP13A1 BAMBU VERDE + TERRA	37,18	260	6,99	626,55	2.089,00	32,70	NÓ NA BASE, ATAQUE DE FUNGO	DESLIZAMENTO
CP13A2 BAMBU VERDE + TERRA	37,39	260	6,95	529,26	2.320,00	42,99	SEM NÓ, ATAQUE DE FUNGO	ESMAGAMENTO DO TOPO
CP13B1 BAMBU VERDE + TERRA	41,24	260	6,30	824,47	1.830,00	21,77	NÓ NO TOPO, ATAQUE DE FUNGO	ESMAGAMENTO DO TOPO
CP13B2 BAMBU VERDE + TERRA	36,68	260	7,09	569,16	1.970,00	33,94	NÓ NA BASE, ATAQUE DE FUNGO	DESLIZAMENTO
CP13C1 BAMBU VERDE + TERRA	37,30	260	6,97	741,01	1.780,00	23,56	NÓ PRÓXIMO DO MEIO, ATAQUE DE FUNGO	ESMAGAMENTO DO TOPO
CP13C2 BAMBU VERDE + TERRA	38,14	260	6,82	697,57	2.780,00	39,08	SEM NÓ, ATAQUE DE FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, DESLIZAMENTO E ESMAGAMENTO
MÉDIA	37,99	260	6,86	664,67	2.128,17	32,34	-	-
CP14A1 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	38,70	260	6,72	693,85	2.670,00	37,74	NÓ PRÓXIMO DA BASE, ATAQUE DE FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
CP14A2 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	38,24	260	6,80	635,30	2.300,00	35,50	SEM NÓ, ATAQUE DE FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS
CP14B1 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	40,73	260	6,38	796,99	2.790,00	34,33	SEM NÓ, ATAQUE DE FUNGO	ESMAGAMENTO DA BASE
CP14B2 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	39,58	260	6,57	814,19	2.609,00	31,42	NÓ NA BASE, ATAQUE DE FUNGO	ESMAGAMENTO DA BASE
CP14C1 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	43,63	260	5,96	731,65	2.500,00	33,51	NÓ NO TOPO, ATAQUE DE FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, DESLIZAMENTO
CP14C2 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	40,25	260	6,46	501,46	2.080,00	40,68	NÓ NO MEIO, ATAQUE DE FUNGO	RACHADURAS PARALELAS ÀS FIBRAS, ABULAMENTO
MÉDIA	40,19	260	6,48	695,57	2.491,50	35,53	-	-

ENSAIO DE COMPRESSÃO-PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGf
 ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS
 MEDIDAS DIAMETROS INTERNO E EXTERNO E ESPESURA: CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER

APÊNDICE M - Cálculo de T-Student para corpos de prova da Escola Politécnica - Acompanhamento de Setembro a Fevereiro

ESTATISTICA	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO NA ESCOLA POLITÉCNICA MÊS 01	BAMBU COM BROCA ANTES DO ENSAIO MÊS 01	ESTATISTICA	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO NA ESCOLA POLITÉCNICA MÊS 01	BAMBU MÊS 05
MÉDIA	37,94	44,62	MÉDIA	37,94	11,66
DESVIO PADRÃO	15,19	14,18	DESVIO PADRÃO	15,19	9,60
Nº ELEMENTOS	12	3	Nº ELEMENTOS	12	12
to	-0,166		to	0,990	
tc	2,160	to<tc	tc	2,160	to<tc
ESTATISTICA	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO NA ESCOLA POLITÉCNICA MÊS 01	BAMBU MÊS 02	ESTATISTICA	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO NA ESCOLA POLITÉCNICA MÊS 01	BAMBU VERDE 06
MÉDIA	37,94	33,65	MÉDIA	37,94	11,33
DESVIO PADRÃO	15,19	8,22	DESVIO PADRÃO	15,19	5,88
Nº ELEMENTOS	12	12	Nº ELEMENTOS	12	12
to	0,168		to	1,106	
tc	2,074	to<tc	tc	2,074	to<tc
ESTATISTICA	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO NA ESCOLA POLITÉCNICA MÊS 01	BAMBU MÊS 03	ESTATISTICA	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO EM MUCUGÊ	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO NA ESCOLA POLITÉCNICA MÊS 01
MÉDIA	37,94	31,86	MÉDIA	49,27	37,94
DESVIO PADRÃO	15,19	16,05	DESVIO PADRÃO	6,31	15,19
Nº ELEMENTOS	12	12	Nº ELEMENTOS	4	12
to	0,186		to	0,339	
tc	2,074	to<tc	tc	2,145	to<tc
ESTATISTICA	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO NA ESCOLA POLITÉCNICA MÊS 01	BAMBU MÊS 04			
MÉDIA	49,27	24,51			
DESVIO PADRÃO	6,31	15,62			
Nº ELEMENTOS	12	12			
to	0,995				
tc	2,074	to<tc			

ESTATÍSTICA	7 BAMBUI VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	8 BAMBUI COM BROCA E CUPIM	ESTATÍSTICA	7 BAMBUI VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	9 BAMBUI COM BROCA + TERRA + REBOCO
MÉDIA	9,62	6,15	MÉDIA	9,62	31,70
DESVIO PADRÃO	8,16	4,66	DESVIO PADRÃO	8,16	14,39
No ELEMENTOS	6	6	No ELEMENTOS	6	6
to	0,239		to	-0,862	
tc	2,228	to<tc (0,239<2,228)	tc	2,228	to<tc (0,862<2,228)
ESTATÍSTICA	7 BAMBUI VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	10 BAMBUI COM BROCA + TERRA	ESTATÍSTICA	7 BAMBUI VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	11 BAMBUI VERDE + TERRA
MÉDIA	9,62	29,83	MÉDIA	9,62	32,34
DESVIO PADRÃO	8,16	5,10	DESVIO PADRÃO	8,16	8,37
No ELEMENTOS	6	6	No ELEMENTOS	6	6
to	-1,355		to	-1,254	
tc	2,228	to<tc (1,355<2,228)	tc	2,228	to<tc (1,254<2,228)
ESTATÍSTICA	7 BAMBUI VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)	12 BAMBUI VERDE + TERRA + REBOCO	ESTATÍSTICA	8 BAMBUI COM BROCA E CUPIM	9 BAMBUI COM BROCA + TERRA + REBOCO
MÉDIA	9,62	35,53	MÉDIA	6,15	31,70
DESVIO PADRÃO	8,16	3,28	DESVIO PADRÃO	4,66	14,39
No ELEMENTOS	6	6	No ELEMENTOS	6	6
to	-1,902		to	-1,090	
tc	2,228	to<tc (1,902<2,228)	tc	2,228	to<tc (1,090<2,228)
ESTATÍSTICA	8 BAMBUI COM BROCA E CUPIM	10 BAMBUI COM BROCA + TERRA	ESTATÍSTICA	8 BAMBUI COM BROCA E CUPIM	11 BAMBUI VERDE + TERRA
MÉDIA	6,15	29,83	MÉDIA	6,15	32,34
DESVIO PADRÃO	4,66	5,10	DESVIO PADRÃO	4,66	8,37
No ELEMENTOS	6	6	No ELEMENTOS	6	6,00
to	-2,212		to	-1,764	
tc	2,228	to>tc (2,212<2,228)	tc	2,228	to<tc (1,764<2,228)
ESTATÍSTICA	8 BAMBUI COM BROCA E CUPIM	12 BAMBUI VERDE + TERRA + REBOCO	ESTATÍSTICA	9 BAMBUI COM BROCA + TERRA + REBOCO	10 BAMBUI COM BROCA + TERRA
MÉDIA	6,15	35,53	MÉDIA	31,70	29,83
DESVIO PADRÃO	4,66	3,28	DESVIO PADRÃO	14,39	5,10
No ELEMENTOS	6	6	No ELEMENTOS	6	6
to	-3,328		to	0,079	
tc	2,228	to>tc (3,328>2,228)	tc	2,228	to<tc (0,079<2,228)
ESTATÍSTICA	9 BAMBUI COM BROCA + TERRA + REBOCO	11 BAMBUI VERDE + TERRA	ESTATÍSTICA	9 BAMBUI COM BROCA + TERRA + REBOCO	12 BAMBUI VERDE + TERRA + REBOCO
MÉDIA	31,70	32,34	MÉDIA	31,70	35,53
DESVIO PADRÃO	14,39	8,37	DESVIO PADRÃO	14,39	3,28
No ELEMENTOS	6	6	No ELEMENTOS	6	6
to	-0,025		to	-0,168	
tc	2,228	to<tc (0,025<2,228)	tc	2,228	to<tc (0,168<2,228)
ESTATÍSTICA	10 BAMBUI COM BROCA + TERRA	11 BAMBUI VERDE + TERRA	ESTATÍSTICA	10 BAMBUI COM BROCA + TERRA	12 BAMBUI VERDE + TERRA + REBOCO
MÉDIA	29,83	32,34	MÉDIA	29,83	35,53
DESVIO PADRÃO	5,10	8,37	DESVIO PADRÃO	5,10	3,28
No ELEMENTOS	6	6	No ELEMENTOS	6	6
to	-0,165		to	-0,607	
tc	2,228	to<tc (0,165<2,228)	tc	2,228	to<tc (0,607<2,228)
ESTATÍSTICA	11 BAMBUI VERDE + TERRA	12 BAMBUI VERDE + TERRA + REBOCO			
MÉDIA	32,34	35,53			
DESVIO PADRÃO	8,37	3,28			
No ELEMENTOS	6	6			
to	-0,229				
tc	2,228	to<tc (0,229<2,228)			

ESTATISTICA	9 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	BAMBU COM BROCA ANTES DO ENSAIO MÊS 01
MÉDIA	31,70	44,62
DESVIO PADRÃO	14,39	14,18
Nº ELEMENTOS	6	3
to	-0,375	
tc	2.365	to<tc (0,375<2.365)
ESTATISTICA	BAMBU VERDE ANTES DO ENSAIO MÊS 01	12 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO
MÉDIA	37,94	35,53
DESVIO PADRÃO	15,19	3,28
Nº ELEMENTOS	12	6
to	0,085	
tc	2.120	to<tc (0,085<2.120)
ESTATISTICA	PATOLOGIA ATAQUE DE FUNGO	11 BAMBU VERDE + TERRA
MÉDIA	33,93	32,34
DESVIO PADRÃO	6,02	8,37
Nº ELEMENTOS	12	6
to	0,103	
tc	2.120	to<tc (0,103<2.120)
ESTATISTICA	PATOLOGIA ATAQUE DE FUNGO	12 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO
MÉDIA	33,93	35,53
DESVIO PADRÃO	6,02	3,28
Nº ELEMENTOS	12	6
to	-0,135	
tc	2.120	to<tc (0,135<2.120)
ESTATISTICA	PATOLOGIA ATAQUE DE FUNGO	PATOLOGIA ATAQUE DE BROCA+CUPIM+FUNGO
MÉDIA	33,93	19,32
DESVIO PADRÃO	6,02	14,55
Nº ELEMENTOS	12	24
to	0,541	
tc	2.021	to<tc (0,541<2.021)

ESTATISTICA	1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA) MUCUGÊ	7 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA+CUPIM) POLITÉCNICA	ESTATISTICA	2 BAMBU COM BROCA MUCUGÊ	8 BAMBU COM BROCA+CUPIM POLITÉCNICA
MÉDIA	15,65	9,62	MÉDIA	13,06	6,15
DESVIO PADRÃO	8,20	8,16	DESVIO PADRÃO	8,00	4,66
Nº ELEMENTOS	12	6	Nº ELEMENTOS	12	6
to	0,327		to	0,435	
tc	2.120	to<tc (0,327<2.120)	tc	2.120	to<tc (0,435<2.120)
ESTATISTICA	3 BAMBU COM BROCA + TERRA MUCUGÊ	10 BAMBU COM BROCA + TERRA POLITÉCNICA	ESTATISTICA	4 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO MUCUGÊ	9 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO POLITÉCNICA
MÉDIA	30,25	29,83	MÉDIA	42,09	31,70
DESVIO PADRÃO	10,64	5,10	DESVIO PADRÃO	11,25	14,39
Nº ELEMENTOS	12	6	Nº ELEMENTOS	12	6
to	0,020		to	0,373	
tc	2.120	to<tc (0,020<2.120)	tc	2.120	to<tc (0,373<2.120)
ESTATISTICA	5 BAMBU VERDE + TERRA MUCUGÊ	11 BAMBU VERDE + TERRA POLITÉCNICA	ESTATISTICA	6 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO MUCUGÊ	12 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO POLITÉCNICA
MÉDIA	46,88	32,34	MÉDIA	57,83	35,53
DESVIO PADRÃO	18,32	8,37	DESVIO PADRÃO	6,62	3,28
Nº ELEMENTOS	12	6	Nº ELEMENTOS	12	6
to	0,411		to	1,731	
tc	2.120	to<tc (0,411<2.120)	tc	2.120	to<tc (1,731<2.120)

APÊNDICE N - Patologias x Resistência à compressão - Corpos de prova de Mucugê




CORPOS DE PROVA	PATOLOGIA/ENSAIO DE COMPRESSÃO			
	ATAQUE DE BROCA (mpa)	ATAQUE DE FUNGO (mpa)	ATAQUE DE BROCA+FUNGO (mpa)	S/ATAQUE DE BROCA E FUNGO (mpa)
CP01A1a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)			22,85	
CP01A1b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)	10,24			
CP01A2a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)			6,42	
CP01A2b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)			5,32	
CP01B1a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)	22,47			
CP01B1b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)	20,78			
CP01B2a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)	13,71			
CP01B2b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)	24,27			
CP01C1a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)	22,58			
CP01C1b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)	25,11			
CP01C2a BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)	10,79			
CP01C2b BAMBU VERDE ENSAIADO APOS 6 MESES (C BROCA)	3,25			
CP02A1a BAMBU COM BROCA	22,71			
CP02A1b BAMBU COM BROCA	9,76			
CP02A2a BAMBU COM BROCA	9,98			
CP02A2b BAMBU COM BROCA	14,29			
CP02B1a BAMBU COM BROCA	9,09			
CP02B1b BAMBU COM BROCA			19,80	
CP02B2a BAMBU COM BROCA	2,33			
CP02B2b BAMBU COM BROCA			2,08	
CP02C1a BAMBU COM BROCA	19,45			
CP02C1b BAMBU COM BROCA	3,43			
CP02C2a BAMBU COM BROCA	22,76			
CP02C2b BAMBU COM BROCA	21,03			
CP04A1a BAMBU COM BROCA + TERRA			15,50	
CP04A1b BAMBU COM BROCA + TERRA	11,03			
CP04A2a BAMBU COM BROCA + TERRA	42,86			
CP04A2b BAMBU COM BROCA + TERRA	31,11			
CP04B1a BAMBU COM BROCA + TERRA			34,14	
CP04B1b BAMBU COM BROCA + TERRA			32,83	
CP04B2a BAMBU COM BROCA + TERRA			33,81	
CP04B2b BAMBU COM BROCA + TERRA	29,54			
CP04C1a BAMBU COM BROCA + TERRA	15,58			
CP04C1b BAMBU COM BROCA + TERRA			34,82	
CP04C2a BAMBU COM BROCA + TERRA			40,22	
CP04C2b BAMBU COM BROCA + TERRA	41,59			
CP05A1a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	41,56			
CP05A1b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			34,61	
CP05A2a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			33,63	
CP05A2b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	28,69			
CP05B1a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	34,14			
CP05B1b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	39,51			
CP05B2a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			27,84	
CP05B2b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			42,04	
CP05C1a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			51,51	
CP05C1b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	59,95			
CP05C2a BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO	51,96			
CP05C2b BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			59,61	
CP06A1a BAMBU VERDE + TERRA				25,57
CP06A1b BAMBU VERDE + TERRA				38,83
CP06A2a BAMBU VERDE + TERRA				74,02
CP06A2b BAMBU VERDE + TERRA				51,25
CP06B1a BAMBU VERDE + TERRA				66,59
CP06B1b BAMBU VERDE + TERRA				29,49
CP06B2a BAMBU VERDE + TERRA				64,95
CP06B2b BAMBU VERDE + TERRA				59,01
CP06C1a BAMBU VERDE + TERRA				12,22
CP06C1b BAMBU VERDE + TERRA		52,25		
CP06C2a BAMBU VERDE + TERRA				45,91
CP06C2b BAMBU VERDE + TERRA		42,40		
CP07A1a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO		61,70		
CP07A1b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO				61,88
CP07A2a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO				56,11
CP07A2b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO				43,01
CP07B1a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO				57,67
CP07B1b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO		56,01		
CP07B2a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO				63,27
CP07B2b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO		52,28		
CP07C1a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO				57,08
CP07C1b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO				70,42
CP07C2a BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO				58,65
CP07C2b BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO				55,84
MÉDIA	23,08	52,93	29,24	52,20
TOTAL POR PATOLOGIA	31	5	17	19

ENSAIO DE COMPRESSÃO: PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGF

APÊNDICE O - Patologias x Resistência à compressão - Corpos de Prova da Escola Politécnica

CORPOS DE PROVA	PATOLOGIA/ENSAIO DE COMPRESSÃO			
	ATAQUE DE BROCA (mpa)	ATAQUE DE FUNGO (mpa)	ATAQUE DE BROCA+ CUPIM+ FUNGO (mpa)	S/ATAQUE DE BROCA CUPIM E FUNGO (mpa)
CP08A1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)			18,38	
CP08A2 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)			2,04	
CP08B1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)			22,09	
CP08B2 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)			0,26	
CP08C1 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)			10,56	
CP08C2 BAMBU VERDE ENSAIADO APÓS 6 MESES (C/BROCA E CUPIM)			4,39	
CP09A1 BAMBU COM BROCA E CUPIM			0,62	
CP09A2 BAMBU COM BROCA E CUPIM			2,95	
CP09B1 BAMBU COM BROCA E CUPIM			3,53	
CP09B2 BAMBU COM BROCA E CUPIM			10,87	
CP09C1 BAMBU COM BROCA E CUPIM			6,56	
CP09C2 BAMBU COM BROCA E CUPIM			12,36	
CP11A1 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			48,55	
CP11A2 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			50,29	
CP11B1 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			17,64	
CP11B2 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			29,95	
CP11C1 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			24,30	
CP11C2 BAMBU COM BROCA + TERRA + REBOCO			19,45	
CP12A1 BAMBU COM BROCA + TERRA			32,75	
CP12A2 BAMBU COM BROCA + TERRA			29,85	
CP12B1 BAMBU COM BROCA + TERRA			20,54	
CP12B2 BAMBU COM BROCA + TERRA			33,16	
CP12C1 BAMBU COM BROCA + TERRA			28,20	
CP12C2 BAMBU COM BROCA +TERRA			34,49	
CP13A1 BAMBU VERDE + TERRA		32,70		
CP13A2 BAMBU VERDE + TERRA		42,99		
CP13B1 BAMBU VERDE + TERRA		21,77		
CP13B2 BAMBU VERDE + TERRA		33,94		
CP13C1 BAMBU VERDE + TERRA		23,56		
CP13C2 BAMBU VERDE + TERRA		39,08		
CP14A1 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO		37,74		
CP14A2 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO		35,50		
CP14B1 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO		34,33		
CP14B2 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO		31,42		
CP14C1 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO		33,51		
CP14C2 BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO		40,68		
MÉDIA		33,93	19,32	
TOTAL POR PATOLOGIA		12	24	
ENSAIO DE COMPRESSÃO-PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGF				

APÊNDICE P - Quadro de ensaio a compressão - Corpo de prova de bambu do painel 2007

PAINEL DE TAIPA DE BAMBU EXECUTADO EM 2007																
BAMBU	MEDIDAS	DIAM INT (mm)	DIAM INT MEDIO (mm)	AREA INT. (mm ²)	DIAM EXT (mm)	DIAM EXT. MEDIO-DE (mm)	AREA EXT. (mm ²)	PESO (G)	COMPRI MENTO (MM)	LDE	AREA EXT - AREA INT (mm ²)	CARGA (KG)	COMPRESSÃO FORÇA/AREA (mpa)	CONFORMAÇÃO	RUPTURA	FOTOS
CP A PAINEL BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	MED 1	21,90	22,88	410,76	49,00	48,35	1.835,11	185,09	200,00	4,14	1.424,35	6.450	44,41	NÓ NA BASE SUPERIOR S/ATAQUE DE BROCA E FUNGO	DOBRAMENTO NO CENTRO E CISCALHAMENTO	
	MED 2	23,10			49,10											
	MED 3	23,70			48,10											
	MED 4	22,80			47,20											
CP B BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	MED 1	24,10	24,93	487,69	46,00	45,35	1.614,45	192,30	200,00	4,41	1.126,76	3.225	28,07	NÓ PRÓXIMO A BASE SUPERIOR S/ATAQUE DE BROCA E FUNGO	ACHATAMENTO NO TOPO C/ DOBRAMENTO	
	MED 2	25,20			45,10											
	MED 3	25,10			45,20											
	MED 4	25,30			45,10											
CP C PAINEL BAMBU VERDE + TERRA + REBOCO	MED 1	25,20	24,95	488,66	45,10	45,50	1.625,15	185,09	200,00	4,40	1.136,48	3.675	31,71	NÓ NO CENTRO S/ ATAQUE DE BROCA E FUNGO	DOBRAMENTO ABERTURA DE FENDA PARALELA AS FIBRAS	
	MED 2	24,30			45,00											
	MED 3	25,10			46,00											
	MED 4	25,20			45,90											

ENSAIO DE COMPRESSÃO-PRENSA UNIVERSAL MODELO WPN CAPACIDADE 30 TONELADAS C/DIVISÃO 30 KGF ESCALA DE 0 A 6 TONELADAS
 MEDIDAS DIÂMETROS INTERNO E EXTERNO CARBON FIBER COMPOSITES DIGITAL CALIPER ESCALA: 0,1MM/0,01"
 PESO-BALANÇA SEITECH MODELO ESL1000 PRECISÃO 1.000X0,1G

ANEXO A - Relatório de ensaio de solos – Mucugê



Escola Politécnica - UFBA
Departamento de Ciência e Tecnologia dos Materiais
Laboratório de Geotecnia

UFBA / MEAU

Mucugê - BA

RE 43/10 - Ensaios em Solos

Abril de 2010



Interessado: UFBA / MEAU

Ensaio: Caracterização, Compactação e Índice de Suporte Califórnia

Relatório: RE 43/10

Data: 22.04.10

1. Apresentação

Faz parte deste relatório, os resultados dos ensaios de caracterização, compactação e índice de suporte Califórnia realizados em solo coletado em área situada no município de Mucugê, neste Estado.

2. Identificação das Amostras

Os trabalhos de coleta, acondicionamento e transporte da amostra de solo foram efetuados pelo Interessado. A amostra chegada ao Laboratório de Geotecnia foi identificada conforme quadro anexo. Coube ao Interessado a amarração topográfica do ponto de amostragem.

3. Ensaio e Procedimentos Adotados

A caracterização do solo constou de ensaios de granulometria por peneiramento e sedimentação, determinação dos limites de liquidez, plasticidade e do peso específico dos grãos, de acordo com as normas brasileiras da ABNT, NBR-7181, NBR-6459, NBR-7180 e NBR-6508, respectivamente.

A determinação da curva de compactação, na energia do Proctor Normal, foi feita através do procedimento da norma NBR-7182/ABNT.

Os procedimentos para realizações dos ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR) obedeceram às orientações da norma NBR 9895 da ABNT. Por solicitação do cliente o corpo de prova foi moldado no teor de umidade ótimo.

4. Apresentação dos Resultados

Para as amostras ensaiadas consta em anexo, quadro resumo com as principais informações dos ensaios de caracterização. Consta também, curva com distribuição granulométrica, a posição do solo no gráfico de plasticidade, percentagens das frações constituintes do solo e a sua classificação segundo os dois sistemas da AASHTO e do USCS.

Os resultados do ensaio de compactação são apresentados em anexo, constando à curva de compactação interpretada com a indicação dos valores de peso específico seco máximo e umidade ótima.

Os resultados dos ensaios de ISC são apresentados sob a forma de gráficos com a curva de desenvolvimento das cargas *versus* penetração do pistão, contendo informações da umidade de moldagem, variação da umidade em relação a umidade ótima, peso específico seco, grau de compactação, expansão após 4 dias de imersão e valores do ISC ou CBR para penetração de 0,1” e 0,2”.

RE: 0043/2010 **Interessado:** UFBA / MEAU

Local: Mucugê-Bahia

QUADRO INFORMATIVO DAS AMOSTRAS

Amostra	Identificação	Furo/Estaca	Profundidade	Tipo	Cor	Textura	Origem
0165/2010	AM-01			Saco			

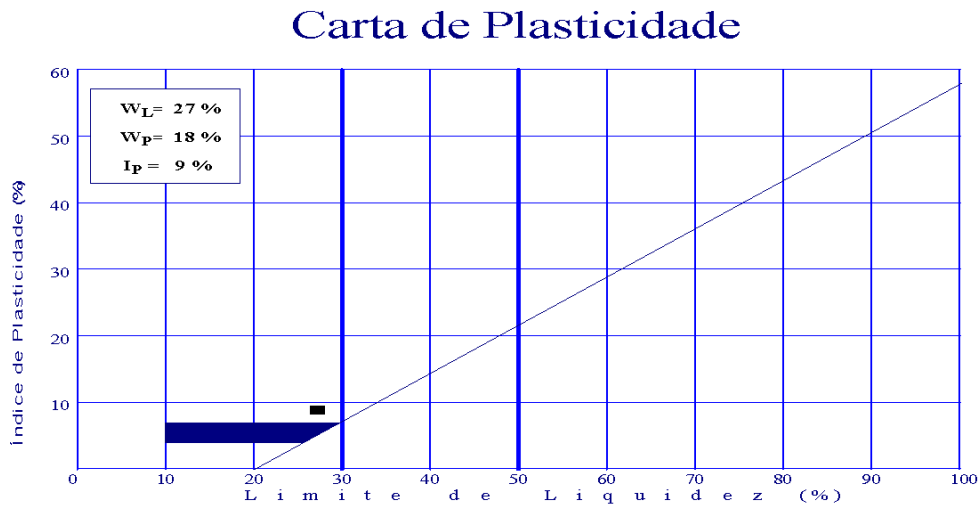
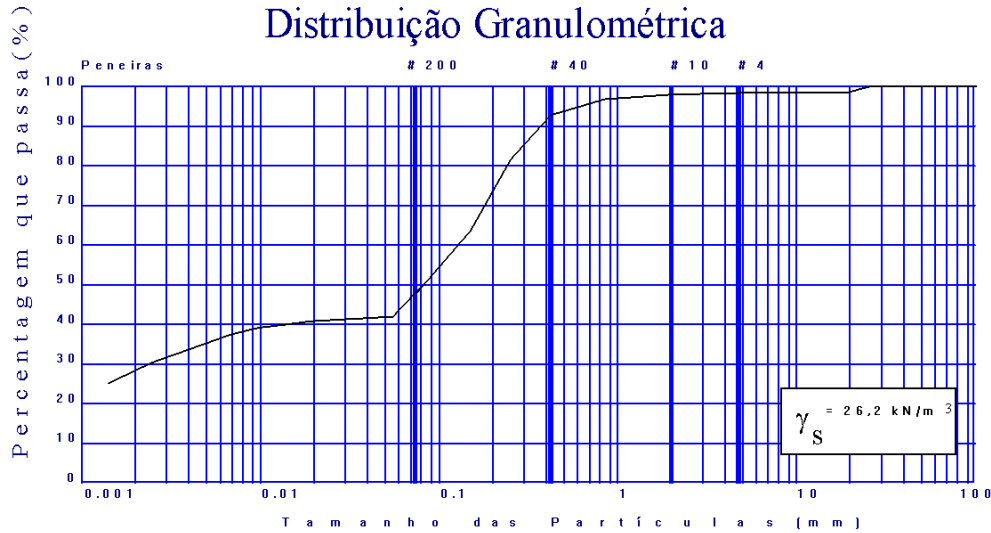
LABORATÓRIO DE GEOTECNIA

RE: 0043/2010 Interessado: UFBA / MEAU

Local: Mucugê-Bahia

R E S U L T A D O S D O S E N S A I O S																				
REGISTRO	G R A N U L O M E T R I A										L I M I T E S			C L A S S I F I C A Ç Ã O		C O M P A C T A Ç Ã O			I . S . C . (C B R)	
	P E R C E N T A G E M Q U E P A S S A										W _L (%)	W _P (%)	I _P (%)	HRB AASHTO (IG)	U S C S	ENERGIA	γ _d (kN/m)	W _{ot} (%)	VALOR (%)	EXP. (%)
	3 "	1 "	3/8 "	# 4	# 10	# 20	# 40	# 60	# 100	# 200										
0165/2010	100	100	98	98	98	97	93	82	64	48	27	18	9	A-4 (3)	SC	PN	17,86	14,03	10	0,2

Caracterização - Amostra : 0165



Análise Granulométrica e Classificação

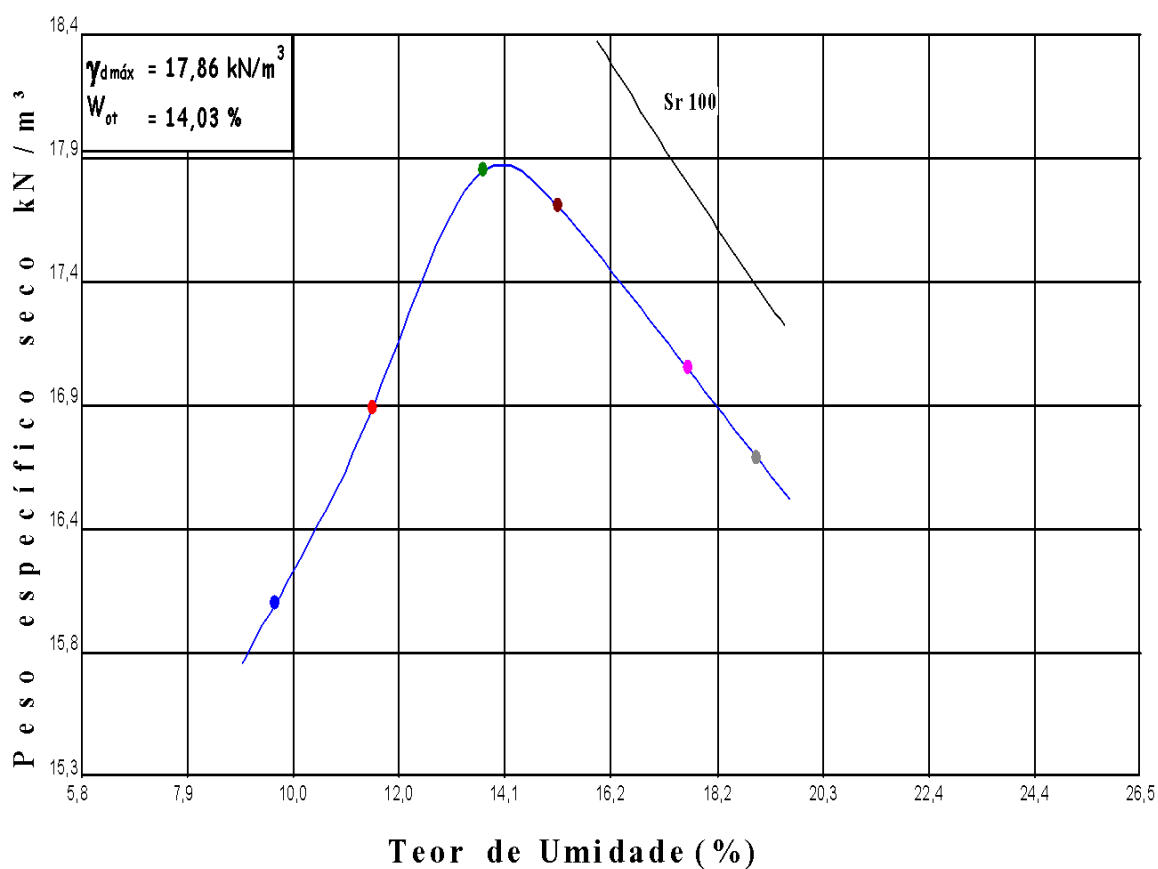
FRAÇÃO DO SOLO	ABNT	DNIT	ISSMGE
Pedregulho	2 %	2 %	2 %
Areia	3 %	6 %	3 %
	21 %	--	21 %
	30 %	44 %	30 %
Silte	16 %	12 %	16 %
Argila	28 %	36 %	28 %
AASHTO : A-4 (3)		USCS : SC	

Compactação - Amostra : 0165

Pontos do Ensaio sem reuso do material:

Pontos	1	2	3	4	5	6
γ_d (kN/m ³)	16,05	16,86	17,84	17,69	17,02	16,65
w (%)	9,60	11,51	13,69	15,13	17,66	19,02

Curva de Compactação

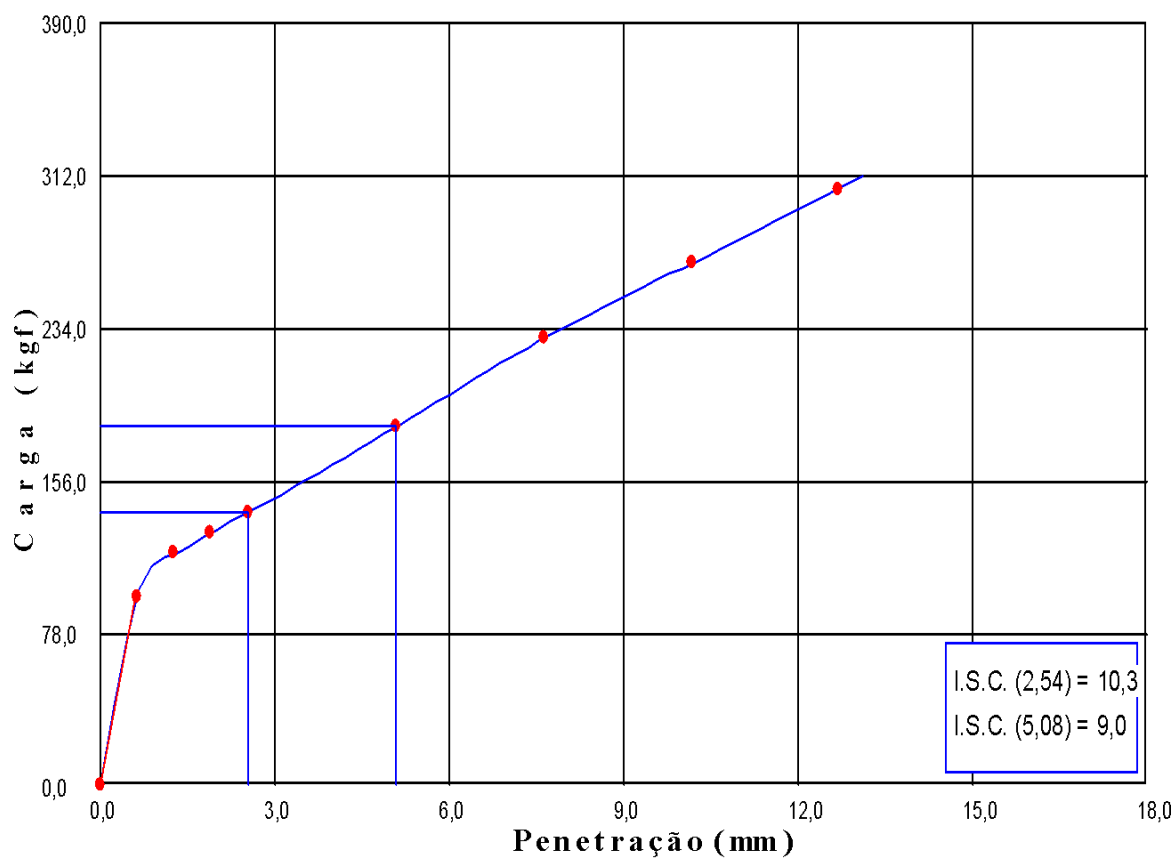


CBR - Amostra : 0165 - Ponto 1

Dados do Ensaio :

w (%)	Δw	γ_d (kN/m ³)	G.C. (%)	Expansão (%)
14,44	0,40	17,86	100,0	0,2

Curva de CBR





GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA
DEPARTAMENTO DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES DA BAHIA
DIRETORIA DE PROJETOS E PROGRAMAS ESPECIAIS
GERÊNCIA DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO

fl 03

PROCESSO : 010/006044
SOLICITAÇÃO : 034/2010
INTERESSADO : UFBA/Escola Politécnica
ASSUNTO : Caracterização (granulometria via úmida, LL,LP), EA e Características Mecânicas e Hidráulicas de uma amostra de solo fino.

1. IDENTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

Reg.011/10 – Amostra de solo fino enviada pela UFBA.

Amostra recebida em 12/05/2010

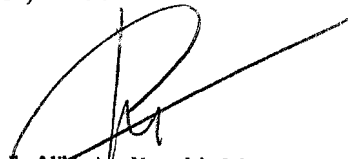
2. RESULTADOS DOS ENSAIOS

Encontram-se em fichas anexas

3. OBSERVAÇÃO

Os resultados apresentados tem significação restrita e se aplicam somente à amostra encaminhada pelo interessado

Salvador, 26 de maio de 2010



Eng. Ubirajara Manoel de C. Souza
DERBA-GEPEs

RESULTADOS DE ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS


PROCESSO Nº :010/006044
 SOLICITAÇÃO Nº: 034/2010
 INTERESSADO :UFBA/Escola Politécnica

REG	ANALISE GRANULOMETRICA										E A (%)	L L (%)	I P (%)	I G	CLASSIFICAÇÃO		FAIXA	OBSERVAÇÕES	
	PERCENTAGENS QUE PASSAM														H R B	UNIFICADO			A A S H O
	3"	2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200										
011/10						100	95	46	10	26	9	2	A-4	SC	F/F		Material coletado na região de Mucugê		

OBSERVAÇÕES SC-Areia argilosa
 F/F-Fora de faixa

DATA: 26/05/2010

VISTO:



Engº Ubirajara Manoel de C. Souza
 DERBA-GEPEs

Fl04



GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA
DEPARTAMENTO DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES DA BAHIA
DIRETORIA DE PROJETOS E PROGRAMAS ESPECIAIS
GERÊNCIA DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS E HIDRÁULICAS DOS SOLOS

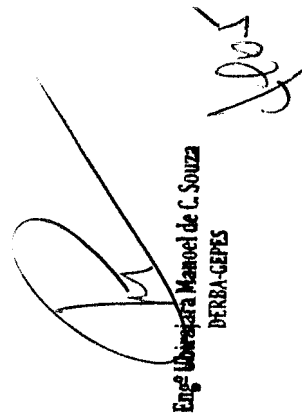
Processo n.º : 10/006044
Solicitação n.º: 034/2010
Interessado : UFBA-Escola Politécnica

Reg	Granulometria -% que passa						Mini CBR (%)		RIS (%)	Y máx kg/cm²	Umidade Ótima (%)	Exp. (%)	Contração (%)	Mini-MCV				Classif. MCT		
	2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	100						200	WM	IM	PI (%)		d'	c'
011/10					100	95	46	11,4	4,8	42,1	1951	13,2	0,60	0,52	105,4	64,4	1,46	1,11	LA/LG'	

OBSERVAÇÃO: LA/LG'- Arenoso laterítico/Argiloso laterítico

Data: 26/05/2010

Visto:


Eng. Manoel de C. Souza
DERBA-CEPEB