



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESENVOLVIMENTO REGIONAL
PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE



CONSTRUINDO COM A NATUREZA
BAMBU:
UMA ALTERNATIVA DE ECODESENVOLVIMENTO

Autor: Antônio Ricardo Sampaio Nunes

Orientador: Dra. Maria Augusta Mundim Vargas

Outubro de 2005
São Cristóvão – Sergipe
Brasil



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESENVOLVIMENTO REGIONAL
PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE



CONSTRUINDO COM A NATUREZA
BAMBU:
UMA ALTERNATIVA DE ECODESENVOLVIMENTO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Autor: Antônio Ricardo Sampaio Nunes

Orientador: Dr^a. Maria Augusta Mundim Vargas

Outubro de 2005
São Cristóvão – Sergipe
Brasil

Nunes, Antonio Ricardo Sampaio
N972c Construindo com a natureza bambu : uma alternativa de ecodesenvolvimento
/ Antonio Ricardo Sampaio Nunes. – São Cristóvão, 2005.
131p. : il.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa Regional de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe.

1. Ecodesenvolvimento. 2. Desenvolvimento sustentável.
3. Arquitetura. 4. Material de construção – Bambu. I. Título.

CDU 504.062.4:72:691.12



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESENVOLVIMENTO REGIONAL
PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE



CONSTRUINDO COM A NATUREZA
BAMBU:
UMA ALTERNATIVA DE ECODESENVOLVIMENTO

Dissertação de Mestrado defendida por Nome do(a) Aluno(a) e aprovada em dia de mês de ano pela banca examinadora constituída pelos doutores:

Nome do(a) Orientador(a) – Orientador(a)
Instituição

Nome do(a) Examinador(a)
Instituição

Nome do(a) Examinador(a)
Instituição

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Dra. Maria Augusta Mundim Vargas – Orientadora
Universidade Federal de Sergipe

É concedida ao Núcleo responsável pelo Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe permissão para disponibilizar, reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias.

Antônio Ricardo Sampaio Nunes – Autor
Universidade Federal de Sergipe

Dr^a. Maria Augusta Mundim Vargas – Orientadora
Universidade Federal de Sergipe



Dedico este trabalho aos meus filhos,
Tales, Tainá e Samira,
por crer que eles são e serão
a continuidade
da minha esperança
em um mundo melhor.



É preciso romper com o pensamento
simplificador e excludente e afirmar a
complexidade. Afinal, alguns só querem falar
da rosa. Outros só destacam o espinho.
É necessário que se elabore a visão que
comporta tanto a rosa quanto o espinho:
a visão da roseira.

(Carlos Walter Porto Gonçalves)



AGRADECIMENTOS

Diversas pessoas, direta ou indiretamente, mas sempre de maneira especial e generosa, participaram da construção deste trabalho e a estas eu quero prestar aqui a minha reverência e meu agradecimento, pois sem elas este mestrado e esta dissertação não teriam sido possíveis.

Aos autores, **Enrique Leff, Oscar Idalgo, Jorge Morán, Ignacy Sachs e Carlos Walter Gonçalves**, que, pessoalmente ou através de suas obras, tanto me ajudaram a construir o meu pensamento e minha compreensão das questões ambientais do mundo, para que pudesse transcrevê-lo neste trabalho.

A minha orientadora, professora Dr^a. **Maria Augusta Mundim Vargas** - que, por sua simpatia e carisma, todos a conhecem por Guta - pela maestria e dedicação com que conduziu a orientação desta dissertação.

A minha mulher, **Susana Andery**, que proporcionou com muito carinho o suporte emocional e material necessários para o meu trabalho, pela compreensão da minha ausência nos muitos dias e noites de trabalho, pela dedicação, acolhimento, generosidade e palavras de estímulo, sem as quais eu não teria construído esta pesquisa.

Ao professor Dr. **Sandro Holanda**, que no momento mais crítico deste mestrado, com poucas, mas decisivas palavras, me fez retomar o rumo da sua conclusão.

Ao ambientalista, biólogo e professor **Antônio Carlos Barreto** que me ajudou a dar os primeiros passos deste projeto quando ainda era uma idéia, tantas sugestões preciosas fez para enriquecê-la e fazê-la se transformar neste trabalho concluído.

A amiga **Denise Rocha** pela revisão cuidadosa e precisa, generosamente doada como colaboração preciosa a este texto.

Aos professores do NESA, em especial a Dr^a. **Rosimeri de Melo e Souza** e Dr. **Roberto Rodrigues**, pelo estímulo e atenção que sempre dispensaram para mim e para este projeto.

A rapaziada da construção, em Carmópolis, **Heleno, Anderson, Paulo Sérgio, José Carlos, Nelson e Elenilson**, os verdadeiros construtores da nossa obra. Através de suas inteligências, dos seus conhecimentos, de suas mãos habilidosas de carpinteiros, da dedicação, fidelidade e parceria irrestrita, possibilitaram os resultados obtidos por esta pesquisa.

A **Ismael Trindade Neto**, ambientalista da Petrobrás, grande colaborador na idéia de construirmos o CEAF usando o bambu, e que, com sua serenidade de espírito, muito ajudou a percorrer os labirínticos caminhos institucionais desta pesquisa junto a Petrobrás.

A **Celina Lerena**, arquiteta e amiga que muito me ensinou sobre a arte de trabalhar com o bambu, os mistérios e segredos desta planta tão generosa quanto ela.

Aos colegas de turma do mestrado no NESA, pelo compartilhamento de idéias, soluções das nossas questões acadêmicas, estímulos e amizade.

Aos elementais que habitam os bambuzais e que têm me guiado por estas novas veredas me indicando o rumo, por vezes não muito claros, dos caminhos para a disseminação da cultura do bambu.

A todos vocês, a minha mais profunda gratidão.



RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar as possibilidades de aplicação do bambu como um material de construção em Sergipe, analisando-se os aspectos decorrentes do processo de uso, quais sejam: eficiência econômica, propriedades físicas e mecânicas do material, desempenho da mão de obra local, níveis de aceitação do material pela população usuária, desempenho estético do bambu na arquitetura e suas possibilidades de ecodesenvolvimento. O método empregado para esta investigação foi o da pesquisa-ação que utilizou uma ação coletiva planejada de caráter técnico, social e cultural, orientada em função da resolução de problemas conceituais e técnicos operacionais, levantados nas questões de pesquisa. A ação escolhida para se proceder a investigação que levaria a responder tais questões foi a construção de uma edificação cujo material aplicado seria prioritariamente o bambu. O local escolhido para construção foi o Horto do Diogo, situado na fazenda Oiteirinhos de propriedade da Petrobrás, no município de Carmópolis, estado de Sergipe, Brasil. Foi sob a perspectiva do ecodesenvolvimento que propomos investigar o uso do bambu como uma alternativa para o desenvolvimento com sustentabilidade ambiental contextualizando-o num processo tecnológico, social, econômico e cultural. O ecodesenvolvimento é o fundamento para o entendimento da ecotécnica como uma estratégia para superar as barreiras impostas pela economia de mercado dominante. Para o seu sucesso toma-se fundamental o desenvolvimento de tecnologias apropriadas que absorvam o melhor da diversidade tanto humana como natural de cada ecossistema (local ou regional) de forma particular. O bambu se revela como uma planta e um material de grandes potencialidades, sendo comprovadas nesta pesquisa, as suas propriedades físicas e mecânicas que o qualifica como um material de fácil uso por populações rurais ou periféricas de pequenas cidades, se afirmando como uma alternativa de desenvolvimento comunitário sustentável e ecodesenvolvimento.

Palavras-chave: Ecodesenvolvimento, Arquitetura com bambu, Desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

This work aims at investigating the application of the bamboo as a construction material in the State of Sergipe, Brazil, through the analysis of the aspects deriving from its use process, them being: economical efficiency, the material's physical and mechanical properties, local workforce output, acceptance level by the local population, a esthetical results of the bamboo in architectural applications and its possibilities of ecological development. The method employed in this scientific investigation was action-research, which made use of a coordinated collective action plan of technical, social and cultural character, oriented towards the solving of conceptual, technical and operational problems which arose from research matters raised throughout this project. The action selected so as to proceed in an investigation which could lead to solving such questions was the construction of a house in which the bamboo was a priority as a material employed. The designated sight for the construction was the "Horto do Diogo", located on the Oiterinhos farm, a Petrobras property, in the city of Carmópolis, state of Sergipe, Brazil. Under the perspective of ecological development, it is the project's objective to investigate the use of the bamboo as an alternative in environmentally sustainable development contextualized in a technological, social, economic and cultural process. The ecological development is a strategy used in order to overcome the barriers imposed by a dominating market economy. For it to be fully successful, the development of proper technologies which can make the most of both bio and human diversity of each ecosystem particularly (whether local or regional) is essential. The bamboo has proven to be a plant and a material of enormous potentialities, presenting physical and mechanical properties (proved herewith) which qualify it as a widely accessible and easily usable material by either rural or peripheral urban populations of small cities, thereby being regarded as an alternative in sustainable community development as well as ecological development.

Key-words: Ecodevelopment, Arquitetcture with bamboo, Sustainable development.



LISTA DE FOTOGRAFIAS.....	xvi
LISTA DE FIGURAS.....	xviii
LISTA DE QUADROS.....	xix
 CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	 1
 <u>PRIMEIRA PARTE - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</u>	 <u>4</u>
 CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO, CULTURA E MEIO AMBIENTE NA RELAÇÃO SOCIEDADE – NATUREZA.....	 5
2.1 - A Crise Civilizatória e a Questão Ambiental.....	6
2.2 - Desenvolvimento e a Relação Homem Natureza.....	14
2.3 - Saber Tecnológico, Etnoconhecimento e Ecodesenvolvimento.....	20
 CAPÍTULO 3 - O BAMBU.....	 25
3.1 – USOS E POSSIBILIDADES.....	26
3.1.1.O bambu em diversas culturas.....	26
3.1.2. Políticas habitacionais e o uso do bambu.....	32
3.2. A PLANTA.....	38
3.2.1.Rizoma.....	43
3.2.3. Cultivo.....	45
3.3 – OS COLMOS.....	48
3.3.1.Características físicas e mecânicas dos colmos.....	50
3.3.2.Colheita dos colmos.....	52
3.4 - TRATAMENTOS NATURAIS.....	54
3.5 - TRATAMENTOS QUÍMICOS.....	56

SEGUNDA PARTE - METODOLOGIA **60**

CAPÍTULO 4 - MÉTODOS E PROCESSOS.....	61
4.1. Método aplicado.....	63
4.2. Objeto da pesquisa.....	65
4.3. Definição das tecnologias, das espécies e dos materiais utilizados.....	68
4.4. Cenário da pesquisa.....	69
4.5. Atores sociais.....	70
4.6. Instrumentos.....	73

TERCEIRA PARTE – RESULTADOS E CONCLUSÕES **76**

CAPÍTULO 5 – DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS.....	77
5.1. Aquisição do bambu.....	78
5.2. Confeção das esteiras.....	80
5.3. Construção das fundações.....	81
5.4. Tratamento dos colmos.....	82
5.5. Construção da estrutura.....	85
5.6. Construção da cobertura.....	90
5.7. Fixação dos pilares.....	93
5.8. Construção das paredes.....	95

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES **113**

6.1. CONCLUSÕES.....	114
6.2. SUGESTÕES.....	116

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... **117**

Bibliografia.....	121
-------------------	-----

ANEXOS..... **123**

Anexo 1. Documento do Programa Nacional de Florestas.....	124
Anexo 2. Memorial Descritivo para construção do CEAF.....	125
Anexo 3. Relatório Diário de Obra.....	130
Anexo 4. Boletim do CUB (SINDUSCON 07/2004).....	131

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 3.1. Tratamento por injeção.....	58
Foto 5.1. Bambuzal em Atibaia.....	79
Foto 5.2. Bambuzal em Embu-Guaçu.....	79
Foto 5.3. Colheita de taquara.....	81
Foto 5.4. Abertura dos colmos.....	81
Foto 5.5. Preparo das esteiras.....	81
Foto 5.6. Linha de sapatas.....	82
Foto 5.7. Sapata com pilar.....	82
Foto 5.8. Queimador de bambu.....	83
Foto 5.9. Queimador em uso.....	83
Foto 5.10. Furo para injeção.....	85
Foto 5.11. Injetando solução.....	85
Foto 5.12. Técnica de corte.....	86
Foto 5.13. Serra copo.....	86
Foto 5.14. Corte ortogonal.....	86
Foto 5.15. Corte em 45°.....	86
Foto 5.16. Resultado do 1º ensaio.....	87
Foto 5.17. Gabarito do pórtico.....	88
Foto 5.18. Fixação do 1º pórtico.....	88
Foto 5.19. Sequência de pórticos paralelos.....	89
Foto 5.20. Protegendo o bambu da chuva.....	90
Foto 5.21. Execução da cobertura.....	91
Foto 5.22. Pavilhão coberto.....	91
Foto 5.23. Vista aérea.....	92
Foto 5.24. Abrindo os diafragmas do bambu.....	93
Foto 5.25. Fixação dos pilares.....	93
Foto 5.26. Cimentando o pilar.....	94
Foto 5.27. Acabamento do furo de cimentação.....	94
Foto 5.28. Pilar pronto.....	94
Foto 5.29. Construção do painel de parede.....	96
Foto 5.30. Fixação das esteiras ao painel.....	97

Foto 5.31. Imunizando o painel.....	97
Foto 5.32. Alvenaria de bambu em execução.....	98
Foto 5.33. Painéis prontos.....	98
Foto 5.34. Cinta de impermeabilização.....	99
Foto 5.35. Regularizando o painel.....	99
Foto 5.36. Paredes com reboco.....	100
Foto 5.37. Paredes prontas.....	101
Foto 5.38. Espessura do painel sem reboco.....	101
Foto 5.39. Espessura do painel regularizado.....	101
Foto 5.40. Espessura da parede pronta.....	102
Foto 5.41. Andaime de bambu.....	105
Foto 5.42. Pesquisa após três meses.....	106
Foto 5.43. Edificação pronta – vista lateral.....	107
Foto 5.44. Beiral em acabamento.....	107
Foto 5.45. Beiral pronto.....	107
Foto 5.46. Vista do salão em construção.....	108
Foto 5.47. Vista do salão pronto.....	108
Foto 5.48. Fachada posterior em obra.....	108
Foto 5.49. Fachada posterior pronta.....	108
Foto 5.50. Fachada principal em obra.....	109
Foto 5.51. Fachada principal pronta.....	109
Foto 5.52. Detalhe do corrimão.....	110
Foto 5.53. Detalhe da fachada.....	110
Foto 5.54. “Sol” das fachadas.....	110
Foto 5.55. Alisares e arremates.....	110
Foto 5.56. Articulação entre viga e pilar.....	111
Foto 5.57. Interior pronto.....	111
Foto 5.58. Grupo participante direto	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Países signatários do INBAR.....	35
Figura 3.2. Disposição do bambu no mundo.....	38
Figura 3.3. Rizoma leptomorfo.....	44
Figura 3.4. Rizoma paquimorfo.....	45
Figura 3.5. Usos do bambu de acordo com sua idade.....	48
Figura 3.6. Anatomia de um colmo de bambu.....	49
Figura 3.7. <i>Dinoderus minutus</i>	54
Figura 3.8. Cura na mata.....	55
Figura 3.9. Tratamento pelo fogo.....	56
Figura 3.10. Método Boucherie.....	59
Figura 4.1. Planta baixa do CEAF.....	67
Figura 4.2. Pórtico principal da estrutura.....	67
Figura 4.3. Localização da pesquisa.....	70
Figura 6.1. Queimador de bambu.....	84
Figura 6.2. Parafusos de ligação.....	87
Figura 6.3. Modelo de ligamento de peças.....	87
Figura 6.4. Mau corte, bom corte do bambu.....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1. Espécies prioritárias.....	41
Quadro 3.2. Elementos anatômicos de espécies de bambu.....	50
Quadro 3.3. Resistência mecânica de algumas espécies de bambu.....	51
Quadro 3.4. Características físicas e mecânicas de espécies de bambu.....	52
Quadro 3.5. Ensaio de resistência mecânica.....	52
Quadro 3.6. Carboidratos totais por fases da lua.....	53
Quadro 3.7. Solução imunizante.....	57
Quadro 6.1. Solução imunizante.....	84

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO



INTRODUÇÃO

A humanidade, ao longo da sua história, tem adotado um comportamento predatório em relação à natureza, utilizando os seus recursos basicamente interessada em sua própria sobrevivência, legando-nos o mundo em que vivemos hoje: caótico, desarmônico, desequilibrado, e ambientalmente doente. Vivemos em meio a uma crise ambiental gerada por um modelo de desenvolvimento adotado pelas sociedades dominantes que, na prática, tem se mostrado predatório, penoso e injusto.

Esse modelo de desenvolvimento imposto e assimilado por quase todos os povos, mostra a predominância da razão tecnológica e da racionalidade econômica, fundamentada no lucro e norteadas pelo utilitarismo, a competição, a produção e o consumo. Esse processo civilizatório, pautado por modelos de sociedade incompatíveis com a sustentabilidade biológica, social, cultural e econômica, desencadeou tudo isto a que chamamos de crise ambiental.

Acreditando-se que o ecodesenvolvimento, não é só um referencial teórico intelectual, mas também uma estratégia norteadora para impulsionar ações locais, rumo à construção da sustentabilidade sócio-ambiental, econômica e cultural, estruturaram-se sobre este marco teórico os objetivos práticos que nortearam as ações de pesquisa deste trabalho dentro do contexto social em que se deu. Foi sob a perspectiva do ecodesenvolvimento que se propôs investigar o uso do bambu como uma alternativa para o desenvolvimento com sustentabilidade ambiental contextualizando-o num processo tecnológico, social, econômico e cultural.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo investigar as possibilidades de aplicação do bambu como um material de construção em Sergipe, analisando-se todos os aspectos decorrentes do processo de uso, quais sejam: eficiência econômica, propriedades físicas e mecânicas do material, desempenho da mão de obra local, níveis de aceitação do material pela população usuária e desempenho estético do bambu na arquitetura, buscando-se ao final da pesquisa responder as questões formuladas.

O método empregado foi o da pesquisa-ação que utilizou uma ação coletiva planejada de caráter técnico, social e cultural, orientada em função da resolução de problemas conceituais e técnicos operacionais, levantados nas questões de investigação deste trabalho.

O desenvolvimento da pesquisa se deu com a construção do Centro de Educação Agroflorestal, no município de Carmópolis, em Sergipe, onde se utilizou o bambu como material de construção predominante. Neste trabalho, o objetivo da pesquisa-ação foi principalmente voltado para a produção de conhecimento que não será útil apenas para o grupo considerado na investigação local. Trata-se de um conhecimento a ser confrontado com outros estudos e suscetível de parciais generalizações quanto à solução de questões técnicas, culturais e econômicas.

Composto por três partes, busca-se na primeira realizar uma breve contextualização das condições histórico-culturais em que se construiu o conceito de desenvolvimento no mundo ocidental, conhecendo as raízes que nos permitem compreender melhor a progressiva devastação das nossas condições de vida e analisando o modo como a nossa sociedade construiu o seu conceito de natureza.

Na Segunda Parte se apresentam os caminhos percorridos para delimitação das questões de pesquisa, os métodos, técnicas, procedimentos e materiais utilizados na ação proposta, definição do cenário e atores, até a coleta de dados e como foi feita a análise dos mesmos.

A Terceira Parte apresenta o desenvolvimento e resultados obtidos, através dos quais procura-se responder as questões investigadas, chegando-se às conclusões que demonstram a existência de uma alternativa de ecodesenvolvimento centrado no uso e na disseminação da cultura do bambu, que podem representar uma ação transformadora para comunidades rurais e periféricas de pequenas cidades em Sergipe.



PRIMEIRA PARTE
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA



CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO, CULTURA E MEIO AMBIENTE NA RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA



2. DESENVOLVIMENTO, CULTURA E MEIO AMBIENTE NA RELAÇÃO SOCIEDADE- NATUREZA

2.1. CRISE CIVILIZATÓRIA E A QUESTÃO AMBIENTAL

Neste capítulo busca-se realizar uma breve contextualização das condições histórico-culturais em que se construiu o conceito de desenvolvimento no mundo ocidental, conhecendo as raízes que nos permitem compreender melhor a progressiva devastação das nossas condições de vida e analisando o modo como a nossa sociedade construiu o seu conceito de natureza, caracterizado por uma espécie de deslocamento do homem, no processo de desenvolvimento e declínio do pensamento ocidental, em que nos deparamos com uma sociedade industrial ignorante das implicações metafísicas de seus próprios fundamentos.

A humanidade, durante a sua trajetória histórica, estabeleceu a ocupação e o uso espacial da terra, utilizando os recursos naturais renováveis e não-renováveis, basicamente interessada na sua própria sobrevivência. Ao longo dos tempos, passou a adotar um comportamento predatório em relação à natureza, legando-nos o mundo em que vivemos hoje: caótico, desarmonico, desequilibrado e ambientalmente doente. Estamos vivendo em meio a uma série crescente de problemas ambientais, gerados por um modelo hegemônico de desenvolvimento.

Na história humana, o comportamento predatório não é novo. O que é novo é a dimensão e extensão dos mecanismos de depredação onde se inclui, desde o surgimento das grandes cidades e das imensas lavouras de monoculturas, até as armas nucleares.

Segundo Andrade (2000), os problemas ambientais só começaram a ser identificados como sendo impactantes a partir de dois fatos básicos: primeiro, a revolução industrial, ocorrida a partir da metade do século XVIII, mais precisamente a partir do ano de 1750, produzida pela passagem do artesanato e da manufatura à fábrica, pela criação das máquinas de fiar (tear mecânico), ocasionando uma grande mudança no processo de produção. Segundo: a organização urbana, representada pela construção das grandes cidades originadas com a revolução industrial, a maioria delas feita sem nenhum planejamento e ordenamento.

A forma como as sociedades predominantes promoveram o desenvolvimento, fizeram ciência e desenvolveram tecnologias, gerou o mau desenvolvimento que, na prática, tem se mostrado predatório, penoso e injusto. O progresso, entendido apenas como avanço técnico, material e crescimento econômico, está sendo obtido dentro de um padrão de produção, de consumo, de acumulação e de vida insustentável. (LEFF, 1996, p. 41)

Com efeito, o domínio sobre a natureza estampa relações insustentáveis traduzidas nas externalidades do avanço tecnológico, do crescimento econômico e da maximização de lucros. Nosso modelo de desenvolvimento mostra a predominância da razão tecnológica e da racionalidade econômica, fundamentada no cálculo econômico. É o que demonstra Leff (2001) ao expor nosso modelo norteador utilitarista, competitivo e produtivo, base de sustentação de uma sociedade deformada, desintegrada e desintegradora do meio ambiente.

Sobretudo construímos o nosso conhecimento por meio de uma percepção estreita da realidade, baseado no pensamento racional, que se caracteriza pela linearidade e pela oposição do sujeito ao objeto. Segundo Vieira & Weber (1996), fragmentamos o saber e, conseqüentemente, tratamos os saberes e os problemas ambientais de forma isolada, não relacional. Em última análise, optamos por uma *“utopia-desenvolvimentista antropocêntrica”* caracterizada pelo individualismo, pela falta de solidariedade entre os homens e destes para com a natureza. Neste sentido, os autores afirmam a existência de preocupação em estabelecer *“uma co-viabilidade de longo prazo dos ecossistemas e dos estilos de vida que eles suportam.”* (VIEIRA & WEBER, 1996, p. 19).

Esse processo civilizatório, pautado por modelos de sociedade incompatíveis com a sustentabilidade biológica, social, cultural e econômica, desencadeou tudo isto a que chamamos de crise ambiental. Na verdade, esta crise, manifestada através da degradação ambiental, é, em sua essência, um sintoma de uma crise civilizatória. Essa, por sua vez, está ligada a uma crise existencial, fundamentada na perda de valores. Hoje, a crise ambiental é seriíssima e grave. Está vinculada, inclusive, às questões de segurança planetária, diretamente relacionada à nossa sobrevivência, à das futuras gerações, e a do planeta que nos abriga.

A separação homem-natureza é uma característica marcante do pensamento que tem dominado o mundo ocidental, cuja matriz filosófica se encontra na Grécia e Roma

clássicas. É preciso questionar as raízes dessa crise, raízes profundas e antigas. Segundo Saffiati (2002), a civilização ocidental, da qual fazemos parte, tem, já nas suas origens mais remotas, duas posturas intelectuais básicas, que oscilam de acordo com as fases da sua história: uma é o antropocentrismo, que coloca o homem como centro absoluto do universo; outra é o teocentrismo, que faz tudo girar em torno da idéia de Deus. Elas são encontradas nas duas vertentes formadoras da civilização ocidental, ou seja, o judaísmo e o helenismo.

Gonçalves (1998) afirma que, é com Platão e Aristóteles que se começa a assistir um certo desprezo “pelas pedras e pelas plantas” e um privilegiamento do homem e das idéias. Na civilização helênica, entendendo com essa expressão Grécia e Roma, a postura predominante é antropocêntrica: os deuses são concebidos à imagem e semelhança dos homens. Considerando-se “centro”, o homem distancia-se dos demais seres e, de certa maneira, se posta diante deles em atitude de superioridade absoluta, abertamente antagônica. Surgem assim as relações equivocadas e às vezes perversas de dominador x dominado, de espírito x matéria, de homem x natureza. Esta postura do homem como centro absoluto do universo, tendo assim, a natureza ao seu dispor, vem sendo utilizada ideologicamente para justificar a exploração do meio ambiente há séculos.

A tradição judaico-cristã é fortemente marcada por um cunho teocêntrico. Nela o homem é concebido à semelhança e imagem de Deus e foi sob essa influência que a oposição homem-natureza e espírito-matéria adquiriu maior dimensão. Segundo Gonçalves (1998), os cristãos vão afirmar decididamente que Deus criou o homem à sua imagem e semelhança. Criado à imagem e semelhança de Deus, o homem é assim, dotado de um privilégio. Se Platão falava que só a idéia era perfeita, em oposição à realidade mundana, o cristianismo operará a sua própria leitura, opondo a perfeição de Deus à imperfeição do mundo material. Com o cristianismo, os deuses já não habitam mais este mundo, como na concepção dos pré-socráticos. Deus sobe aos céus e, de fora, passa a agir sobre o mundo imperfeito do dia-a-dia dos mortais. Localizado num lugar privilegiado, estratégico, do alto, Deus a tudo vê e controla. A assimilação aristotélico-platônica que o cristianismo fará em toda a Idade Média levará a cristalização da separação entre espírito-matéria, homem-natureza.

No período renascentista, as profundas alterações da vida correspondentes ao dismantelamento do Feudalismo, tiveram amplas repercussões no campo das idéias, a exemplo da revalorização do empirismo e do racionalismo e da contestação religiosa responsável pela eclosão do Protestantismo a partir das idéias de Lutero. A partir daí o poder da Igreja Católica de Roma deixa de ser incontestável, sobretudo em domínios filosóficos, segundo Melo e Souza (2003).

No entanto, é com Renée Descartes (1596-1650) e seu racionalismo cartesiano, no século XVII, que a oposição espírito-matéria, sujeito-objeto, homem-natureza se tornará mais completa, se constituindo no centro do pensamento moderno e contemporâneo, pois conforme Kesselring (1992) a natureza torna-se objeto da ciência.

Bolf (2004) afirma na sua leitura sobre Descartes, que sintomática pela cisão entre homem e natureza é a divisão cartesiana do mundo em duas partes: a *res extensa* (mundo dos corpos materiais) e a *res cogitans* (mundo do pensamento). Neste esquema a natureza restringe-se a *res extensa* e o pensamento, por outro lado, não pertence à natureza.

Ainda, dois aspectos marcam a modernidade, conforme Gonçalves (1998): primeiro, o caráter pragmático do conhecimento, que vê a natureza como um recurso, um meio para se atingir um fim. E, segundo o antropocentrismo, assimilado e expandido no Renascimento, em que o homem, um sujeito em oposição ao objeto que é a natureza, instrumentalizado pelo método científico, pode penetrar nos mistérios desta e assim se tornar senhor e possuidor do mundo. À imagem e semelhança de Deus tudo pode, é todo poderoso.

Assim, a natureza perde o caráter de finalidade e espontaneidade com o qual os antigos a haviam impregnado, e passa a ser interpretada como máquina, podendo ser esmiuçada de maneira que tudo seja conhecido, que nada cause espanto ou admiração, pois, segundo Donatelli (2003), não há mais sentido estudar fenômenos com o objetivo de descobrir as intenções da natureza, visto que, segundo a teoria mecanicista, o homem deve ser um manipulador dela. Dessa forma, a natureza foi dessacralizada, explica Acot (1990), e um terrível conceito utilitário tomou conta de nós; só nos interessamos pelo que serve, pelo que tem um rendimento, de preferência imediato. Amplia-se assim, o caráter de finalidade e aprofundando-se a concepção de matéria a ser explorada e dominada pela técnica.

Conforme Filho (2003), este homem de pensamento cartesiano em contraposição ao pensamento medieval afirma que o ser humano deve ser conhecedor da natureza para que nela encontre e dela extraia os recursos, o que inclui, além da satisfação do espírito, o bem-estar do corpo.

A divisão cartesiana entre matéria e espírito, aliada à concepção mecanicista, gerou toda a base filosófica da dessacralização completa da natureza, provocando a saída do homem, como se ele não fizesse mais parte dela. Segundo Capra (1996), a rejeição de qualidades espirituais no cosmo, o repúdio a qualquer significado intrínseco na natureza e o desaparecimento do divino da visão científica do mundo gerou um vazio espiritual que se tornou característico da nossa cultura ocidental.

No século XIX, em meio às transformações ocorridas com a revolução industrial, emergiu a filosofia pós-kantiana, baseada no positivismo, que tem em Augusto Comte (1798-1857) o seu principal representante, segundo Cotrim (2000).

O positivismo, como afirma Cotrim (2000), refere-se a toda uma diretriz filosófica marcada pela exaltação da ciência e do método científico. Criou-se o “*mito do cientificismo*”, segundo o qual o único conhecimento possível e perfeito é o proveniente da ciência. Reflete, no plano filosófico, a euforia surgida pelo desenvolvimento da sociedade capitalista industrial, acreditando nos benefícios que esta sociedade poderia gerar e no progresso capitalista, orientado pela técnica e pela ciência. Afirma ainda o autor que as penosas consequências sociais advindas da industrialização eram justificadas ou menosprezadas pelo positivismo e que, Comte defendeu a legitimidade da exploração industrial, concordando com a existência dos empreendedores capitalistas e dos operadores diretos, o proletariado.

Cotrim (2000) ainda assegura que, segundo Comte, somente são reais os conhecimentos que repousam sobre fatos observados. Assim, o conhecimento científico positivista se torna um instrumento humano de transformação da realidade, onde o homem é capaz de prever os fenômenos naturais e de dominar a natureza.

Comte atribuía o progresso ao desenvolvimento das ciências positivas. Essas ciências permitiriam aos seres humanos “saber para prever, prever para

prover”, de modo que o desenvolvimento social se faria por aumento do conhecimento científico e do controle científico da sociedade. É de Conte a idéia de “Ordem e Progresso”, que viria a fazer parte da bandeira do Brasil republicano.” (CHAUÍ, 1998, p. 49)

Gonçalves (1998) assegura que o século XIX será o do triunfo desse mundo pragmático, com a ciência e a técnica adquirindo, como nunca, um significado central na vida dos homens. A natureza, cada vez mais um objeto a ser possuído e dominado, é agora subdividida em física, química, biologia. O homem em economia, sociologia, antropologia, psicologia, etc. Qualquer tentativa de pensar o homem e a natureza de uma forma orgânica torna-se cada vez mais difícil, até porque a divisão não se dá somente enquanto pensamento. A realidade objetiva construída pelos homens está toda dividida: a indústria têxtil está separada da agricultura, a divisão social e técnica do trabalho fazem parte do mundo concreto dos homens e não pensar de modo fragmentado, dividido, dicotomizado, passa a ser cada vez mais característico daqueles que parecem ter perdido o senso de realidade.

Segundo Gaspar (1995), o pensamento não linear e integrador, fruto de uma relação sistêmica do homem com a natureza, é visto como uma cultura de lentidão em seguir o ritmo do progresso tecnológico. A grande característica do tempo nas culturas integradas à natureza é o fato de ser um tempo cíclico, circular, que se repete anualmente conforme os eventos marcantes das várias estações que se sucedem em cada região da terra. Imersos nesse sistema, os povos sentiam que suas ações ajudavam o ciclo a se realizar: havia um sentimento de participação e responsabilidade. Por ser uma cultura que respeitava a Terra e os seres vivos, a exploração da natureza tendia a ser feita com muita parcimônia e apenas na medida em que era indispensável para a sobrevivência do grupo.

A racionalidade tecnológica das sociedades ocidentais modernas desfaz o círculo do tempo e o transforma em uma linha reta. Agora o tempo é como uma longa estrada pela qual corremos sem parar, para um lugar distante das crenças e das superstições: o território seguro do progresso. Esses dois conceitos de tempo – circular e linear – determinam duas atitudes antagônicas em relação ao mundo. O tempo circular determina uma atitude de respeito e cooperação. O indivíduo se sente co-responsável pelo retorno desse ciclo; além de cuidar da natureza, dos animais e vegetais, estabelece um profundo sentimento de

gratidão e reverência com todos os seres. *“Do cuidado que receberem agora, depende a possibilidade de renascermos na próxima estação.”* (GASPAR, 1995, p. 8)

Segundo Gonçalves (1998), quando o homem passa a manipular a natureza a partir do método científico, controlando a frequência das safras agrícolas, forjando minérios e transformando-os em máquinas, a meta prioritária se tornou criar as condições necessárias para aumentar a produtividade em curto prazo da terra, das máquinas e dos homens. A tecnologia cresceu direcionada para a manipulação da água e da fertilidade do solo, para a aceleração dos processos de plantio, colheita e conservação de alimentos, para a produção de excedentes que significariam estoque garantido, possibilidade de manipular preços, lucro crescente para os donos dos produtos e comerciantes, expulsão dos fantasmas da fome e do frio para todo o povo, libertando-o assim do jugo dos ciclos da natureza.

A possibilidade concreta de se libertar dos ciclos naturais através da tecnologia se reflete na transformação do conceito de tempo, que deixa de seguir o ciclo das estações climáticas e passa a refletir a seqüência linear de projetos e experiências individuais. A projeção de todas as expectativas da coletividade num mundo de desenvolvimento e progresso e a percepção linear do tempo, criou uma atitude individual de irresponsabilidade e inconsciência em relação à natureza que foi se espalhando por toda a sociedade ocidental e destruindo a sua ligação com a Terra. (GASPAR, 1995, p. 19)

A noção de tempo que está por traz da lógica capitalista, segundo Gonçalves (1998), é o tempo do próprio capital e não a temporalidade dos ecossistemas ou dos trabalhadores. É o tempo da concorrência, traduzido no interior das unidades de produção, nas fábricas e fazendas, pela preocupação com o rendimento do trabalho, com a produtividade:

“Para que a fábrica funcione é necessário que todos estejam a postos, à mesma hora, no mesmo lugar; a fábrica exige que as matérias-primas cheguem no tempo certo; os comerciantes devem estar a postos para comprar e vender na hora certa; as demais fábricas devem fornecer em tempo hábil os insumos; enfim, tudo deve ser sincronizado através de uma rede de transportes e comunicações com o máximo de precisão horária possível.” (GONÇALVES, 1998, p. 109)

O universo newtoniano é um relógio, mecanicista, sincronizado e não diacronizado. A idéia mecanicista do funcionamento cósmico formulado por Isaac Newton (1642-1727), deixou os céus e desceu a terra para através das máquinas se constituir na imagem de progresso palpável e tangível para a humanidade.

Quando se considera o tempo não como uma sucessão de experiências, mas sim como uma coleção de horas, minutos e segundos, aparecem os hábitos de acrescentar ou de economizar tempo. O tempo cobra um caráter de espaço fechado: pode dividir-se, pode preencher-se, pode, inclusive, dilatar-se mediante o invento de instrumentos que economizem tempo. O tempo abstrato converteu-se no novo âmbito da existência. As mesmas funções são reguladas por ele: come-se não porque se tem fome, mas porque está na hora; dorme-se não porque se está cansado, mas porque está na hora. Uma concepção mecanicista generalizada do tempo acompanhou o emprego mais extenso dos relógios dissociando a consciência temporal das seqüências orgânicas e dos ritmos da natureza. (MUMFORD apud GONÇALVES, 1998, p. 107)

Rompida, então, a relação homem-natureza, encontrando-se estes, em sua maior parte, separados do espaço e das condições naturais de transformação dos seus bens de subsistência, vêem-se obrigados a comprar no mercado aquilo que poderiam produzir, caso as condições fossem outras. “*Separar o homem da natureza é, portanto, uma forma de subordiná-lo ao capital.*” (GONÇALVES, 1998, p. 116)

Sem pôr em dúvida a difusão do conforto material trazido pela civilização industrial, temos, no entanto, o direito de nos perguntar se o avanço espetacular dessa civilização não significa desperdício demasiado de recursos e homens; quais os seus limites e o seu sentido profundo; sobretudo, a que tipo de relações de trabalho e de sociedade nos leva. Toda uma corrente de pensamento acha que o industrialismo e a divisão de trabalho por ele subentendido provocam inelutavelmente a alienação e a negação de qualquer espécie de autonomia para os trabalhadores e os indivíduos.

2.2. DESENVOLVIMENTO E A RELAÇÃO HOMEM-NATUREZA

Forjadas no poderoso arcabouço de idéias do Positivismo e munidas de um método científico que consideravam inquestionável, as gerações ocidentais a partir do

Renascimento dedicaram-se sistematicamente a explorar o universo que as cercavam. Observar os céus, criar condições materiais de navegar os oceanos descobrindo e assimilando a sabedoria de outros povos, classificar e organizar a matéria em padrões lógicos, dissecar as forças secretas da natureza e formular leis gerais para dominá-las, passou a ser o foco central da modernidade ocidental.

Uma vez encontradas as chaves para abrir as portas de acesso às grandes descobertas pela utilização do método científico, poderiam estas ser utilizadas para construir cidades, curar doenças, para reduzir custos de produção, ou seja, para melhorar a vida da humanidade retirando-a do obscurantismo medieval.

Assim, o significado de desenvolvimento foi acrescido de uma dimensão de valor. Não se tratava apenas de uma questão de revelar como as coisas funcionavam ou se desenrolavam, era também uma questão de fazer com que funcionassem melhor, ou se desenrolassem bem e não de forma indesejável. O objetivo era o progresso, o domínio das forças secretas – a física de Newton, a dialética de Hegel, “a mão oculta do mercado”, de Smith – para o benefício da humanidade. (CAIDEN & CARAVANTES, 1988, p. 20)

A natureza perde qualquer conceito de sacralidade e mistério e passa à condição de objeto sob permanente investigação, para que, uma vez desvendados os seus segredos, pudesse servir a humanidade, melhorando a sua condição. Em relação a ela, o sentido do desenvolvimento se havia modificado, passando de uma posição passiva ou neutra para uma posição ativa e assim, o homem agora iria usá-la, remodelando-a para servi-lo.

Essa ideologia do desenvolvimento baseado no progresso científico e no avanço tecnológico passou a dominar o pensamento ocidental e expandiu-se além do Ocidente, por meio da colonização e da educação ocidentais. Desenvolver significava empregar a ciência e a tecnologia para melhorar a condição humana. Sendo assim, para assegurar o desenvolvimento exigiam-se esquemas ocidentais de pensamento, instituições, ciência e tecnologia e costumes ocidentais. Ser contrário ao desenvolvimento era ser reacionário. Quem quer que se colocasse no caminho do progresso deveria ser afastado ou esmagado.

Historicamente nenhuma sociedade humana teve com a técnica a relação que a sociedade européia estabeleceu para si e depois expandiu a outros povos e culturas dentro do

processo de colonização a partir do século XIX, pois, o aparato tecnológico da sociedade industrial foi glorificado a ponto de ele ser visto como a condição indispensável ao desenvolvimento dos povos. A “razão técnica” adquire uma dimensão inimaginável, daí a exaltação da ciência e da técnica em oposição à filosofia, aos saberes locais, às tecnologias intuitivas culturais, aos saberes indígenas etc. A “razão técnica” está preocupada com a eficácia, com fins imediatos, com o lucro rápido. “*Como vivemos numa sociedade marcada pelo produtivismo, a “razão técnica” tornou-se a única razão.*” (GONÇALVES, 1998, p. 118)

Com o seu afã de conquistar territórios e unificar culturas, o ocidente alegava que a ocidentalização beneficiava todos os povos oferecendo-lhes uma opção modernizadora e verdadeira. Retirava os povos do obscurantismo medieval, livrava-os da barbárie, familiarizava-os com um comportamento mais civilizado e permitia-lhes partilhar de descobertas da ciência. “*Essa ideologia deu origem ao patrocínio das potências mundiais - seu protecionismo, seu paternalismo e sua tecnologia.*” (CAIDEN & CARAVANTES, 1988, p. 22)

As sociedades tecnológicas ocidentais abraçam a ciência como uma nova religião e para disseminar a ideologia do progresso como fruto do desenvolvimento tecnológico, não só reestruturaram as suas instituições sociais, mas também “*...se empenham no recondicionamento das atitudes das pessoas para aceitar os imperativos tecnológicos, obrigando-as a abandonarem o manto sufocante da tradição que as acorrentavam ao passado reacionário.*” (Buarque, 1993, p. 119). Se outras sociedades permaneciam atrasadas, isso acontecia, sobretudo, por culpa delas próprias, porque não procuravam imitar as sociedades progressistas, ou porque permitiam que a tradição sufocasse seus esforços de modernização.

O objetivo de acumular riqueza levou a burguesia mercantil européia a uma impiedosa dominação de outros povos. Sob o argumento ideológico de introduzir o desenvolvimento e o progresso, “*...vários povos foram arrasados culturalmente por essa lógica homogeneizadora, de unificação, que nega fundamentalmente a diferença.*” (GONÇALVES, 1998, p. 128)

São profundas, portanto, as implicações decorrentes do desrespeito às diferenças entre os modos de vida que caracterizam cada povo-cultura, assim como são profundas as implicações recíprocas entre ecologia e economia instituídas pela ordem capitalista.

Nesse contexto determinista e unidimensional, as ciências sociais do ocidente desenvolveram teorias de suporte, na economia, na política e na sociologia, para tornar possível uma classificação das nações segundo uma escala do mais desenvolvido ao menos desenvolvido, do mais atrasado ao mais avançado, de acordo com os padrões ocidentais.

Na economia os estágios definidos de crescimento, através dos quais uma economia tradicional se modernizava, vieram a ser formulados por Rostow. Em ciência política, Huntington, Riggs e outros formularam elaborados sistemas classificatórios distinguindo entre formas de governo tradicionais e modernas. Em sociologia, descreveram-se diferenciações institucionais cada vez maiores entre as atividades industriais e agrárias. Mesmo na psicologia fez-se o contraste entre as personalidades conservadoras (autoritárias) e as personalidades modernas (orientadas para o desempenho). E, assim, foi possível sobre países desenvolvidos (ocidentais) e subdesenvolvidos (não-ocidentais) distinguir entre os mais desenvolvidos e os menos desenvolvidos, isto é, entre os adiantados e os atrasados; podendo-se classificar as nações segundo um *continuum*, do mais atrasado ao mais avançado, de acordo com o que determinassem as características ocidentais. (CAIDEN & CARAVANTES, 1988, p. 22)

Segundo Huberman (1986), o modelo para o desenvolvimento era o de uma sociedade industrial urbana e o nível de urbanização e industrialização determinavam o grau de modernidade atingido por essa sociedade. Desenvolvimento era, sobretudo, desenvolvimento econômico, que por sua vez era, acima de tudo, renda *per capita* expressa em termos monetários, baseado mais nos índices de capitalização e lucro, do que na agricultura de subsistência. O planejamento econômico se sobrepunha ao planejamento do desenvolvimento, pouca preocupação havendo com equidade, justiça ou bem estar.

Huberman (1986) afirma ainda que o processo de industrialização levou ao rápido esvaziamento do campo e à urbanização. É em torno das fábricas que se assentam os grandes aglomerados urbanos uma vez que, foi na indústria que o capital mais plenamente

se apoderou do processo produtivo após o advento do capitalismo. A organização do espaço é socialmente instituída e as relações sociais começam também a ser mercantilizadas. A maior parte das populações urbanas, formada por camponeses que foram expropriados dos seus meios de produção, se vêem obrigadas à venda de sua capacidade de trabalho por um preço, por um salário.

A sociedade capitalista começa realmente a se afirmar quando o capital se desloca da esfera do comércio para a da produção. A manufatura é a primeira expressão disto, ao reunir no mesmo espaço da fábrica vários trabalhadores, combinando suas parcelas de trabalho sob o comando do capitalista. Todavia, a manufatura apresentava limites para a acumulação do capital, tendo em vista as limitações psíquicas e biológicas dos operários que tiravam dos seus próprios corpos a energia para a produção, afirma Gonçalves (1998).

A partir dessas limitações, o advento da máquina torna-se uma necessidade para a expansão do capital. *“Inovações tecnológicas se afirmam como sinônimos de progresso e a história recente da tecnologia torna-se uma sucessão permanente de técnicas que substituem umas às outras.”* (GONÇALVES, 1998, p. 119) A nossa sociedade ocidental contemporânea estabelece com a técnica uma relação que a considera superior à manufatura. Superior por ser mais produtiva, por representar o progresso e a modernidade.

Privados dos domínios territoriais e meios de produção, e assentados em aglomerados urbanos alheios aos seus saberes rurais, o trabalhador sofre uma segunda expropriação. Com o advento da máquina e da industrialização o conhecimento tradicional que pertencia ao trabalhador e transferido das oficinas para os departamentos de planejamento, da manufatura (*manu*, mão.; *facere*, fazer) para a automação mecânica. Elimina-se os processos subjetivos de pensar e fazer em íntima relação com os seus objetos de trabalho.

Assim se consagra a separação entre trabalho intelectual e trabalho braçal. Cristaliza-se o processo de separação homem-natureza ao ser negada, à grande maioria da população, aquilo que é próprio da natureza humana, ou seja, a faculdade de criar, imaginar, inventar, que as “classes planejadoras” exaltam como indicadores da sua superioridade. (GONÇALVES, 1998, p.121)

Com relação à participação humana no processo de produção, deve-se destacar que na manufatura o saber fazer estava encarnado no próprio corpo do trabalhador, já na indústria tecnológica a máquina é quem faz, reduzindo o trabalhador a uma mera peça desta, alimentando-a.

A criatividade é inerente à espécie humana. Se, na maior parte dos seres humanos, essa qualidade não é desenvolvida plenamente, não é por incapacidade, mas por vivermos numa sociedade e num tempo onde o pensamento criativo foi subjugado pela ação produtiva e assim, se desperdiça o maior patrimônio criativo que a natureza produz: o próprio ser humano.

Na opinião de Lasch apud Sachs (1986), o operário que desaprendeu a construir a sua habitação, e a mulher dele que não sabe mais cozinhar, na realidade perderam quase todo o controle sobre si mesmos.

Deveremos daí deduzir, como parece sugerir esse autor, que a civilização industrial, longe de constituir o ponto alto da nossa história, é tão somente uma aberração, um passo na direção errada, cujo custo proibitivo não pode mais ser suportado pela humanidade? (SACHS, 1986, p.98)

O fato de que, em diversos países industrializados, novos e enormes movimentos que buscam despertar a consciência coletiva para a questão ecológica e comunitária, tenham entrado em cena no decorrer das últimas décadas constitui indício do mal-estar provocado pela sociedade industrial.

O desenvolvimento industrial preocupou-se mais com o crescimento do que com a distribuição, entendendo que quanto mais bens materiais houvesse, mais haveria para ser distribuído. Segundo Sachs (1986), a associação do desenvolvimento ao crescimento constitui um reducionismo econômico, pois toma a parte pelo todo, e ignora a diferença que existe entre condição necessária e condição suficiente. Desta forma, a teoria econômica, assumindo a aparência de rigor de ciência exata que lhe era conferida pela formalização mecanicista, tornou-se argumento de peso no apoio à ideologia do crescimento.

Na sua essência, a ideologia do crescimento prega a idéia do "quanto mais, melhor" e de que todos os problemas estruturais acabarão por se resolver através de uma fuga quantitativa para diante. Na afirmação de Sachs (1986), não leva em conta a oposição entre a economia do ser e a do ter e, ao invés de redefinir as finalidades do desenvolvimento, concentra-se nas instrumentações do aumento da oferta de bens e serviços. Não toma conhecimento das diferenças qualitativas essenciais entre desenvolvimento e mal-desenvolvimento, nas quais pesam, de um lado, o grau de satisfação das necessidades sociais reais da população e, de outro, os custos sociais e ecológicos do crescimento.

O crescimento acelerado e a modernização, Segundo Sachs (1986), mudam completamente as estruturas de consumo e os modos de vida das elites e das classes médias nas cidades, sem criar as estruturas de produção capazes de assegurarem, ao mesmo tempo, uma existência digna ao conjunto de toda população.

A experiência dos três últimos decênios mostrou que uma modernização muito rápida pode, em certos casos, ser realizada na periferia do mundo capitalista, mas às custas do aumento das desigualdades entre a minoria privilegiada e a maioria dos pobres, em detrimento das populações rurais e periféricas urbanas, a favor das intra-urbanas, com custos sociais e ecológicos na maioria vezes exorbitantes.

A contabilidade nacional, segundo Leff (2001) hoje utilizada para medir o crescimento, baseia-se na noção de valor de troca que abrange indistintamente valores de uso socialmente reconhecidos como tais; pseudo-valores de uso que não trazem qualquer satisfação ao consumidor, salvo talvez uma diferença de status em relação aos demais consumidores, e os "não-valores", que constituem, na realidade, um custo de funcionamento do sistema e, não, um resultado.

Outros custos ecológicos de produção - como a destruição do acervo genético ou a degradação da fertilidade dos solos provocada por práticas agrícolas erradas - são simplesmente ignorados; e a própria poluição é ainda um custo, ao mesmo tempo, ecológico e social que mal se começa a levar em conta, mesmo assim parcialmente e apenas como consequência do custo da despoluição.

Portanto, a degradação ambiental se manifesta como sintoma de uma crise de civilização,

marcada pelo modelo de modernidade regido pelo predomínio do desenvolvimento da razão tecnológica sobre a organização da natureza. A questão sócio-ambiental problematiza as próprias bases da produção; aponta para a desconstrução do paradigma econômico da modernidade e para a construção de futuros possíveis, fundados nos limites das leis da natureza, nos potenciais ecológicos, na produção de sentidos sociais e na criatividade humana, segundo Leff (2001)

2.3. SABER TECNOLÓGICO, ETNOCONHECIMENTO E ECODESENVOLVIMENTO

A questão ambiental surge nas últimas décadas do século XX como sinal mais eloquente da crise da racionalidade econômica que conduziu o processo de modernização. Leff (2001) afirma que a racionalidade econômica cartesiana que se converteu no princípio constitutivo que predominou no paradigma que organizou a vida no ocidente, legitimou uma falsa idéia de progresso, e vê a degradação ambiental como um sintoma concreto da crise da civilização. O saber ambiental passa a ocupar, então, um lugar no vazio da racionalidade científica. É o sintoma da falta de conhecimento da humanidade.

Na percepção desta crise ecológica foi sendo configurado um conceito de ambiente como uma nova visão do desenvolvimento humano que reintegra os valores e potenciais da natureza, as externalidades sociais, os saberes subjugados e a complexidade do mundo negados pela racionalidade mecanicista, simplificadora, unidimensional e fragmentadora que conduziu o processo de modernização. O ambiente emerge como um saber reintegrador da diversidade, de novos valores éticos e estéticos e dos potenciais sinérgicos gerados pela articulação de processos ecológicos, tecnológicos e culturais. O saber ambiental ocupa seu lugar no vazio deixado pelo progresso da racionalidade científica, como sintoma de sua falta de conhecimento e como sinal de um processo interminável de produção teórica e de ações práticas orientadas por uma utopia: a construção de um mundo sustentável, democrático, igualitário e diverso. (LEFF, 2001, p. 17).

A reapropriação da natureza coloca um princípio de equidade na diversidade que implica na autodeterminação das necessidades, a autogestão do potencial ecológico de cada região em estilos alternativos de desenvolvimento e, a autonomia cultural de cada povo e cada

comunidade, processos que definem as condições de produção e as formas de vida de diversos grupos da população em relação ao manejo sustentável de seu ambiente.

A equidade não pode ser definida em termos de um padrão hegemônico de bem estar, da repartição de estoques de recursos disponíveis e da distribuição dos custos de contaminação do ambiente global. A equidade na diversidade tratada por Leff (2001), implica eliminar as condições de dominação sobre a autonomia dos povos, dando condições para a apropriação dos potenciais ecológicos de cada região, mediados pelos valores culturais e pelos interesses sociais de cada comunidade.

A racionalidade ambiental tratada por Leff (2001) passa pela valorização da diversidade étnica e cultural da espécie humana, pela fomentação da valorização de diferentes formas de manejo produtivo da biodiversidade. Assim, o desenvolvimento sustentável deve ser um projeto social e político que aponta para o ordenamento ecológico e a descentralização territorial da produção. Uma valorização da diversificação dos tipos de desenvolvimento e dos modos de vida de todas as populações que habitam o planeta. Afirma, ainda, que é preciso que os pesquisadores e cientistas não tomem os povos que estudam como simples objetos, mas que deixem que eles *falem* para compreenderem *seus* valores como valores próprios de uma outra cultura que não podem ser reduzidos.

A tradição racionalista do iluminismo ainda está presente entre nós com grande força: mesmo entre os ecologistas existem aqueles que acreditam que os técnicos e cientistas devem orientar as práticas da relação homem-natureza. A ciência e a técnica são condições necessárias, mas não suficientes para garantir um uso racional dos recursos naturais.

O papel das universidades nesse sentido passa a ser também o de retomar os saberes locais e populares, captando os problemas a partir das bases e desenvolvendo o saber elaborado para sua aplicação em programas e projetos de gestão ambiental. Deve-se promover uma miscigenação de práticas tradicionais com conhecimentos científicos, assim como a transmissão do saber ambiental e sua assimilação por parte das comunidades, potencializando, com isso, formas produtivas e capacidades de autogestão de processos de desenvolvimento.

A pedagogia ambiental, proposta por Leff (2001), se orienta no pensamento da complexidade que é crítico, participativo e propositivo. O saber interdisciplinar implica,

não só na fusão e integração dos conhecimentos provenientes de diferentes ciências, mas na reformulação de seus paradigmas de conhecimento a partir dos problemas sócio-ambientais concretos que se apresentam à competência dos novos profissionais.

Novos paradigmas passam a revisar os fundamentos teóricos das etnociências. A busca é por ações práticas que finquem a cultura em suas raízes naturais.

Esta busca de fundamentação do saber coloca, por sua vez, a possibilidade de se construir novos projetos de civilização e estratégias de etnoecodesenvolvimento, a partir dos valores e saberes das comunidades rurais e de sua mestiçagem com as ciências e tecnologias modernas, num processo de inovação de práticas de aproveitamento sustentável dos recursos naturais. (LEFF, 2003, p. 263)

Para isso é necessário rever a relação de dominação, sujeição e desconhecimento dos saberes tradicionais pela monocultura modernizadora e libertar os saberes subjugados que não foram formalizados em códigos científicos..

É preciso um outro modo de pensar e de agir que incorpore uma outra relação homem-natureza. Trata-se de um outro projeto de sociedade, de um outro sentido para o viver, de uma outra cultura que subordine as técnicas aos seus fins e não fique subordinada a elas, de um reprojeto de nossa tecnologia, de novos valores e de uma nova política.

A ética ambiental vincula a conservação da diversidade biológica do planeta ao respeito à heterogeneidade étnica e cultural da espécie humana. Ambos os princípios se conjugam no objetivo de preservar os recursos naturais e envolver as comunidades na gestão de seu ambiente. Segundo Leff (2001), entrelaçam-se aqui o direito humano a preservar a sua própria cultura e tradições, o direito de forjar o seu destino a partir de seus próprios valores e significação do mundo, com os princípios da gestão participativa para o manejo de seus recursos, de onde as comunidades retiram suas formas culturais de bem-estar e a satisfação de suas necessidades.

Vale ressaltar que o termo ecodesenvolvimento foi adotado pela primeira vez em 1973 por Maurice Strong, Secretário Geral da Conferência de Estocolmo sobre Meio Ambiente. A concepção dessa conferência foi essencialmente antitecnocrática e recomendou uma gestão

mais racional dos ecossistemas, a qual deveria incluir a valorização do conhecimento empírico e da criatividade existente no interior das comunidades. Dessa maneira, nessa conferência foi defendido que o crescimento econômico e a preservação, bem como o uso sustentado dos recursos naturais, representavam dimensões necessariamente passíveis de integração, segundo Vieira (2001).

O conceito de ecodesenvolvimento preconizava uma gestão mais racional dos ecossistemas locais inicialmente relacionadas às regiões rurais da África, Ásia e América Latina, ganhando dimensões de crítica às relações globais entre países subdesenvolvidos e superdesenvolvidos, bem como de crítica à modernização industrial como método de desenvolvimento das regiões periféricas. Tal conceito vinha propor para estas regiões um desenvolvimento autônomo, independente daquele dos países desenvolvidos e preocupados com os aspectos sócio-político e ambiental do desenvolvimento, segundo Sachs (1986).¹

Segundo Sachs (1999), o conceito de ecodesenvolvimento incorporou o argumento ecológico em sua concepção de desenvolvimento, pois considera que a natureza entra na composição do capital e não apenas nos meios de produção e de trabalho. Nesse sentido, o ecodesenvolvimento pode ser definido como uma estratégia para se promover a autonomia das populações, estimular a reflexão e a experimentação participativa de formas de crescimento econômico que priorizem o potencial dos recursos naturais e sociais de cada lócus, mesmo que este se faça de modo mais lento.

Segundo Almeida (1999), para se alcançar o objetivo do ecodesenvolvimento é necessário fundamentar o planejamento nas seguintes dimensões: social, econômica, ecológica, espacial e cultural. Destarte, é preciso introduzir processos que levem à elaboração de alternativas ao modelo de desenvolvimento vigente, sendo a organização das comunidades, dos grupos sociais e a reflexão a respeito das ações, algumas das alternativas possíveis de serem realizadas em curto prazo.

Sachs (1986), aponta o ecodesenvolvimento como estratégia para superar as barreiras

¹ A fundamentação e a disseminação do ecodesenvolvimento como um conceito, em vários países, dentre eles no Brasil, é fruto do trabalho do autor Ignacy Sachs desde a década de 70, conforme Vieira, (2001), o qual ganhou uma interpretação mais ampla na Declaração de Cocoyoc, no México em 1974.

impostas pela economia de mercado dominante. E defende que, para o seu sucesso, torna-se fundamental o desenvolvimento de tecnologias apropriadas a absorverem o melhor da especificidade e da variabilidade tanto humana como naturais de cada ecossistema (local ou regional), de forma particular.

É sob a perspectiva do ecodesenvolvimento que propomos investigar o uso do bambu como uma alternativa para o desenvolvimento com sustentabilidade ambiental contextualizando-o num processo tecnológico, social, econômico e cultural. Portanto, este marco teórico tem por objetivo prático nortear as ações de pesquisa deste trabalho dentro da dinâmica social em que se dará.

3.1. USOS E POTENCIALIDADES

“Não se colecionam bambus apenas pelo prazer de admirá-los. Naqueles que observam, estudam e amam esse vegetal, gera-se uma visão menos pessimista do futuro do planeta. Muitos problemas ecológicos poderiam ser resolvidos, pelo menos em parte, com o bambu.”

(Yves Crouet)

3.1.1. O bambu em diversas culturas

O bambu, essa planta singular de múltiplas utilidades para o homem, é um material ao mesmo tempo novo e antigo. Novo por conta do crescente interesse que sua utilização e pesquisa tem despertado no mundo ocidental e antigo porque trata-se de uma planta que surgiu em nosso planeta há milhões de anos, e que tem participado da história do ser humano desde o seu princípio, fornecendo alimento, abrigo, utensílios domésticos, ferramentas agrícolas, papel, tecido, cordas, jangadas e uma infinidade de outros objetos do seu cotidiano, segundo Pereira (2001).

Na contemporaneidade é bastante utilizado, especialmente na Ásia, onde contribui economicamente para suprir as necessidades de sobrevivência de mais de um bilhão de pessoas, como afirma Sastry apud Pereira (2001). De acordo com Feng & Chao apud Pereira (2001), a China é o país que mais produz bambu, possuindo uma área plantada em 1997 de 3,4 milhões de hectares, com uma produção de um bilhão de colmos anualmente. Entre as centenas de usos já registrados para o bambu, incluem-se várias aplicações industriais: broto comestível, celulose e papel, matéria prima para engenharia, construção, química, mobiliário, produtos à base de bambu processado e laminado colado para diversos usos como pisos, forros e divisórias.

Culturalmente reconhecido como “a planta dos mil usos” e “o amigo da natureza” no Oriente, no ocidente o bambu é muito pouco explorado, todavia, na América Latina, países como Colômbia, Equador, Peru e Chile têm o bambu como elemento tradicional na sua cultura e outros países têm praticado a introdução e exploração do bambu, como a Costa Rica, através do Proyecto Nacional de Bambú. No Brasil, apesar de ser um vegetal

relativamente comum na flora de todas as regiões, é pouco utilizado, seja pelo desconhecimento de suas centenas de espécies, características e aplicações, seja devido à falta de pesquisas e informações acessíveis à populações que poderiam se beneficiar com os seus usos. O uso que aqui fazemos, excetuando-se a produção industrial de papel, está restrito a algumas aplicações tradicionais como artesanato, vara de pescar, móveis, e o broto comestível, afirma Pereira (2001).

Os bambus apresentam características físicas peculiares, o que os distingue de outras plantas lenhosas. Uma das grandes diferenças é a forma de crescimento. Enquanto as árvores crescem em sentido radial em sua seção, desenvolvendo a estrutura de caule, galhos e folhas simultaneamente, os bambus brotam com o seu diâmetro definitivo e crescem verticalmente sem nenhuma ramificação horizontal. Apenas o colmo se desenvolve com taxas de crescimento muito surpreendentes. Segundo Hidalgo, no seu livro “Bamboo, The Gift of the Gods”¹, (2003,p.11) o biólogo japonês Koichiro Ueda coletou e observou números admiráveis de crescimento num período de 24 horas:

- a) 91,3 cm para o *Bambusa arundinacea*, observado no Kew Gardens na Inglaterra em 1855;
- b) 88 cm para o *Phyllostachys edulis* (*Ph. pubescens*) por K. Shibata observado no Jardim Botânico Koishikawa, em Tóquio, em 1898;
- c) 119 cm para o *Phyllostachys edulis*, (diâmetro de 16 cm), observado em 24 de maio de 1956 por Koichiro Ueda, no jardim da prefeitura de Kyoto, no Japão, em 1955;
- d) 121cm para o *Phyllostachys reticulata*, conhecido vulgarmente como bambu Madake (12 cm de diâmetro) medido por K. Ueda em 23 de Junho de 1955, nos arredores de Kyoto, no Japão.

Na Colômbia, o máximo de crescimento registrado para o *Guádua angustifolia* foi de 30 cm em 24 horas, segundo Hidalgo (1978). Nesta pesquisa, observamos e medimos crescimento da ordem de 42 cm em 24 horas para bambus da espécie *Bambusa vulgaris*, em junho de 2004, plantados em 2001 em Aracaju.

¹ O livro “Bamboo, The Gift of the Gods” do professor colombiano Oscar Hidalgo – López, publicado em 2003 (553 p.) que inclui todas a sua produção científica anterior, é considerada a mais abrangente e completa publicação sobre o bambu e fonte de consulta e referência principal para todos os pesquisadores do tema.

Liese (1985) assegura que por esta característica peculiar de crescimento acelerado, o bambu se distingue como um rápido seqüestrador de carbono da atmosfera. Sendo o recurso natural e florestal que menos tempo leva para ser renovado, é um material ecológico, com excelentes características físicas, químicas e mecânicas, que lhe possibilitam milhares de aplicações ao natural ou processado. Ainda, por ser uma cultura tropical perene e por produzir colmos assexuadamente ano após ano sem necessidade de replantio, Pereira (2001) afirma que possui grande potencial agrícola, podendo ser utilizado em reflorestamentos e como regenerador/protetor ambiental.

O bambu ajusta-se à idéia de sustentabilidade ambiental e de ecodesenvolvimento como podemos perceber ao ler a afirmação de Farrelly (1984,p. 76): “nunca haverá em nosso planeta suficiente flautas de prata para dar a todos, mas facilmente haverá bambu o suficiente para que cada um faça sua própria flauta e toque.”

López (2003) descreve que o bambu é conhecido como "a madeira dos pobres" na Índia, "o amigo das pessoas" na China e "o irmão" no Vietnã, e uma planta ancestral de crescente importância para a humanidade:

Tem-se revivido hoje em dia, muitos dos antigos usos que se faziam com o bambu, com aplicações em medicina, farmácia, química e outros campos industriais, como um *extratode sílica* chamado *tabashir*, empregado contra asma e como afrodisíaco. Da camada externa do colmo se produz uma bebida antitérmica, das folhas verdes uma loção para os olhos e ainda, produtos como enzimas, hormônios, substâncias para cosméticos, xampus, cultivo de bactérias, carvão, energia, óleo comestível, álcool, tecidos, aquedutos, cordas, pontes, papel, artesanato, construção civil e rural, material para engenharia e alimento. (LÓPEZ,2003, p. 533)¹

Devido a disposição das fibras que compõem os colmos se dar apenas no sentido longitudinal destes, os bambus podem ser facilmente seccionados axialmente, produzindo-se tiras ou ripas que podem ser aplicadas em diversos usos artesanais ou na construção

¹ O Professor Oscar H-López no seu livro “Bamboo, The Gift of the Gods”, (2003, p.522) no capítulo “Usos do bambu no campo da medicina”, cita 32 produtos farmacológicos derivados do bambu de largo uso terapêutico no Oriente, ainda desconhecidos comercialmente no Brasil.

civil. As ferramentas para o desenvolvimento dessas tarefas são, geralmente, simples e manuais, o que torna esse desdobramento barato e acessível a comunidades de baixa renda.

Ainda que se reconheça a falta de informações científicas sobre o comportamento de muitas espécies, Schaur (1985), o credencia como “a madeira do futuro”, inclusive para a indústria da construção civil.

Um dos exemplos mais significativos de confiança depositada em suas propriedades físicas e mecânicas, segundo Barros (1986), foi a construção da aeronave *Demoiselle*, de Santos Dumont, com fuselagem constituída por dois conjuntos de três hastes de bambu com 6,7 m de comprimento e que alcançava a envergadura de 6,6 m. Este foi o modelo de maior comercialização nos anos de 1909 e 1910, com mais de quarenta unidades vendidas. Não se encontrou registro sobre a espécie de bambu escolhida por Santos Dumont que as indústrias de L. Dutheil, R. Chalmers et Cie. E Clément-Bayard tiveram que adotar, para fabricar o *Demoiselle* com tanto sucesso na época. (PIMENTEL, 1997, p. 5)

Ainda, como parte da história, afirma López (2003), sabe-se que o primeiro filamento utilizado em uma lâmpada por Tomas Edson foi de bambu e que o imponente Taj Mahal, construído em 1634, tinha, até 1998 quando de uma restauração promovida pelo governo indiano, a sua cúpula principal, com cerca de 20 metros de diâmetro, estruturada com colmos de bambu, sob uma espessa camada de argila.

Os variados potenciais de uso comunitário e industrial tornam o bambu um produto dinâmico, que pode ser alocado para múltiplos usos, adequados a muitas situações. Nesse sentido, a Rede Internacional para o Bambu e o Ratã,¹ - INBAR (International Network for Bamboo and Rattan) (2005), afirma que atualmente o bambu é um insumo de grande importância na economia de países asiáticos como Vietnã, Indonésia e Malásia, movimentando valores da ordem de sete bilhões de dólares americanos por ano. Cerca de

¹ O ratã é uma palmácea trepadeira (*Calamus rotang*), nativa de regiões tropicais, especialmente da Índia e da Malásia, cujo estipe, leve e rijo, é usado no fabrico de utensílios diversos principalmente no mobiliário associado ao bambu, gerando em vários países asiáticos uma importante indústria exportadora de grande demanda em toda a Europa.

um bilhão de pessoas moram em casas de bambu no mundo. Culturas utilizam a planta em muitos aspectos da vida, música, cerimônias e alimentação. No Nepal e nas Filipinas existem grandes projetos de reflorestamento de bambu, para estimular a economia local e produzir papel, comida e habitações. A China e a Índia têm grandes plantações há muitos séculos e continuam a plantar racionalmente. O Havaí desenvolve um projeto de plantio de bambu no sentido de gerar renda para uma população desempregada com a decadência da economia do açúcar na colônia. A Colômbia, o Equador e a Costa Rica desenvolvem projetos nacionais de bambu, com manejos sustentáveis e desenvolvimento de uma cultura de habitações populares de bambu, para substituir o uso da madeira.

A Fundação Viviendas Hogar de Cristo, em Guayaquil no Equador, realiza um trabalho admirável sob a coordenação do arquiteto Dr. Jorge Morán. Constrói e financia casas populares pré-fabricadas de bambu para uso emergencial com um custo de 385 dólares americanos por unidade. As casas são rapidamente pré-fabricadas e montadas, são muito leves, e resistentes a inundações e terremotos, como comprovado na prática diversas vezes. Desde 1978 já abrigaram mais de 270.000 pessoas, alcançando em 2000 a produção de 8.782 casas. Morán (2002).

A Costa Rica mantém através do Proyecto Nacional de Bambú um programa institucional de pesquisa e aplicação para a construção de habitação de interesse social naquele país desde 1998 tendo construído 3.800 unidades em uma parceria entre o governo e a Universidade Nacional da Costa Rica, segundo o PNB (2005).¹

A Colômbia, através da Universidade Nacional e da Faculdade do Meio Ambiente da cidade de Pereira, tem efetuado investigações voltadas para a aplicação do bambu na arquitetura, que tem contribuído para o desenvolvimento do setor no país, despertando o interesse de produtores e construtores, resultando em uma produção de grande expressão arquitetônica, tanto pela sua qualidade, quanto pelo porte das edificações produzidas. Dentre eles destacam-se o prédio do Ministério do Meio Ambiente, a Faculdade Nacional de Engenharia e o Pavilhão Nacional de Tecnologias, construções com áreas superiores a

¹ O Proyecto Nacional de Bambú de Costa Rica (P.N.B.) além dos benefícios diretos que tem promovido às populações pobres daquele país, cumpre com 39 dos 40 pontos da Agenda 21 e devido ao êxito logrado por este, a Costa Rica foi incluída com louvor na Conferencia das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos (HABITAT) onde recebeu o prêmio outorgado pela *Building and Social Housing Foundation*, da Inglaterra. (<http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp084.html>.)

3.000 m², além de uma ponte urbana com vão de 52 m construída na cidade de Bogotá, todas utilizando o bambu como material predominante na sua edificação, como pudemos constatar pessoalmente em visita de campo efetuada para esta pesquisa em setembro e outubro de 2004.

Com relação a outros usos possíveis do bambu, Pimentel (1997) afirma que eles abrangem um espectro muito amplo que justificaria plenamente a atenção do setor produtivo. Nesse sentido, Liese (1985) informa que publicou-se no Japão em 1903 uma lista que apresentava 1.048 produtos confeccionados a partir do bambu. Farrelly (1984) em seu livro “The Book of Bamboo” descreve em ordem alfabética, mil diferentes aplicações. Dentre as quais destacam-se papel, alimento, tecidos, objetos de uso doméstico, instrumentos musicais, ferramentas, aplicações em medicina, farmácia, química e outros campos industriais, carvão, carvão para baterias, combustível, avião, produtos a base de bambu processado como palitos, pisos, forros, chapas, embarcações, equipamentos agrícolas, controle de erosão, barreira de vento, mata ciliar, ornamentação, regeneração ambiental, seqüestrador de carbono, quiosques, casas, andaimes, cata-vento, roda d’água, cordas, prancha de surf, bicicleta, entre outras.

Entre os fatores que favorecem diversas utilizações do bambu segundo Dunkelberg apud Pimentel (1997), tanto na produção artesanal, quanto na indústria ou na arquitetura, destacam-se a facilidade de manuseio e transporte pela leveza do material, e a simplicidade das operações para poder ser transformado.

O uso do bambu no Brasil ainda é incipiente em comparação ao seu potencial. Grande parte dos usos mais comuns no país, na afirmação de Pimentel (1997), decorre de tradição do meio rural, onde são empregados em cercas e em pequenas construções, como galinheiros, curais, pequenos abrigos rústicos, taperas, gaiolas, etc. Este é um uso que se caracteriza como padrão para a população rural em relação aos bambus, por sua enorme disponibilidade e que resulta ser mais casual do que estratégico.

Essa aparente falta de visão estratégica do homem do campo brasileiro em relação ao bambu faz com que ele não valorize a planta que lhe é tão disponível, chegando a considerá-la como mato, o que representa, para seus padrões, algo que não mereça a atenção de qualquer pessoa, a não ser pelo desprazer de, circunstancialmente, ter que conviver com ele. Casualmente, o homem do campo

brasileiro realiza obras utilizando bambus, mas não de forma sistematizada. Dentre as formas mais tradicionais de uso do bambu, a fabricação de varas de pesca, sem dúvida, é a mais antiga. O aproveitamento de bambus para este objetivo tem reconhecimento consagrado. (PIMENTEL, 1997, p.6)

3.1.2. Políticas habitacionais e o uso do bambu.

O déficit habitacional brasileiro apresenta números assustadores. Segundo dados do IBGE-FJP/CEI divulgadas pela Secretaria de Política Urbana da Presidência da República, (Brasil, 2000), este número foi de 6.539.528, tendo apresentado um crescimento anual de 61.000 unidades, envolvendo uma população de 35.507.571 pessoas que vivem em habitações sub-normais ou co-habitam em precárias condições de salubridade e higiene.

O enfrentamento do problema de moradia, no Brasil, exige uma ampla participação de toda a sociedade brasileira: governos, setor privado, legislativo, judiciário, movimentos sociais, organizações não-governamentais, universidades, agentes técnicos e entidades de classe, sendo que nenhum destes agentes pode ficar de fora de um esforço nacional que objetiva garantir uma moradia digna para cada cidadão brasileiro.

Neste sentido, o governo, movido por vontade política, deve desenvolver um papel coordenador indispensável para a geração de resultados significativos no equacionamento e solução de um dos maiores problemas nacionais, de grande relevância e impacto nas condições de vida dos brasileiros.

Espera-se que não se adote apenas modelos prontos e que se aponte também, alternativas apropriadas à diversidade material e cultural que marca nosso país, possibilitando que a população e seus representantes comunitários possam participar da escolha dos projetos e das prioridades de desenvolvimento urbano, optando pelos materiais de construção e mão-de-obra a serem utilizados.

Esse enfrentamento exige ações continuadas e permanentes, de médio e longo prazos, articulando diferentes níveis da administração pública e da sociedade. Nesse sentido, a pesquisa e aplicação de novos materiais e novas tecnologias baseadas nos recursos naturais

e humanos de cada região, podem representar um incremento significativo para o equacionamento do déficit de moradia com qualidade, ambientalmente correto e economicamente viável.

Os inúmeros programas praticados pela Caixa Econômica Federal, dentro das políticas públicas para a solução da questão habitacional no Brasil nos últimos 30 anos, tendo sempre ao lado ou a frente a grande Indústria da Construção Civil, apesar dos altos investimentos, não conseguiram tornar possível o acesso à moradia para as classes de renda mais baixas, uma vez que se verifica que o déficit da habitação para essas classes cresceu em 16,5% nos últimos dez anos, conforme publicação do Jornal Folha de São Paulo em 09/08/05, que utilizou dados da PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) do IBGE.

Urge uma mudança de posição estratégica dos governos, federal, estaduais e municipais, no sentido de focar outras rotas de percursos que não sejam apenas as que utilizam os materiais convencionais industrializados, a estrutura industrial da construção civil e as técnicas por esta apropriadas. Diante da gravidade da atual realidade e seu sucessivo agravamento, é inaceitável negar a aptidão da população e a capacidade de gestão de suas próprias construções e recursos mediante a disseminação de novos materiais e das suas técnicas de aplicação, sejam estas convencionais ou não, dentro de um amplo sistema de autoconstrução comunitário.

Nessa perspectiva, Pimentel (1997) assegura que o uso do bambu como material de construção permite o aparecimento de inúmeros sistemas construtivos nele baseados. Conforme exposto, em países da América Latina como Colômbia, Costa Rica e Equador, muitos exemplos de sistemas construtivos vêm sendo propostos por entidades acadêmicas, técnicas, governamentais e não-governamentais e muito deles são considerados modelos de experiências bem sucedidas no enfrentamento do problema habitacional desses países.

A diversidade de técnicas de eficácia já cientificamente comprovadas pode dar uma enorme contribuição às demandas de oferta de habitação, reunindo comunidades em torno da discussão das questões que podem dar solução para a construção da moradia, tais como difusão de tecnologias apropriadas, treinamento e capacitação da mão-de-obra através do

apoio profissional e científico que possam gerar a organização de sistemas comunitários de produção utilizando o potencial de gestão local, o que sistematicamente denomina-se ecotécnicas.

Algumas das tecnologias que utilizam o bambu como material de construção predominante estão sendo utilizadas por pesquisadores no Brasil, buscando adaptá-los às condições climáticas e ambientais e às espécies de bambu aqui existentes. A explicação mais detalhada dessas tecnologias é exposta na 2ª e 3ª partes deste trabalho.

No Brasil, somente nas últimas décadas, tem se dado maior importância aos trabalhos de pesquisadores ligados, principalmente, a instituições de ensino e pesquisa. Os principais centros que investigam o bambu no país são:

- Departamento de Engenharia Civil da PUC - RJ
- Instituto Agrônomo de Campinas - SP
- Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP, Bauru - SP
- Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP - SP
- CILD, antigo LOTDP do Departamento de Artes e Design da PUC-RJ.
- Faculdade de Engenharia Civil da UFMG
- Instituto do Bambu – UFAL/Sebrae – AL

O Ministério do Meio Ambiente realizou, com a presença da ministra Marina da Silva, a primeira reunião com pesquisadores, técnicos e diretores de instituições brasileiras ligadas ao bambu, visando criar o Programa Nacional do Bambu, no dia 27 de maio de 2005 na sede do ministério, em Brasília. No momento ficaram formalizadas as bases para o desenvolvimento do Programa. (Folha de São Paulo, 29/05/05). O IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, criou em 2000, o Programa Nacional de Florestas - PNF, com objetivo de fomentar o setor florestal brasileiro. A diretoria desse Programa tem como função precípua formular políticas públicas de uso sustentável dos recursos florestais e expansão do setor florestal brasileiro. Existe uma proposta de agregar a cultura do bambu às políticas públicas do PNF e assim expandir a área plantada em todo o país, afirmação de Apoena Lopes, engenheiro Florestal do PNF, como atesta o anexo 1 deste trabalho. O Serviço Brasileiro de Apoio a Pequena e Média Empresa - SEBRAE, desenvolve um programa nacional de disseminação da cultura

do bambu no Brasil, criando e apoiando instituições com o objetivo de gerar emprego e renda, como fez e mantém o Instituto do Bambu - INBAMBU, em Maceió - AL, em parceria com a Universidade Federal de Alagoas – UFAL e a BAMCRUS – Bambuseria Cruzeiro do Sul em Belo Horizonte – MG.

No sentido de estruturar as bases para o desenvolvimento da cultura, uso e comércio do bambu em nível internacional, foi criada a partir da China e da Índia, a Rede Internacional para o Bambu e o Rattan - INBAR- (International Network for Bamboo and Rattan), que é uma instituição intra-governamental sem fins lucrativos que direciona seus objetivos para a diminuição da pobreza e o desenvolvimento sustentável, através do bambu e do rattan. É baseada em acordo no qual 22 países são signatários. Sua sede é em Pequim, e possui escritórios na Índia, Malásia e Chile. Cria, mantém e dá consultoria a diversos projetos em todo o mundo, porém priorizando o hemisfério sul, onde está a maioria dos países em desenvolvimento. Colabora com diversos institutos e fundações agrícola-florestais e sociais. Consegue financiamentos através de diversos organismos internacionais e governos que apóiam projetos de sustentabilidade ambiental. Atualmente está em fase de implementação as normas para a construção civil com bambu na ISO (International Standard Organization), elaboradas em um projeto financiado pela INBAR. Na figura abaixo apresenta os países de atuação do IMBAR no mundo em 2004.

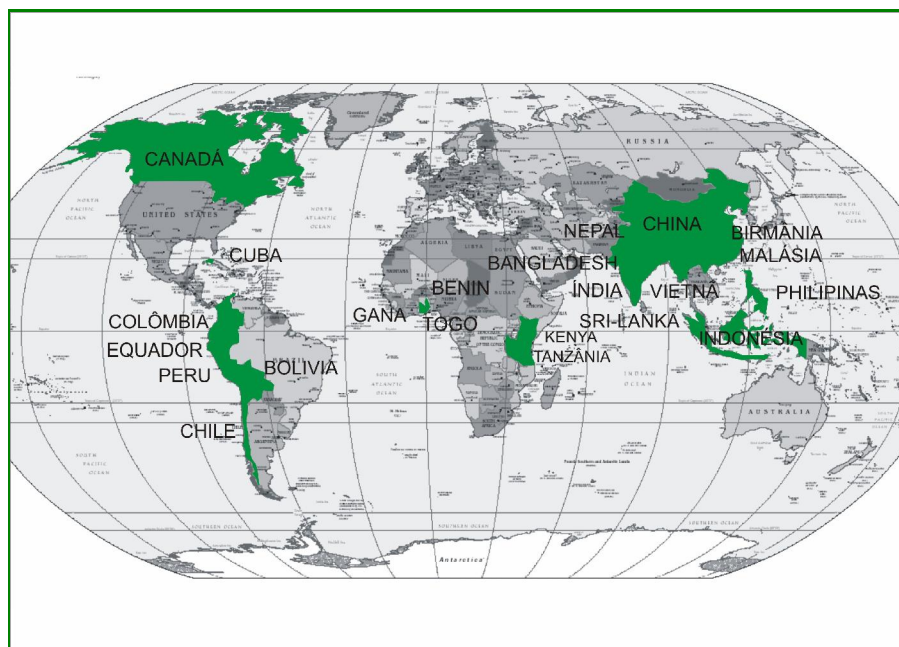


Figura 3.1: Países signatários do acordo INBAR.

O INBAR demonstra grande interesse em que o Brasil se filie, e o Brasil é forte candidato, pois exhibe: vasto território, grande quantidade de espécies nativas ainda pouco estudadas, mão de obra excedente, grande população pobre, grande potencial produtivo, grupo de pesquisadores de bambu reconhecidos, movimento crescente no interesse e divulgação do bambu, relação diplomática estável em todo o mundo.

Em Sergipe, foi criado em 2004, o Instituto de Desenvolvimento Comunitário Sustentável, o INCOMUN, instituição sem fins lucrativos que abriga o Núcleo de Desenvolvimento Tecnológico do Bambu, com o qual estamos trabalhando com o objetivo de institucionalizar os trabalhos voltados para a pesquisa, aplicação e disseminação da cultura do bambu no estado.

Todas essas intenções, movimentos e ações, privadas e públicas, apontam para a construção de uma política nacional de desenvolvimento da cultura do bambu no Brasil, alargando significativamente as oportunidades de estudos e pesquisas que poderão possibilitar o uso do bambu com todas as suas perspectivas e possibilidades de aplicação de uma ecotécnica.

Pimentel (1997) afirma que o bambu, mesmo sendo reconhecida como uma planta de grande utilidade, sofre de um estigma que o considera como um material de categoria inferior. Mesmo considerada a sua enorme diversidade de usos, o bambu não é aceito como um material nobre e não dispõe, reconhecidamente no Brasil, de técnicas próprias de manuseio. Essa resistência, de cunho notadamente cultural, decorre de muitos fatores, dentre eles sua inegável disponibilidade na paisagem rural.

A julgar pela máxima da teoria econômica neoclásica de que “*o valor depende inteiramente da utilidade*”, o bambu potencialmente pode ser valorizado de forma muito mais favorável, pois suas qualidades podem ser facilmente desdobráveis em utilidades, a menos que não venham a ser reconhecidas. O homem do campo no Brasil não as desconhece, mas ainda não transformam em utilidades consagradas. A rigor, sua alta disponibilidade acaba resultando em elemento de sua desvalorização pois, como é encontrado em abundância em moitas e touceiras nas propriedades rurais, sombreando pastos em proteção aos animais, até alimentando-os, sua *utilidade marginal* acaba reduzida por isso. Assim, quanto maior a quantidade de

um determinado artigo, menor a satisfação pela aquisição de um outro exemplar. (PIMENTEL, 1997, p. 7)

Não há ainda no Brasil a cultura do uso do bambu como material de construção que possa ser encontrado como mercadoria pronta nas lojas do ramo, como ocorre na Colômbia, onde na grande maioria das lojas de comercialização de madeira para construção civil o bambu é mercadoria disponível. A idéia difundida de que o bambu é um material de grande vulnerabilidade se não for tratado contra insetos e que para utilizá-lo com bom desempenho torna-se indispensável o tratamento, acaba por limitar a sua utilização, visto que a madeira encontra-se já processada e disponível comercialmente para fácil aquisição, apesar de seu alto custo.

A inserção e a disseminação do bambu como material de construção em larga escala no Brasil, apoiadas por políticas públicas de interesse comunitário, poderá promover uma considerável redução de custo na auto-construção de interesse social, a geração de novos empregos e renda a partir da criação de uma nova cadeia produtiva para esse material. Todavia, o quadro que se apresenta é bem diferente:

Como material de construção, o bambu sofre todo o tipo de preconceito, tanto por desconhecimento das suas propriedades quanto pela idéia generalizada em nossa sociedade capitalista de que mercadorias produzidas por processos naturais, artesanais ou manufaturadas não agregam a si valores de qualidade, durabilidade e modernidade, enquanto que os produtos gerados através de processos industriais e tecnológicos avançados reúnem para si, além desses valores subjetivos, todos os outros ligados ao ideário do progresso, do desenvolvimento e do status econômico. É compreensível, pois, que as pessoas, não importando a classe social que se incluam, almejem pertencer ao grupo dominante da normalidade habitacional, que tem como padrão construtivo consagrado o uso da alvenaria de tijolos cozidos e as lajes de concreto e, assim, perseguir o consumo de materiais que permitam alcançar aquele status social. O conceito de desenvolvimento associado à produção tecnológica industrial está impregnado de tal forma no imaginário social, que o valor dos objetos não mais se manifesta apenas pela capacidade de atender necessidades, mas sim pela possibilidade de satisfazer desejos. (PIMENTEL, 1997, p. 7)

3.2. A PLANTA

Botanicamente o bambu está classificado como *Bambusae*, uma tribo da família das *Graminae*. Pereira (2001) descreve que pelas características de seu colmo o bambu é considerado como uma planta lenhosa, monocotiledônea, pertencente as angiospermas. A sua parte aérea - tronco ou caule das árvores - é denominada de colmo, sendo normalmente oco e a parte subterrânea, constituída de rizoma e raízes.

O bambu possui cerca de 50 gêneros e 1250 espécies que se distribuem naturalmente entre as latitudes 46° Norte e 47° Sul, sendo encontrados em altitudes entre 0 e 4.000 m, todavia, a maior ocorrência se dá nas zonas quentes e com chuvas abundantes das regiões tropicais e sub-tropicais. Os bambus nativos crescem em todos os continentes, exceto na Europa, sendo que 62% das espécies são nativas da Ásia, 34% das Américas e 4% da África e Oceania. Os vários tipos de bambu compreendem, desde espécies pequenas de 10cm a 3m de altura com diâmetros de 0,5 a 5 cm, utilizadas principalmente em ornamentação, até espécies gigantes que podem atingir cerca de 40 metros de altura com diâmetros que variam de 10 a 30cm. A Figura 3.2 apresenta a disposição geográfica em que foi registrada a incidência de bambus nas suas 1.250 espécies classificadas botanicamente:

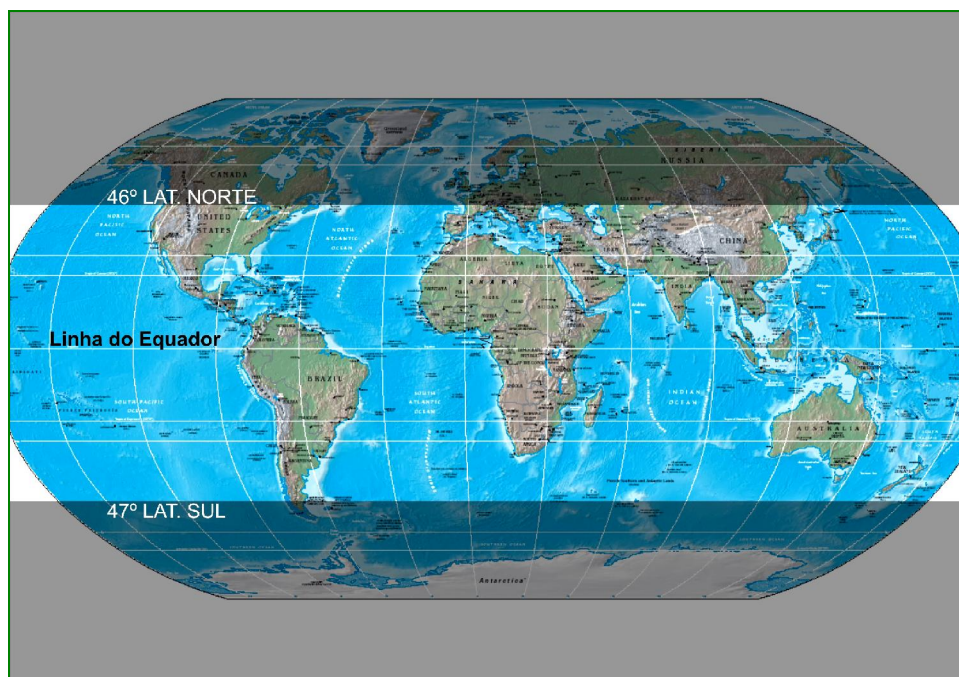


Figura 3.2: Distribuição territorial do bambu no mundo, indicada pela faixa clara. López (2003)

A taxonomia botânica encontra dificuldades para uma classificação completa de algumas espécies de bambu, uma vez que para isso torna-se necessária a coleta e análise de flores e frutos da planta. Sabe-se que a maioria das espécies de bambu floresce uma única vez ao final do seu ciclo de vida, fenômeno que ocorre em um período de setenta a cem anos, o que torna muito difícil o estudo completo das espécies, necessitando de continuidade a longo prazo das pesquisas nesse sentido. Segundo López (2003), foi o botânico canadense, Dr. Floyd Alonso McClure (1897, 1970), da Smithsonian Institution, Washington D.C. que, em 1953 estabeleceu as bases da classificação das espécies de bambus, seu livro “*Genera of Bamboos Native to the New World*” se apresenta como a referência mais importante no estudo das espécies no Ocidente.

Salgado (2001) assegura que o Brasil possui cerca de 200 espécies nativas, e os indígenas as utilizavam e utilizam na medicina, habitação, caça, decoração e alimentação. As espécies nativas de bambu no Brasil são geralmente de pequeno e médio porte, muito utilizadas para ornamentação, exceção à espécie *Guadua angustifolia*, bambu de grande porte e reconhecida resistência, muito apropriado para construção pesada, que, afirmam vários autores, existir ocorrências de grandes florestas na Amazônia, onde é conhecida como taquaruçu.

De um modo geral, conforme assinala Pereira (2001), as mais conhecidas espécies de bambu que vemos espalhadas em nosso meio rural foram introduzidas desde a colonização do país pelos portugueses e por imigrantes asiáticos no início do século XX. Estas espécies se adaptaram muito bem ao nosso clima e solo e pode-se dizer que se comportam como se fossem nativas. As espécies mais comumente aqui encontradas são : *Bambusa Vulgari* (taquara ou taboca), *Bambusa tuldoides* (taquarinha), *Dendrocalamus giganteus* (bambu gigante ou bambu balde), *Dendrocalamus asper*, *Phylostachis pubescens* (bambu mosô) *Phylostachys áurea* (cana da Índia), entre outras. Outras espécies menos comuns, como as pertencentes aos gêneros *Gigantochloa*, *Melocana* e *Guadua*, entre outras, existem também no Brasil pertencentes a coleções de particulares, ou de institutos de pesquisa como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), ou ainda de universidades como na Unesp Bauru - SP.

Comercialmente sabe-se de dois plantios de grande porte no Brasil da espécie *Bambusa vulgaris* para fabricação de papel pelo Grupo Industrial João Santos, através da indústria

Itapajé que produz sacos para embalagem de cimento Portland com celulose de bambu. Um no Maranhão, no município de Coelho Neto com 20.000 ha. e outro em Pernambuco no município de Palmares com 16.000 ha.

Pequenos plantios da espécie *Phylostachys áurea* (cana da Índia) utilizados para construção de móveis e varas de pescar são freqüentes no sul da Bahia, em Minas Gerais, Rio de Janeiro e interior de São Paulo. A espécie *Phylostachys pubescens* (bambu mossô) trazido ao Brasil pelos imigrantes japoneses no princípio do século passado, é muito encontrada no interior do Estado de São Paulo onde estes instalaram suas colônias. É dessa espécie que são retirados os brotos de bambu muito utilizados na culinária japonesa, e é também uma das mais apropriadas ao uso na arquitetura.

López (2003) observou que, das 1250 espécies de bambus classificadas botanicamente 75% delas tenham algum uso local nos vários países em que existem e que 50 delas sejam efetivamente utilizadas e exploradas economicamente. Organismos internacionais ligados à cultura do bambu como o INBAR, recomendam a introdução e experimentação de 19 espécies consideradas como prioritárias, com base em critérios relativos à sua utilização, cultivo, processamento e produtos, recursos genéticos e agro-ecologia. Muitas destas espécies prioritárias já foram introduzidas no Brasil e encontram-se adaptadas às nossas condições de clima e solo.

O Quadro 3.1 mostra as 19 espécies prioritárias de bambu, destacando o potencial apresentado por cada uma delas, segundo recomendação do INBAR (2005):

Espécie	Valor			Manejo	Clima e Ecologia		Recursos Genéticos				
	C	RI	E		CI	SI	D	S	IV	T	F
Bambusa Bambos	++	++	++	D	h,d,s	r,m,p	H	L	M	M	H
B. blumeana	++	++	++	D	h,d,s	r,m,p	H	L	H	H	H
B. polymorpha	+	+	-	D	h,d	r,m	H	H	M	H	H
B. textilis	+	++	+	D	st	r,m	M	L	H	H	L
B. tulda	+	++	+	D	h,d	r,m	H	M	H	H	H
B. vulgaris	-	-	++	D	h,d,s	r,m,p	L	L	L	L	L
Cephalostachyum pergracile	+	++	+	W	h,d	m	M	L	M	H	M
Dendrocalamus Asper	++	+	++	D	h,d	r	H	H	M	H	H
D. giganteus	+	+	+	D	h	r	H	H	M	H	H
D. latiflorus	++	+	+	D	h	r	M	L	M	H	L
D. strictus	++	+	++	D	d,s	m,p	M	L	L	H	M
Gigantochola apus	+	++	+	D	h	r	H	H	M	H	H
G. levis	+	++	++	D	h	r	H	L	H	H	H
G. pseudoarundinaria	++	+	+	D	h,d	r	M	L	H	H	L
Guadua angustifolia	++	++	++	W	h	r,m	H	H	H	H	H
Melocana baccifera	+	++	+	W	h	r	H	M	H	H	M
Ochilandra	+	+	+	W	h	r	H	H	M	H	H
Pyllostachys pubescens	++	++	++	D	t	r,m	M	M	L	L	L
Thyrsostachys siamensis	++	++	++	D	d,(h)	w.(r)	M	M	L	H	L

LEGENDA - Espécies prioritárias de bambu (INBAR), onde:

VALOR: ++ Alto + Médio - Baixo	C = Potencial para comercialização
	RI = Indústria rural
	E = Regenerador ambiental
MANEJO	D = Domesticado
	W = Selvagem
CLIMA E ECOLOGIA	CI = Clima: h (trópicos úmidos); d (trópicos secos); st (subtropical); s (semi-árido); t (temperado)
	SI = Solos; r (rico); m(médio); p (pobre)
RECURSOS GENÉTICOS: H Alto M Médio L Baixo	D = desgaste genético
	S = Necessidade de pesquisa sobre armazenamento de sementes
	IV = Necessidade de pesquisa sobre reprodução in vitro
	T = Necessidade de maiores transferências
	F = Necessidade de levantamentos futuros

Quadro 3.1: Espécies prioritárias de bambu recomendadas pelo INBAR (2005)

As características principais de cinco espécies consideradas prioritárias, segundo o INBAR, e já cultivadas no Brasil são apresentadas resumidamente a seguir:

1. *Bambusa vulgaris*.

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.

2. *Bambusa tulda*.

Descrição: espécie de bambu tipo moita e altura média - grande

Altura dos colmos: até 30 metros

Diâmetro dos colmos: 7 cm

Espessura da parede: 5 a 10 mm

Clima e Solo: Regiões semi-úmidas. Temperatura mínima = -2°C.

Distribuição natural: Bangladesh; Tailândia; Índia

Usos mais comuns: construção, polpa e papel, alimento, implementos diversos.

Necessidade de trabalhos: pesquisas de manejo, agronomia e conservação.

3. *Dendrocalamus giganteus*.

Descrição: espécie de bambu gigante tipo moita, de altura grande.

Altura dos colmos: 24 - 40 metros

Diâmetro dos colmos: 10-20 cm

Espessura da parede: parede espessa, 1 a 3 cm

Clima e Solo: regiões tropicais úmidas até regiões sub-tropicais; usualmente prefere solos ricos. Temperatura mínima = -2°C

Distribuição natural: SriLanka, Bangladesh, Nepal, Tailândia, China, introduzido na Indonésia, Malásia e Filipinas.

Usos mais comuns: muito usado para construções e para confecção de laminado colado (plybamboo) ; também usado para fabricação de polpa e papel, utensílios domésticos e alimento.

Uso Potencial: produção de brotos; expansão da indústria de bambu laminado.

Necessidades de trabalhos: manejo, agronomia e melhoramento.

4. *Plyllostachis pubescens*

Descrição: espécie de bambu de médio porte, tipo alastrante, de altura média, também conhecida como bambu Mossô é uma das melhores espécies temperadas de bambu, os colmos são fortes, vigorosos e retos, adequados para construções pesadas.

Altura dos colmos: 10-20 metros

Diâmetro dos colmos: cerca de 7 a 15 cm

Espessura da parede: 8 a 29mm

Clima e Solo: clima temperado; temperatura mínima = -15°C; solos ricos Distribuição natural: China e Japão

Usos mais comuns: material de construção; alimento (broto); implementos agrícolas; utensílios domésticos.

Pesquisa atual: grande extensão de pesquisas sendo conduzidas

Uso Potencial: Reabilitação de solos degradados e sistemas agro-florestais.

Necessidades de trabalhos: Seleção para uso industrial; material de construção e produção de brotos; conservação e exploração.

5. *Guadua angustifolia*.

Descrição: espécie de bambu gigante tipo moita com espinhos nas gemas, de altura grande, considerado importante em envergadura, propriedades mecânicas e durabilidade natural dos colmos, muito importante para economia rural.

Altura dos colmos: até 30 metros

Diâmetro dos colmos: até 20 cm

Espessura da parede: 1,5 - 2,0 cm

Clima e Solo: clima tropical, solos médios a ricos, cresce ao longo de rios ou colinas. Temperatura mínima = -2°C

Distribuição natural: América do Sul até o Panamá, incluindo o Norte do Brasil.

Usos mais comuns: bambu de múltiplos usos mais extensivamente utilizado como material de construção para casas de baixo custo e dezenas de usos rurais.

Pesquisa atual: Preservação dos colmos

Uso Potencial: valioso para plantio em colinas, regeneração de matas ciliares em bacias hidrográficas.

Necessidades de trabalhos: coleção e conservação, manejo sustentável de plantios, tecnologia de reprodução/ propagação.

3.2.1. O rizoma

O rizoma é um caule de forma semelhante à de uma raiz, que no bambu se desenvolve no subterrâneo entre o colmo e esta. Como em toda as monocotiledôneas, o rizoma do bambu exerce um papel de grande importância no seu desenvolvimento, não só como um armazenador de nutrientes para distribuição posterior, mas também como órgão responsável pela propagação da planta. Como afirma López (2003), o nascimento de novos colmos anualmente se efetua assexuadamente por multiplicação destes rizomas. Esta

multiplicação ocorre de duas maneiras distintas, dando origem aos dois principais grupos de bambu: o grupo entouceirante ou tipo moita, onde os colmos nascem e se desenvolvem agrupados uns aos outros e o grupo de bambu tipo alastrante, onde os colmos nascem e se desenvolvem separados entre si a uma distância que varia entre um e um metro e meio.

Os bambus do tipo leptomorfo ou alastrantes, segundo López (2003), que se alastram ocupando grandes áreas, tendo uma distância aproximada de um metro entre os colmos, formando grandes bosques. Conhecido como leptomorfo ou monopodial, os bambus deste grupo são resistentes às temperaturas frias motivo pelo qual se encontram mais em zonas temperadas. Seus rizomas são longos, delgados e de formato cilíndrico. O rizoma pode crescer entre 1 e 6 metros por ano formando uma teia que pode atingir entre 50 a 100 mil metros lineares por hectare. Este tipo de bambu apresenta ramos e folhas nas partes altas do colmo mesmo antes que este atinja sua altura final. O período de brotação dos colmos ocorre no início de uma estação chuvosa. A Figura 3.3 mostra o sistema de rizoma leptomorfo ou alastrante.

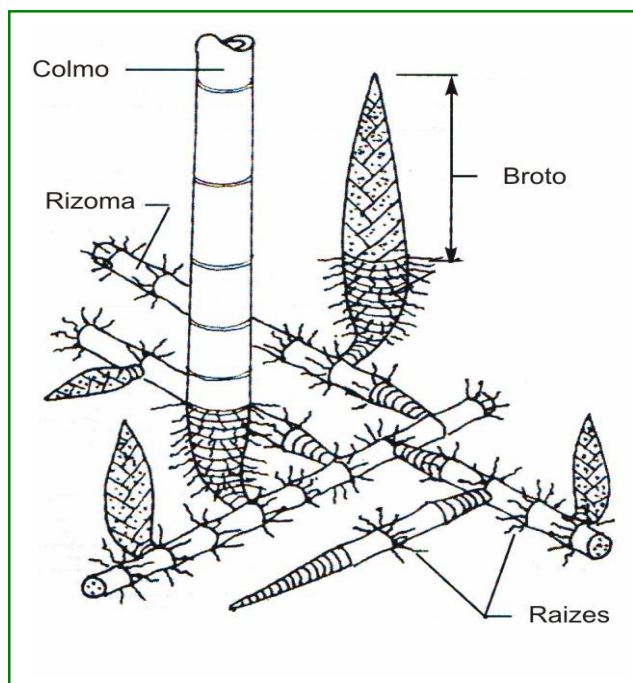


Figura 3.3: Rizoma do tipo leptomorfo ou alastrante, López (2003).

Os bambus do tipo paquimorfos ou entouceirantes, segundo Pereira (2001) fisicamente se caracterizam por seus colmos se desenvolverem muito próximos uns dos outros, gerando um agrupamento em forma de touceiras ou moitas. Conhecidos também como simpodial, os bambus deste grupo estão largamente distribuídos nas regiões quentes e tropicais. Os rizomas dos bambus deste grupo são curtos, grossos e sólidos, com entrenós assimétricos e raízes na parte inferior. Os rizomas possuem gemas laterais de onde se desenvolvem novos rizomas e novos colmos. Os novos rizomas ao nascerem logo seu ápice volta-se para cima para dar origem a um novo colmo. Assim, sucessivamente, novos rizomas vão se desenvolvendo perifericamente e se agrupando na forma de moitas que podem conter entre 30 a 100 colmos.

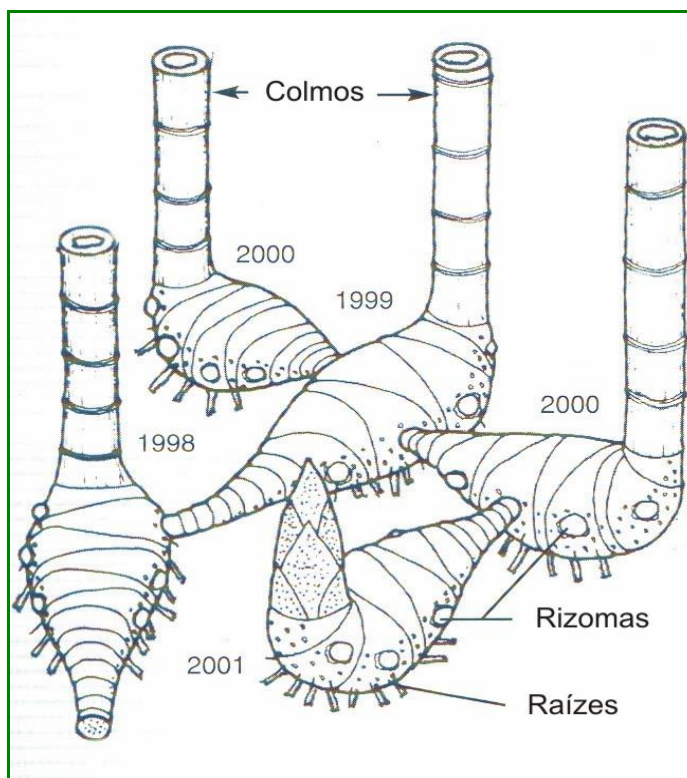


Figura 3.4: Rizoma paquimorfo. López (2003).

3.2.2. O cultivo

Uma das vantagens da cultura do bambu é a sua pouca exigência com relação ao solo, uma vez que produz bem em quase todos os tipos, porém, os solos férteis, soltos e bem

drenados, com pH entre 5,0 e 6,5 são os mais adequados para o seu desenvolvimento, como afirma Pereira (2001). Solos muito úmidos ou com lençol freático alto podem inibir o seu bom desenvolvimento, enquanto solos salinos não são adequados ao seu cultivo. Quanto à necessidade de chuvas, de uma maneira geral, os bambus se desenvolvem bem com precipitações de 1000 ou mais milímetros anuais.

Segundo Salgado (2001), o bambu, apresenta melhor desenvolvimento em regiões de altas temperaturas, livres de mudanças bruscas e frios prolongados. No entanto, esses fatores naturais não impedem o seu cultivo, apenas inibem ou promovem o seu desenvolvimento. Já Pereira (2001) afirma que alguns bambus do gênero *Phyllostachys* se desenvolvem bem em climas frios, suportando temperaturas de até -15°C . De uma maneira geral, porém, a maioria das espécies se adapta bem ao clima tropical com bom desenvolvimento entre 8 e 36°C de temperatura.

Os bambus se distribuem naturalmente entre as latitudes 46° Norte e 47° Sul, desde os trópicos até as regiões temperadas. Pereira (2001) observa que são encontrados desde o nível do mar até as elevações alpinas, como as espécies *Arundinaria* que é encontrada na Índia a 3.800 metros de altitude. porém, a maioria ocorre em áreas quentes e com chuvas abundantes.

Segundo Salgado (2001), a velocidade de propagação de uma plantação de bambu, depois de estabelecida, é muito grande. O tempo de estabelecimento de uma plantação varia de cinco a sete anos, e o amadurecimento de um bambu acontece de três a quatro anos, quando atingem as dimensões características da sua espécie, sendo assim mais rápido para a colheita do que a mais rápida árvore. 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 através do desmatamento. O bambu não exige técnicas complexas para o seu estabelecimento como plantação. A irrigação só é necessária em regiões de pluviosidade muito baixa, e não é necessária a aplicação de produtos agrotóxicos. A colheita fortalece o bambuzal e é feita com instrumentos manuais. O transporte é facilitado pelo seu peso leve em comparação às madeiras.

O cultivo do bambu pode se dar associado a outras funções que este pode exercer no meio ambiente. Bambus alastrantes, de rizoma leptomorfo, segundo Pimentel (1997), através da rede formada por suas raízes, apresentam propriedades muito eficientes na contenção de encostas, podendo funcionar ao longo das bacias hidrográficas como auxiliar na recuperação de matas ciliares, na contenção de encostas dos rios evitando os assoreamentos, ao mesmo tempo em que pode ser colhido como produto agrícola. O bambu pode e tem sido utilizado, ainda que em pequena escala, como substituto agrônomo em áreas marginais, para otimizar produções que recebem mais atenção do mercado externo, como o café e o cacau, podendo ser também introduzido nos plantios em consórcios e nos sistemas agroflorestais sucessionais.

A produtividade de colmos de uma plantação de bambu varia consideravelmente de acordo com as espécies, condições de cultivo e intensidade de manejo empregada. Liese apud Pereira (2001) apresenta os seguintes valores gerais de densidade de colmos existentes para algumas espécies de bambu como: *Dendrocalamus strictus* (touceira – Índia) com 600 a 3.200 colmos para 60 a 120 touceiras/ha; *Bambusa arudinacea* (touceira – Tailândia) 5.000 a 8.000 colmos/ha; *Phyllostachys nigra* (alastrante – Coreia) 2.000 colmos/ha e *Phyllostachys edulis* (alastrante – China) 4.000 a 8.000 colmos/ha.

Em Sergipe, registramos a incidência de 4.800 colmos/ha da espécie *Bambusa vulgaris* em condições naturais, sem nenhum manejo, no município de Japaratuba em 2004.

Dependendo da idade do colmo, este pode ter variados usos e aplicações, podendo servir como alimento através do broto comestível nas primeiras semanas de vida, até usos na arquitetura e construção civil quando este atinge três ou mais anos.

A Figura 3.5 mostra resumidamente os possíveis usos em função da sua idade segundo Oscar (2003):

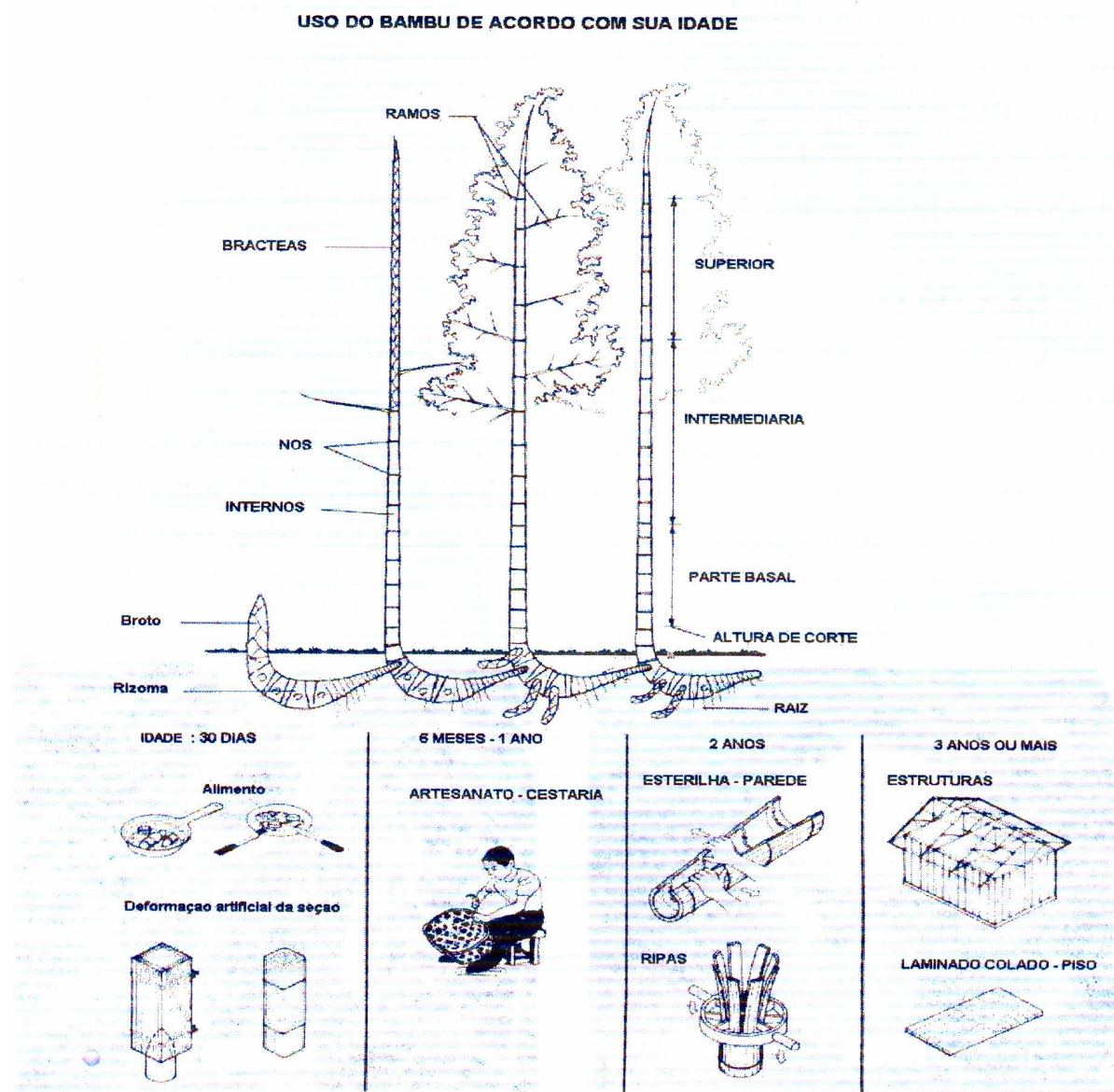


Figura 3.5 – Usos do bambu de acordo com a sua idade.

3.3. OS COLMOS

Os colmos do bambu se caracterizam por sua forma tubular dividida por uma sequência de nós transversais que contêm no seu interior diafragmas que separam os entrenós ocos. A grande concentração de fibras nesses nós proporciona grande resistência e flexibilidade ao bambu.

Nas suas mais de 1.000 espécies, o bambu apresenta uma grande variedade de diâmetro e altura. A altura varia de poucos centímetros acima do solo para as espécies herbáceas que têm diâmetros de poucos milímetros, enquanto outras podem atingir alturas de 40 metros e diâmetros por volta de 30 centímetros, como na espécie *Dendrocalamus giganteus*. Entre esses dois extremos encontra-se as mais variadas dimensões de alturas e diâmetros. Na Figura 3.6 acha-se representada uma seção de colmo com suas partes e denominações:

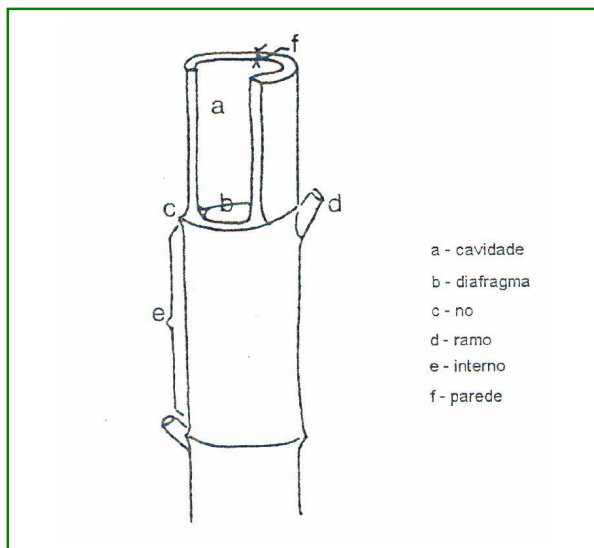


Figura 3.6: Anatomia de um colmo de bambu. Pereira (2001)

O colmo do bambu brota do solo com o diâmetro definitivo que terá por toda a vida, nunca aumentando com o passar dos anos já que o bambu não apresenta crescimento radial como as madeiras. Segundo Liese apud Pereira (2001), o comprimento dos entrenós aumenta da base até o meio do colmo, diminuindo daí em direção ao topo, tendo em média um comprimento de 20 a 35 centímetros na maioria das espécies. Os bambus atingem o seu diâmetro máximo por volta de cinco anos após o plantio.

O colmo do bambu de qualquer espécie completa seu crescimento poucos meses após o surgimento do broto, alcançando sua altura máxima em um mínimo de 30 dias para as espécies pequenas e num máximo de 180 dias para as espécies gigantes. Os colmos brotam anualmente, geralmente na estação das chuvas e estes brotos se alongam continuamente de 20 centímetros até 1 metro diários, dependendo da espécie. Normalmente os colmos das espécies alastrantes crescem mais rapidamente que aqueles das espécies que formam moitas, sendo que os colmos destas crescem preferencialmente durante a noite enquanto que os daquelas o fazem durante o dia. (PEREIRA, 2003, p. 8).

3.3.1. Características físicas e mecânicas dos colmos.

Para uma melhor compreensão das excelentes propriedades mecânicas dos colmos de bambu, convém se verificar a sua estrutura anatômica.

O tecido de um colmo de bambu é composto pelas células de parênquima, pelos feixes vasculares e pelas fibras. O colmo todo de um modo geral compreende cerca de 50% de parênquima, 40% de fibra e 10% de tecidos condutores. (LIESE, 1985, p. 91)

A alta concentração de fibras na camada externa do colmo – mais de 50% de sua massa - é o que lhe confere grande resistência mecânica superficial e o brilho característico dos bambus, enquanto que nas camadas intermediária e interna a concentração dessas fibras se reduz. A resistência à flexão na parte externa é 2 a 3 vezes maior que na interna. A distribuição dos elementos anatômicos das espécies de bambu *Phyllostachys viridis* (leptomorfo) e *Dendrocalamus giganteus* (paquimorfo) tomada nas camadas interna, intermediária e externa do colmo, pode ser observada no Quadro 3.2:

Espécie	<i>Dendrocalamus giganteus</i>			<i>Phyllostachys viridis</i>		
	Vasos	Fibras	Parênquima	Vasos	Fibras	Parênquima
Parte do Colmo	%	%	%	%	%	%
Interna	11	16	73	13	24	63
Intermediária	9	32	59	13	37	50
Externa	8	55	37	10	63	27

Quadro 3.2: Elementos anatômicos de espécies de bambu. Beraldo, A. e Zoulalian, A. (1995)

A partir dos dados observados neste quadro, a espécie *Dendrocalamus giganteus* deve ser mais suscetível internamente ao ataque de microrganismos devido a maior concentração de células de parênquima na região interna do colmo, enquanto a espécie *Phyllostachys viridis*, pela maior concentração de fibras externamente, deve apresentar maior resistência mecânica.

As propriedades mecânicas do bambu o qualificam como um material de construção de grande valor. Esta pode representar a forma mais radical de substituição de outro material

utilizando-se o bambu. Ensaios de laboratório têm comprovado que o bambu apresenta maior resistência mecânica em seu desempenho como material de construção que as mais resistentes madeiras de uso comercial. Alguns valores gerais de propriedades de resistência mecânica de diversas espécies de bambu, obtidas da literatura são mostradas no Quadro 3.3:

Tração (MPa)	Compressão (MPa)	Flexão (MPa)	Cisalhamento (MPa)	Espécie
135	40	108	46	<i>Dendrocalamus.</i>
285	28	89	6,6	<i>D.asper</i>
	63			<i>D. strictus</i>
103	27	75	56	<i>Bambusa. multiplex</i>
111	34	93	54	<i>B.tuldoides</i>
82	27	78	41	<i>B. vulgaris</i>
317	28	90	8,5	<i>B.vulgaris</i>
149	46	124	41	<i>B.vulgaris Schrad</i>
	45			<i>B.balcoa</i>
297	34	76	9,5	<i>B.arundinacea</i>
130	42	102	48	<i>Guadua superba</i>
237	29	82	8,0	<i>G. verticillata</i>
120	42			<i>Plylostachys.</i>
296	30	84	7,2	<i>Gigantochoa apus</i>

Quadro 3.3 - Resistência mecânica de algumas espécies de bambu. Pereira (2001).

No Quadro 3 pode-se observar que o bambu atinge níveis de resistência à tração de 317 MPa (3.170 kgf/m³), superior as mais resistentes madeiras comerciais como a *Tacoma eximia* ou Ipê amarelo que atinge 2.190 kgf/c³ segundo Moliterno (1999) e próximo ao concreto mais resistente que suporta 3.600 kgf/c³ de tração.

Outros ensaios foram levados a efeito por pesquisadores brasileiros em investigações científicas com o bambu. Apresentamos abaixo resultados de duas pesquisa efetuadas pelos professores engenheiros Edson Sartori da UNIDERP - MS e Lima Junior, da Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Espécie	Resistência Compressão (MPa)	R. Tração (MPa)	R Flexão (MPa)	Elasticidade à tração (GPa)	Intemós [m]	Diâmetro [m]	Espessura [m] 10 ⁻²
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	77	115	152	11	0,55 - 0,65	0,12 - 0,14	1,0 - 1,2
<i>Bambusa vulgaris</i>	65	115	131	9	0,35 - 0,45	0,07 - 0,08	0,6 - 0,8

Quadro 3.4 - Características físicas e mecânicas de espécies de bambu, Lima (1995)

Espécie	Nome comum	Resistência a tração (Kgf/cm ²)	Resistência A compressão (Kgf/cm ²)	Resistência A flexão (Kgf/cm ²)
<i>Bambusa vulgaris vitata</i>	Bambu imperial	1.288,00	389,00	1.105,00
<i>Bambusa vulgaris</i>	Taquara	1690,00	516,00	1.360,00
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Bambu gigante	1.381,00	648,00	1.251,00

Quadro 3.5: Ensaio de resistência mecânica, Sartori (1998)

Como se pode verificar pelos dados levantados na bibliografia e aqui apresentados, o bambu como material empregado na construção civil se qualifica dentre os mais resistentes desta categoria.

3.3.2. Colheita dos colmos

A qualidade dos colmos que serão utilizados posteriormente depende em muitos fatores de uma colheita correta. Dependendo do uso a que se destinará o colmo, é de muita importância observar a sua idade, a estação do ano e a fase da lua no período de corte. Os bambus cortados antes de atingirem o ponto máximo de maturação tornam-se mais vulneráveis aos insetos e fungos e sua vida útil será menor. O teor de umidade no colmo, ao ser colhido, tem relação direta com suas propriedades físicas e mecânicas após a secagem. Teores de umidade muito altos aumentam consideravelmente as possibilidades de fissuras e rachaduras nas peças quando secas. A quantidade de amido e açúcares nos colmos se relaciona diretamente com a quantidade de água, e quanto mais amido contenha o colmo, mais vulnerável este será ao ataque de insetos, principalmente o *Dinoderus*

minutus, a “broca do bambu” ou “caruncho do bambu” que se alimenta de amido e pode causar grandes danos às peças colhidas. Com estas observações conclui-se que os procedimentos corretos para a colheita representam o início de um processo de preservação natural muito importante para o bambu.

Segundo afirma López (2003), para se obter colmos com menor teor de umidade, estes devem ser colhidos na estação de menor pluviosidade, quando os solos estão secos e a atividade de líquidos é menor no interior dos colmos. Para facilitar a compreensão desse período, generaliza-se que, no Nordeste e Norte do Brasil deve-se proceder à colheita nos meses que têm R, e no Sudeste, Sul e Centro –Oeste, nos meses que não têm R.

Nas diversas culturas que utilizam o bambu como material acredita-se que há uma grande influência das fases da lua com a qualidade do bambu colhido. López (2003) observou que culturas antigas da Ásia, África e América do Sul, preservam a tradição de colher o bambu, preferencialmente, na lua minguante, garantindo assim colmos menos vulneráveis ao ataque de insetos e maior uniformidade e beleza das peças.

Pizon (2002), da Facultad de Médio Ambiente da Universidad Tecnológica de Pereira, na Colômbia, realizou ensaios para determinar as quantidades de carboidratos totais em amostras de bambu da espécie *Guadua angustifolia* buscando encontrar diferenças associadas às fases da lua. O seu trabalho é um avanço na pesquisa em preservação de bambus por métodos naturais, pois procura demonstrar que a disponibilidade de alimentos para os insetos xilófagos seja a mínima possível e assim criar condições impróprias para o seu desenvolvimento, favorecendo a preservação do material com um mínimo de agentes químicos. O Quadro 6 apresenta os resultados que confirmam a tradição cultural de influência da lua.

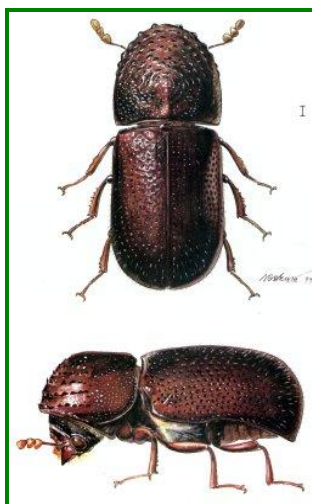
Fases da Lua	Mínimo %	Máximo %
Lua Cheia	16.2	47.4
Quarto Minguante	11.0	37.4
Quarto Crescente	17.4	47.3
Lua Nova	22.6	57.5

Quadro 3.6 – Carboidratos totais por fase lunar, Pinzon (2002).

Quanto ao corte, este pode ser feito com moto serra, machado, serrote ou ainda com um facão. Deve ser rente ao solo para as espécies alastrantes, pois, seu rizoma encontra-se protegido abaixo do solo, enquanto que para as espécies que formam moitas deve ser feito a uns 20 centímetros acima do solo e logo acima de um nó, para se evitar a entrada de água e o apodrecimento da parte do colmo que ficou na moita.

3.4. TRATAMENTOS NATURAIS

Por ser um material biológico, o bambu está sujeito a ação de predadores tais como fungos e insetos xilófagos, podendo, segundo alguns autores ¹, 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.



O ataque mais radical que colmos de bambu podem sofrer deriva-se da ação de um inseto xilófago que alimenta-se do amido do bambu, chamado *Dinoderus minutus*, conhecido vulgarmente como “broca do bambu” ou “caruncho”, que pode ser visto na figura 3.7 ao lado.

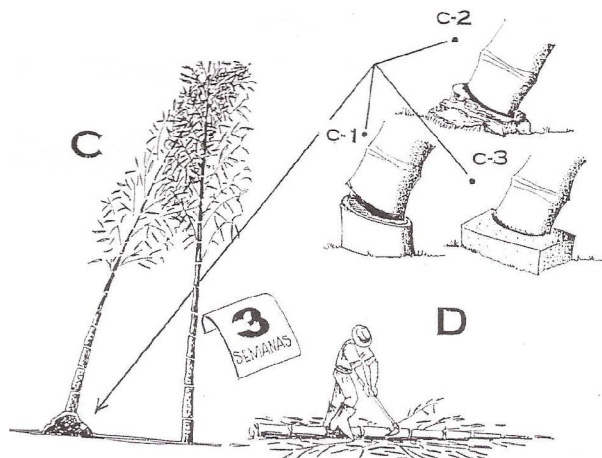
Os métodos de tratamento mais eficientes consistem nos meios naturais de redução do teor de amido e açúcares, reduzindo a disponibilidade de alimento para os insetos.

Figura 3.7: *Dinoderus minutus* ou “broca do bambu”. López (2003)

Obedecidos os procedimentos corretos para uma boa colheita, vários métodos de tratamento tradicionais e/ou cientificamente testados para imunização do bambu podem ser utilizados. Os mais comuns são:

¹ Morán (2002, p. 53) afirma que a vida útil do bambu sem tratamentos preservantes é de 1 a 3 anos e submetidos a métodos de preservação natural acusam durabilidade de 5 a 20 anos. López (2003, p. 143) registra a existência de edificações tradicionais de bambu construídas em 1890 na cidade de Manizales, na Colômbia, afirmando que sua durabilidade, além dos tratamentos, dependerá também da maneira de aplicação e materiais aos quais se associa.

Cura na mata, para o qual Pereira (2001) afirma que, depois de cortado o bambu deve ser deixado na moita na posição vertical com suas ramas e folhas por cerca de 30 dias, tendo-se o cuidado de proteger a base do colmo do contato com o solo. A transpiração da água pelas folhas continua em andamento, diminuindo a quantidade de seiva dos colmos e reduzindo a concentração de amido, aumentando a resistência contra o ataque das brocas e diminuindo a incidência de rachaduras nas peças.



Depois de cortado, o colmo deve ser apoiado sobre uma pedra para protegê-lo do contato com o solo e possibilitar a drenagem da seiva.

Figura 3.8: Cura na mata. López (2003)

Outro processo é a **cura pelo fogo**, no qual deve-se, após a colheita, quando a umidade das peças estiver reduzida em cerca de 50%, submeter os colmos ao calor, sendo muito comum nas culturas tradicionais aquecer o bambu sobre um braseiro, provocando a evaporação da seiva por transpiração na superfície. Nesse processo tradicional, recomenda-se que se deve limpar os colmos, imediatamente após a retirada do fogo, com um pano umedecido com óleo diesel, para que se possa retirar os cristais de açúcar ainda em ebulição na superfície das peças. Os colmos devem ser colocados a uma distância de cerca de 50cm da fonte de calor e serem girados constantemente para que a secagem seja uniforme. Este processo confere rapidamente a coloração amarelada característica do bambu e um brilho natural à superfície, todavia, para o tratamento de grandes quantidades de bambu de comprimento e diâmetros avantajados, próprios para o uso na arquitetura, se apresenta de pouca produtividade e muito trabalhoso, sendo eficaz para aplicação com bambus de pequenos diâmetros como os utilizados em varas de pescar.

Nas indústrias de móveis que utilizam bambus da espécie *Phyllostachys aurea*, conhecido vulgarmente como “cana da índia”, com diâmetro de 2 a 4cm, é comum a utilização de

maçaricos à gás para aquecer o bambu. Nesse sentido, Morán (2002) afirma que em todos os métodos de preservação por calor se requer um conhecimento pragmático para determinar a intensidade do mesmo, assim como o instante em que se deve concluir o processo para evitar colapsos à peça, tais como rachaduras, manchas ou deformações.

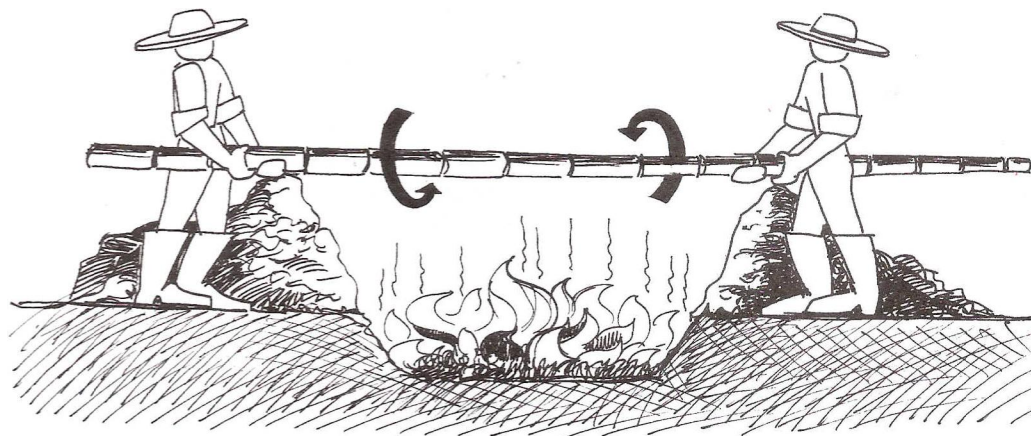


Figura 3.9: Método de tratamento pelo fogo. Morán (2002).

A cura pela água, “*consiste em se deixar os colmos submersos em água por pelo menos quatro semanas.*” (LÓPEZ, 2003, p. 147). As substâncias hidrossolúveis como os carboidratos e os açúcares têm suas concentrações significativamente reduzidas, promovendo-se assim, um método natural de tratamento e preservação do bambu. Este processo, muito utilizado pelos chineses, mostra-se mais eficiente quando se submergem os colmos em água corrente como de um rio, podendo também ser feito em tanques com bombeamento mecânico e reuso da água. Segundo Mórán (2002), comunidades que culturalmente utilizam o bambu na Colômbia e Equador aplicam este método de tratamento ao mesmo tempo em que fazem o transporte de grandes quantidades de colmos por flutuação através dos rios entre regiões distantes nas províncias desses países.

3.5. TRATAMENTOS QUÍMICOS

Uma vez curados os colmos através de um ou mais métodos associados, citados acima, observa-se uma significativa redução do amido e açúcares, porém, por mais eficazes que esses processos se mostrem, não são suficientes para a retirada total dessas substâncias que

continuam presentes na estrutura dos colmos, tornando-os ainda, em menor escala, vulneráveis ao ataque dos insetos e fungos. A utilização do bambu na arquitetura e engenharia, onde se requer durabilidade e estabilidade de suas propriedades físicas e mecânicas, torna necessária a utilização de agentes químicos preservantes e conservantes das peças. Experiências de vários pesquisadores¹ têm mostrado que produtos a base de boro como o bórax, ácido bórico e o octaborato, associados ao sulfato de cobre como um eficiente fungicida, têm demonstrado bons resultados como imunizantes do bambu. São produtos de baixa toxicidade para humanos e que não apresentam riscos ao meio ambiente se manejados de acordo com as recomendações técnicas.

O **tratamento por imersão**, consiste em mergulhar os colmos de bambu em uma solução preservante por um período de 5 a 7 dias para que os agentes químicos se impregnem nas suas paredes internas exercendo um efeito residual que irá defender o bambu do ataque de insetos e fungos por um longo período. Lopes (2003) afirma que, para maior eficácia desse processo, deve-se verificar que os bambus tenham o seu teor de umidade reduzido abaixo de 20%. Recomenda ainda que, antes da imersão das peças, estas tenham os seus diafragmas rompidos em toda a extensão do colmo para que a solução possa preencher todo o seu interior. Todas as peças devem ser completamente submersas no tanque de tratamento durante todo o período de tratamento. Lengen (1997) recomenda a seguinte formulação para preparação da solução imunizante:

Sulfato de cobre	1 kg
Ácido bórico	3 kg
Bórax	5 kg
Água	100 l

Quadro 3.7 – Solução imunizante, Lengen (1997).

¹ López (2003, p. 150) apresenta diversas formulações químicas para o tratamento do bambu que incluem sais e ácidos derivados do boro e também associados a piretróides e organofosforados. Lengen (1996, p. 356) apresenta uma formulação à base de boro e cobre de uso muito freqüente no Brasil e também adotada nesta pesquisa.

Empregando-se a mesma solução preservante utilizada no método acima e obedecendo ao mesmo critério de seleção dos colmos a serem tratados, o processo de **tratamento por injeção** tem se mostrado muito eficaz para o tratamento de bambus para uso em construção estrutural. Consiste em se injetar a solução através de um pequeno furo em cada entrenó das peças, tapando-se em seguida o furo para manter o líquido estanque no interior do colmo.

Uma das vantagens apresentada por este método sobre o tratamento por imersão, é que os bambus só entram em contato com a solução em sua parte interna, que é a área vulnerável ao ataque de predadores, ficando sua superfície, que por sua dureza não sofre ataque das brocas, livre de solução química, podendo ser manuseados sem que haja contato humano com a solução química. Ressalta-se o fato de que toda a solução preparada para aplicação será absorvida pelo bambu, enquanto que no processo de imersão, grandes quantidades de preservante precisam ser descartadas no final do processo, tornando-o assim, economicamente menos vantajoso. A Foto 1 ilustra parte do processo de tratamento por injeção:



Foto 3.1: Tratamento por injeção utilizado nesta pesquisa.

O **método Boucherie**, explica Salgado (2001), se aplica a bambus recém-cortados cuja seiva esteja em movimento, idealizado pelo agrônomo francês Pierre Boucherie (1873 - 1948), consiste em fazer penetrar pela extremidade do bambu, o conservante que, por pressão hidrodinâmica, empurra adiante a seiva, ocupando seu lugar. Para se aplicar esse

método, conecta-se à extremidade basal do colmo de bambu uma mangueira de borracha. E esta mangueira, por sua vez, está conectada a um tambor que contém a solução preservante sob pressão. Uma vez liberado o conteúdo do tambor, a pressão hidrodinâmica empurrará a seiva do interior do colmo para fora, substituindo-a pela solução. Dependendo do diâmetro e comprimento do colmo, o processo se completa em um período de 10 a 30 minutos. É considerado um processo muito eficiente, porém, de custo algumas vezes superior aos explicados acima. A figura 9 mostra o mecanismo para execução deste método.

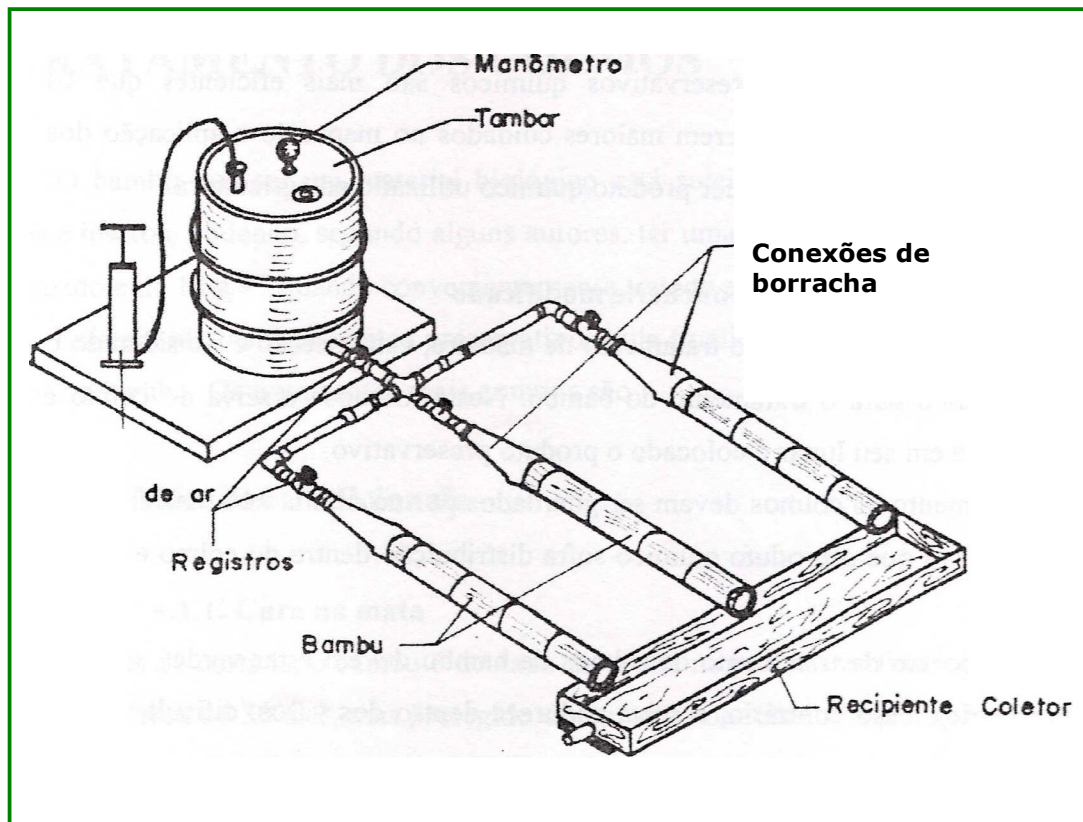


Figura 3.10: Método boucherie. Pereira (2002).

SEGUNDA PARTE

METODOLOGIA



CAPÍTULO 4

MÉTODOS E PROCESSOS



4. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi orientada pelas seguintes questões: 1) É possível a utilização do bambu como material de construção predominante em uma edificação em Sergipe? 2) É economicamente viável a sua utilização na arquitetura local? 3) Qual o desempenho da mão-de-obra não especializada frente a um material novo que exige técnicas específicas? 4) Há preconceitos existentes com relação ao bambu? Como se posicionam os atores envolvidos frente ao uso dessa obra? 5) Que possibilidades de ecodesenvolvimento o bambu pode representar para Sergipe?

Acreditando-se que o ecodesenvolvimento não é só um referencial teórico intelectual mas também uma estratégia norteadora para impulsionar ações locais, rumo à construção da sustentabilidade sócio-ambiental, econômica e cultural, estruturaram-se sobre este marco teórico os objetivos práticos que nortearam as ações de pesquisa deste trabalho dentro do contexto social em que se deu. Foi sob a perspectiva do ecodesenvolvimento que se propôs investigar o uso do bambu como uma alternativa para o desenvolvimento com sustentabilidade ambiental contextualizando-o num processo tecnológico, social, econômico e cultural.

Nesse sentido, este trabalho tem como **objetivo** investigar as possibilidades de aplicação do bambu como um material de construção em Sergipe, analisando-se todos os aspectos decorrentes do processo de uso, quais sejam: eficiência econômica, propriedades físicas e mecânicas do material, desempenho da mão de obra local, níveis de aceitação do material pela população usuária e desempenho estético do bambu na arquitetura, buscando-se ao final da pesquisa responder as questões formuladas.

Neste capítulo se apresentam os caminhos percorridos para delimitação das questões de pesquisa, os métodos, técnicas, procedimentos e materiais utilizados na ação proposta, definição do cenário e atores, até a coleta de dados e como foi feita a análise dos mesmos.

4.1. MÉTODO APLICADO

Neste estudo foi adotado um enfoque qualitativo/quantitativo, pois ao mesmo tempo em que busca junto aos atores sociais envolvidos com a pesquisa, suas percepções, apreensões, motivos, saberes e valores relativos à ação em curso, o enfoque quantitativo foi empregado na quantificação das informações coletadas e no tratamento destas através da associação entre variáveis, de acordo com os objetivos descritivos e exploratórios desta investigação.

O método empregado foi o da **pesquisa-ação** que utilizou uma ação coletiva planejada de caráter técnico, social e cultural, orientada em função da resolução de problemas conceituais e técnicos operacionais, levantados nas questões de pesquisa deste trabalho.

Segundo Thiollent apud Gil (2002), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Thiollent (2003) comenta que, nos dias de hoje, embora haja muitas pesquisas em diversas áreas de conhecimento aplicado, sente-se a falta de uma maior segurança em matéria de metodologia quando se trata de investigar situações concretas. Além disso, no plano teórico, a retórica ainda sobressai. Há um crescente descompasso entre o conhecimento usado na resolução de problemas reais e o conhecimento usado de modo retórico ou simbólico na esfera cultural. A linha seguida nesta pesquisa-ação é diferente: pretende fixar atenção às exigências teóricas e práticas para equacionarem problemas relevantes dentro da situação social, técnica e cultural que investiga.

Em geral, a idéia da pesquisa-ação encontra um contexto favorável quando os pesquisadores não querem limitar suas investigações aos aspectos acadêmicos e burocráticos da maioria das pesquisas convencionais. Querem pesquisas em que as pessoas implicadas tenham algo a dizer e a fazer. Não se trata de simples levantamento de dados ou de relatórios a serem arquivados. Com a pesquisa-ação os pesquisadores pretendem

desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos observados, afirma Thiollent (2003).

Nesta perspectiva, foi necessário definir com precisão, de um lado, qual era a ação, quais eram os agentes, seus objetivos e obstáculos e, por outro lado, qual era a exigência de conhecimento a ser produzido em função dos problemas encontrados na ação ou entre os atores da situação.

Resumindo alguns de seus principais aspectos, segundo Gil (2002), considera-se que a pesquisa ação é uma estratégia metodológica da pesquisa na qual há uma ampla e explícita interação entre pesquisador e pessoas implicadas na situação investigada; desta interação resulta a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta; o objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada e, finalmente, a pesquisa pretende aumentar o conhecimento ou o nível de consciência das pessoas e grupos considerados.

Thiollent (2003) ressalta que uma das especificidades da pesquisa-ação consiste no relacionamento desses dois tipos de objetivos:

- a) Objetivo prático: contribuir para o melhor equacionamento possível do problema considerado como centro da pesquisa, com levantamento de soluções e proposta de ações correspondentes às soluções para auxiliar os agentes e atores na sua atividade transformadora da situação. Este tipo de objetivo deve ser visto com pragmatismo, isto é, sem exageros na definição das soluções alcançáveis. Nem todos os problemas têm solução em curto prazo.
- b) Objetivo de conhecimento: obter informações que seriam de difícil acesso por meio de outros procedimentos e, sobretudo, aumentar nosso conhecimento sobre determinada situação.

Segundo Gil (2002), como complemento à discussão dos objetivos da pesquisa-ação, podemos indicar casos nos quais o objetivo é, sobretudo, instrumental; isto acontece quando a pesquisa tem um propósito limitado à resolução de um problema prático de

ordem técnica, embora a técnica não seja concebida fora do seu contexto sócio-cultural de geração e uso, como é o caso desta investigação.

Neste trabalho, o objetivo da pesquisa-ação foi principalmente voltado para a produção de conhecimento que não será útil apenas para o grupo considerado na investigação local. Trata-se de um conhecimento a ser confrontado com outros estudos e suscetível de parciais generalizações quanto à solução de questões técnicas, culturais e econômicas.

4.2. OBJETO DA PESQUISA

A ação escolhida para se proceder à investigação que levaria a responder as questões desta pesquisa foi a construção de uma edificação onde o material aplicado seria prioritariamente o bambu. A aplicação direta do bambu como um material de construção se revelou a priori no projeto desta pesquisa como um caminho metodológico de grande eficácia para a elucidação das questões de pesquisa, em que, o conjunto de todos os elementos enredados no processo como: sujeitos, materiais, métodos e processos, custos, tempo, entre outros, comporiam uma preciosa fonte de dados para se alcançar os resultados e as conclusões pretendidas.

No decorrer do curso de mestrado no NESA (Núcleo de Pós-graduação e Estudos do Semi-árido), a Petrobrás – Petróleo Brasileiro S.A.- através do Serviço de Meio Ambiente e Segurança – SMS, demonstrou interesse pelo projeto de disseminação da cultura do bambu ora em curso através do projeto de mestrado em andamento. Esse interesse decorreu do fato daquela empresa estar executando o Projeto do Sistema Agro-florestal Sucessional – SAF's, no município de Japaratuba – SE, onde se situa o seu maior campo de extração de petróleo em terra do Brasil e havia, então, a necessidade de construção do **Centro de Educação Agro-florestal – CEAF**, edificação que daria suporte ao projeto, aliás, decorrente, também, de dissertações desenvolvidas e defendidas no Prodema-SE.(Neto (2002), Bolfe(2004)).

Fomos contatados, inicialmente, como arquiteto prestando consultoria e orientação sobre a construção do Centro. O fato do projeto do Centro estar sendo implementado dentro de um

projeto maior para recomposição florestal, visto que a empresa busca soluções para resolver seu passivo ambiental, recuperando áreas degradadas com inclusão social, e sendo um projeto orientado pelos princípios do ecodesenvolvimento e com um caráter pioneiro e transformador na perspectiva da sustentabilidade ambiental, nos inspirou a sugerir o uso do bambu como material predominante nessa edificação, idéia que foi bem acolhida pelos agentes do grupo envolvido com as definições da obra e que abarcou a essência do projeto de dissertação em desenvolvimento.

Uma vez sugerida a alternativa do uso do bambu na construção, coube-nos o cuidado de esclarecer à Petrobrás o caráter experimental e investigador que permearia o processo de aplicação do bambu na construção do CEAF.

Atestadas nossas experiências anteriores como arquiteto com a utilização do bambu na arquitetura, a empresa decidiu por esta alternativa, incorporando a idéia de agregar a pesquisa à construção. Deve-se ressaltar que um aspecto de grande relevância norteou a decisão da Petrobrás: o orçamento apresentado para a construção com bambu foi 45,88% inferior ao apresentado para uma obra convencional.

Acertado o patrocínio da Petrobrás para execução da obra, foi executado o projeto de arquitetura do Centro, com todos os outros projetos complementares de instalações elétrica, hidráulica e telefônica. O projeto estrutural, que representa o elemento de maior relevância em uma obra dessa natureza, foi concebido com base em nossa experiência adquirida através de cursos de capacitação na EbioBambu¹.

A área total projetada para atender às necessidades de funcionamento do CEAF foi de 265,00 m², composta de salão para aulas, secretaria, recepção, cozinha e banheiros masculino e feminino. As figuras 4.1 e 4.2 apresentam elementos básicos do projeto.

¹ Escola de Bioarquitetura e Pesquisa Experimental com Bambu, localizada em Visconde de Mauá no estado do Rio de Janeiro, sob a direção da arquiteta Celina Lerena, dar curso anual de construção com bambu e tem diversas edificações de porte já executadas.

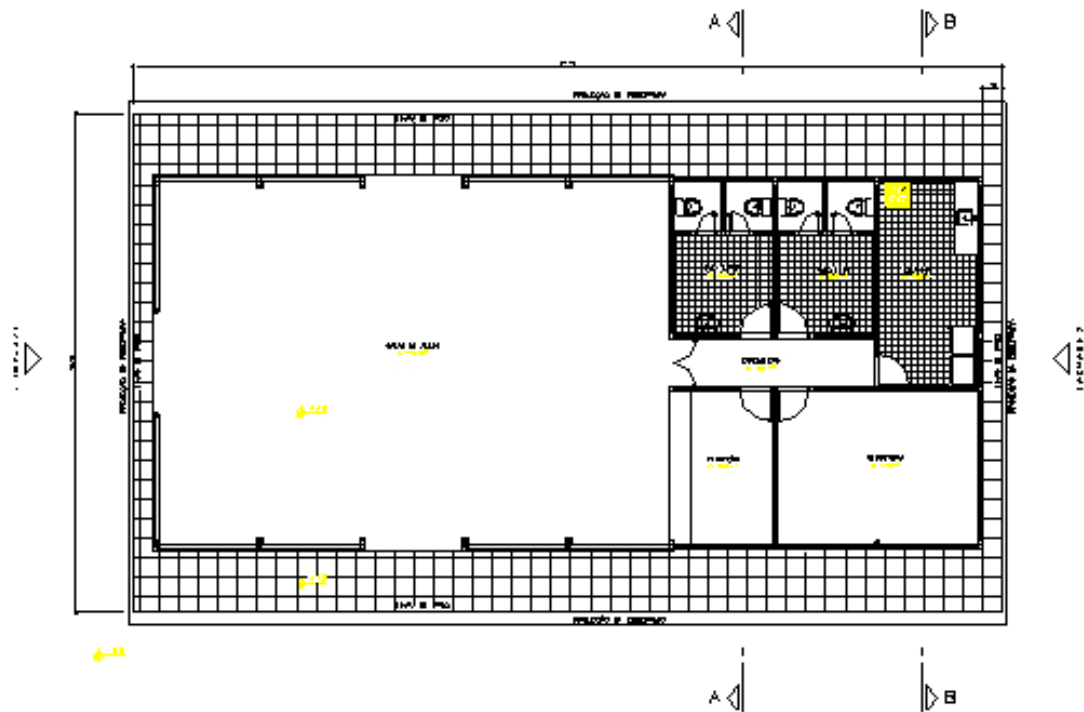


Figura 4.1: Planta baixa do CEAF.

O bambu, como toda madeira, sofre deterioração se submetido por longos períodos ao sol e as chuvas. Os raios ultravioletas destroem o brilho e altera a sua coloração natural, reduz a resistência mecânica e provoca rachaduras. A proteção por desenho é um dos métodos de preservar o bambu e aumentar a sua vida útil. Neste caso, foram projetados grandes beirais possibilitando uma completa proteção de toda a estrutura dessas intempéries, como se pode ver na Figura 12.

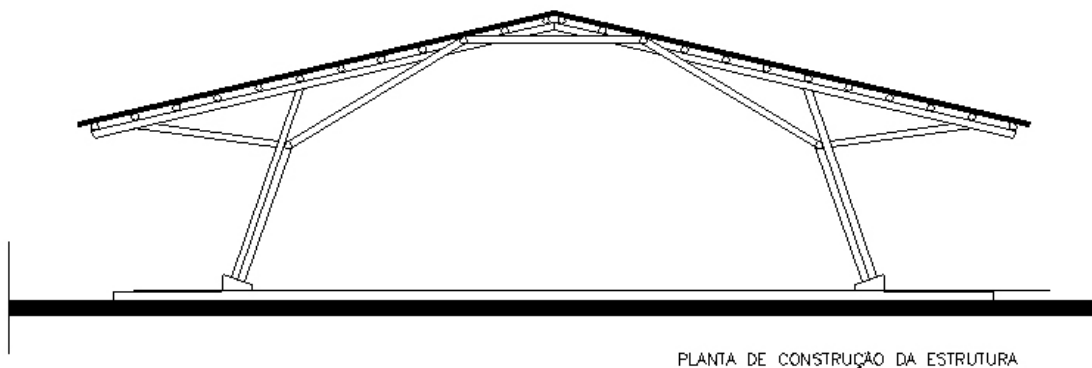


Figura 4.2: Vista do pórtico principal da estrutura.

4.3. DEFINIÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE CONSTRUÇÃO, DAS ESPÉCIES DE BAMBUS E MATERIAIS UTILIZADOS

Para a execução da estrutura, utilizou-se a **técnica** colombiana dos cortes cilíndricos para encaixes e ligações das peças por fixações metálicas¹. Método de comprovada eficácia para construção de estruturas com as características do modelo aqui projetado para construção nesta investigação.

A técnica escolhida para a edificação das paredes neste projeto foi a do “barrareque” ou “esterillas de bambu”² tradicionalmente utilizada em construções de casas na Colômbia e Equador e adaptada para as espécies de bambus encontradas aqui.

Esta escolha se deu pelo fato de termos conhecimento adquirido sobre tal tecnologia e considerarmos que, pela sua simplicidade de execução, eficiência técnica, estética e durabilidade, apresenta grandes possibilidades de uso em diversos outros tipos de edificação, principalmente habitação de interesse social, podendo, depois de testada nesta pesquisa, ser replicada em outros projetos.

As variáveis que condicionaram a escolha das **espécies de bambu** utilizadas nesta pesquisa-ação foram: características físicas e mecânicas do material, disponibilidade para aquisição em condições economicamente viáveis e desempenho estético na obra. A partir da obtenção desses dados, foram definidas as seguintes espécies a serem utilizadas:

1. *Phylostachys pubescens* (bambu mossô), para a estrutura;
2. *Phylostachys áurea* (cana da Índia) para acabamentos;
3. *Bambusa vulgaris* (taquara ou taboca) para as paredes.

Além do bambu como **material** predominante, utilizaram-se materiais convencionais como o concreto para construção da laje de contra-piso e sapatas. Na argamassa para reboco não foi utilizado cimento. Optamos pelo antigo uso tradicional da cal e areia pelo seu efeito

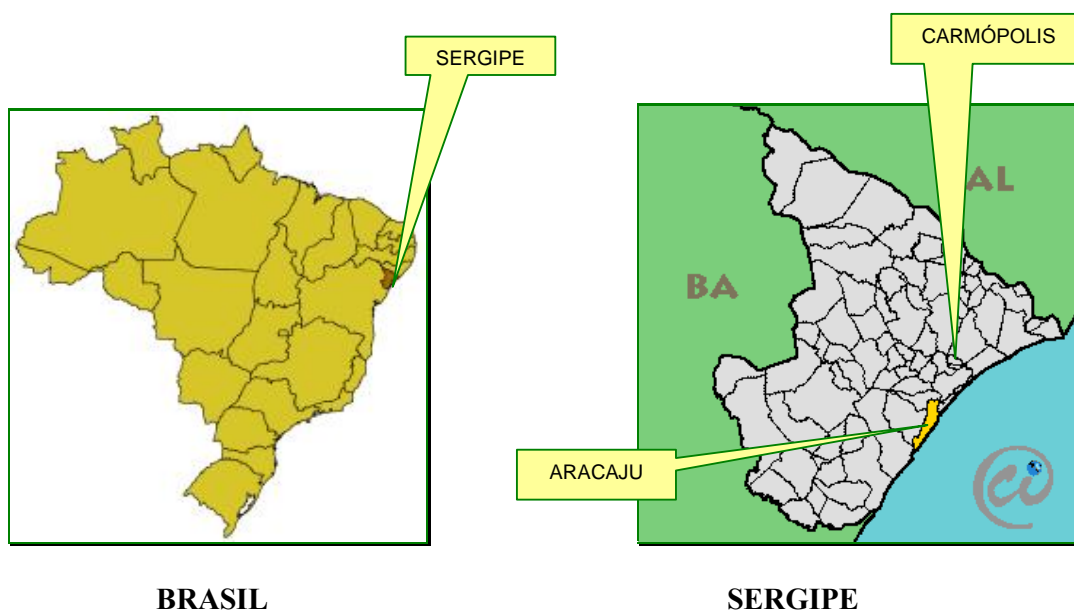
¹ Não existe ainda uma terminologia brasileira que defina tais procedimentos técnicos.

² Neste caso também, ainda não existe no Brasil uma terminologia apropriada para traduzir tais palavras do espanhol para o português permanecendo neste trabalho os termos técnicos utilizados nos seus países de origem.

imunizante para as esteiras de bambu das paredes e pelo seu custo inferior as argamassas compostas com cimento. Nas instalações elétricas e hidráulicas foram utilizados materiais convencionais, ressaltando aqui a substituição dos eletrodutos plásticos por colmos de bambu da espécie *Phylostachys áurea*, a popular cana-da-índia. Para a cobertura foi escolhida uma telha fabricada à base de betume asfáltico e papelão reciclado, conhecida no mercado da construção como “telha ecológica”. Trata-se de uma telha com patente francesa, fabricada por uma concessionária brasileira no Rio de Janeiro. A escolha se deu por diversas características físicas compatíveis com as características da obra: leveza do material ($6,50 \text{ kg/m}^2$), facilidade de trabalho, preço acessível e beleza.

4.4. CENÁRIO DA PESQUISA

O local escolhido para construção do CEAF, foi o **Horto do Diogo**, situado na fazenda Oiteirinhos de propriedade da Petrobrás, no município de Carmópolis. Neste município se encontra o maior campo de extração de petróleo em terra do Brasil (cerca de 1.490 poços), o Campo de Carmópolis.



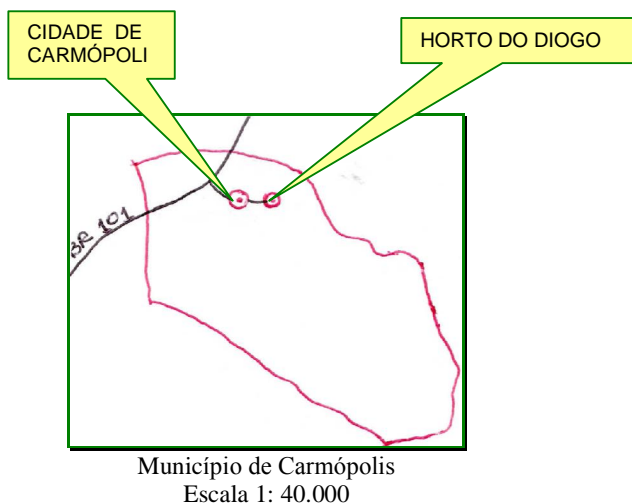


Figura 4.3: Localização da pesquisa.

O **Horto do Diogo** é uma estação de produção de mudas de espécies florestais que são utilizadas no projeto SAFS. Com uma área de 6,8 ha, o Horto concentra exemplares da flora da Mata Atlântica e uma nascente de água que, em passado recente, foi o balneário público da cidade de Carmópolis. Situa-se a uma distância de 35 km em linha reta de Aracaju e 64 km por rodovia, através da BR 101 Norte.

4.5. OS ATORES SOCIAIS

Dois grupos sociais distintos foram envolvidos nesta pesquisa-ação:

Grupo um (participantes indiretos): - Engenheiro Chefe da Fiscalização

- Engenheiro Fiscal
- Gerente do Projeto SAF's

Grupo dois (participantes diretos): - José Heleno, Oficial carpinteiro

- José Anderson, Aprendiz de carpinteiro
- Paulo Sérgio, Agricultor 1
- José Carlos, Agricultor 2
- Nelson, Agricultor 3
- Edmilson, Agricultor 4.

O grupo um, definido como participantes indiretos da ação, foi composto de funcionários da Petrobrás no exercício específico de suas funções, que foram designados para a fiscalização desta obra. Embora se tratando de uma obra de caráter experimental dentro de um projeto de pesquisa e destinada a um fim sem vínculo com a atividade petroleira, a obra foi submetida a todas as normas de segurança e qualidade adotadas para uma construção convencional contratada pela Petrobrás. Daí este grupo, que exerceu o papel fiscalizador ao longo do processo construtivo, ter participado na ação de forma indireta, todavia, interagindo com as questões de pesquisa, tornando-se assim, atores no processo de investigação.

O grupo dois, definido como participantes diretos da ação, foram os elementos determinantes do processo de construção e, portanto, um dos principais condutores desta pesquisa. Para composição deste grupo foi selecionado um oficial carpinteiro, um aprendiz de carpinteiro e quatro agricultores integrantes do projeto SAF's, que foram liberados de suas funções nesse projeto, para se incorporarem à pesquisa. A escolha dos quatro agricultores envolvidos no projeto do SAFS se deu pelo fato de que estes seriam os principais usuários da obra objeto desta pesquisa. Pressupunha-se então, que haveria um interesse manifesto por parte destes em todas as fases do processo de construção, para que se pudessem alcançar os resultados esperados.

Nenhum dos membros desse grupo tinha experiência anterior com o trabalho com bambu, e os seus primeiros contatos com este material seriam nessa obra. Esta foi uma condição para se avaliar uma das questões de pesquisa: Qual o desempenho da mão-de-obra não especializada frente a um material novo que exige técnicas específicas?

Para seleção do grupo de amostragem, quatro entre os doze agricultores envolvidos no Projeto SAFS, foi promovida uma reunião no próprio local da obra, em março de 2004, quando foram expostos e debatidos os objetivos da pesquisa e o processo de planejamento e desenvolvimento dos trabalhos e, ainda estabelecidas as primeiras diretrizes de ação. Para a seleção desse grupo foi adotado o critério da intencionalidade. Os indivíduos foram selecionados a partir de características tidas como relevantes pelo pesquisador e participantes, o que se mostra mais adequado para a obtenção de dados de natureza qualitativa, o que é o caso da pesquisa-ação.

Neste caso, foram selecionados os agricultores que relataram alguma experiência com carpintaria, construção (Edmilson e Paulo Sérgio), ou demonstraram intenção para tal (todos); os que tinham ascendência no grupo e demonstraram lideranças informais (José Carlos), assim como um que não demonstrou nenhuma dessas características (Nelson). A intencionalidade foi assumida para avaliar num grupo diverso o grau de absorção das técnicas, da cultura do bambu e dos princípios da racionalidade ambiental.

A esse grupo de quatro agricultores, foram reunidos: um oficial carpinteiro e um aprendiz de carpinteiro em fase mediana de formação profissional. Esses dois indivíduos de capacitação profissional específica seriam os coordenadores diretos das ações de construção no canteiro de obras, derivadas das diretrizes debatidas e definidas pelo grupo.

Na pesquisa-ação, uma capacidade de aprendizagem é associada ao processo de investigação. Segundo Thiollent (2003), a ação investigada envolve produção e circulação de informação, elucidação e tomada de decisões, e outros aspectos supondo uma capacidade de aprendizagem dos participantes. Estes últimos já possuem essa capacidade adquirida na atividade normal. Nas condições peculiares da pesquisa-ação, essa capacidade foi aproveitada e enriquecida em função das exigências da ação em torno da qual foi desenrolada a investigação.

A aprendizagem dos participantes foi facilitada pelas contribuições do pesquisador, que, como especialista detentor de um saber formal (dotado de certa capacidade de abstração) foi capaz de organizar sistematicamente a aprendizagem por meio de reuniões, pelos modos de discussão que conseguiu promover, pela apresentação de desenhos, modelos reduzidos e outros materiais didáticos que, além de facilitar a aprendizagem de diferentes maneiras, criaram condições para expressão do saber informal, baseado na experiência concreta dos participantes “leigos” que, geralmente, se apresentou rico, espontâneo e muito apropriado à situação local.

Por sua vez, o saber do pesquisador foi entendido como incompleto, não se aplicando satisfatoriamente a todas as situações. Foram estabelecidas formas muito claras de comunicação e de intercompreensão com os participantes diretos, agentes do saber local, e o pesquisador, detentor do saber formal. Na busca de soluções aos problemas colocados, e

para que o conhecimento se desse com reciprocidade, pesquisador e participantes chegaram a um relacionamento adequado e produtivo entre saber formal e saber informal.

Nessa perspectiva de inter-relacionar esses dois universos de representação, buscando meios de intercompreensão do saber científico e tecnológico com o com o saber local (etnoconhecimento), processados simultaneamente no contexto desta pesquisa, se empreendeu essa ação em que pesquisador e participantes se integraram num processo com um objetivo comum.

4.6. INSTRUMENTOS

No que diz respeito à informação já existente sobre o tema desta investigação, foram utilizadas variadas técnicas documentais para a coleta de dados. Uma extensa **revisão bibliográfica** buscou informações publicadas no Brasil e no exterior avaliando o Estado da Arte da pesquisa com bambu. **Visitas de campo** foram feitas para o reconhecimento de protótipos, obras em andamento e concluídas, visitas a diversos bambuzais, unidades de tratamento e processamento, no Brasil e no exterior. A **documentação fotográfica** representou um dos instrumentos mais eficazes para a coleta de dados desta pesquisa. Cerca de 1.500 fotos compõem o acervo documental desde a fase exploratória do trabalho até a conclusão deste.

Relação das **visitas de campo** empreendidas durante a pesquisa:

1. EbioBambu – Visconde de Mauá – RJ, novembro de 2003
2. Instituto do Bambu – Maceió – AL, dezembro de 2003
3. Centro de Informações Ambientais (em construção) Tinguá – RJ, janeiro de 2004
4. Visita à oficina de tratamento e processamento do Sr. Ruy Fukushima – Atibaia – SP, janeiro de 2004.
5. Visita a dois bambuzais dos gêneros *Phyllostachys* e *Dendrocalamus* em Atibaia e Embu-Guaçu, em São Paulo, janeiro de 2004.
6. Simpósio Internacional Guadua 2004, Pereira - Colômbia, Setembro de 2004, com visita a diversas obras, instituições, bambuzais e oficinas de processamento e

escritórios de arquitetos, nas cidades de Armênia, Manizales, Pereira e Bogotá na Colômbia, no período de 25 de setembro a 9 de outubro de 2004.

7. Reconhecimento visual e documentação fotográfica dos bambuzais nos municípios de Riachuelo, Divina Pastora, Capela e Japaratuba, em Sergipe. 2003 e 2004.
8. Levantamento topográfico e fotográfico do Horto do Diogo, com cadastramento das edificações existentes, posicionamento das árvores com relação às edificações, locação da nascente e traçado do curso d'água. Informações necessárias para locação da obra do CEAF.

As **reuniões dirigidas** com o grupo de participantes e **entrevistas** individuais representaram outro instrumento importante no desenvolvimento da ação e coleta de dados do processo.

A técnica da **observação** empírica teve um papel essencial no processo de investigação deste projeto. A observação, afirma Gil (2002), é o uso dos sentidos com vistas a adquirir os conhecimentos necessários para o cotidiano, podendo ser utilizada como procedimento científico. Nesse sentido, constitui um elemento fundamental e imprescindível durante o processo de pesquisa. Foi, todavia, na fase de coleta de dados que seu papel tornou-se mais evidente, estando presente em vários momentos da pesquisa, tendo sido considerada como método de investigação.

Para Lakatos e Marconi (1996), a observação pode ser sistematizada em: observação direta extensiva que utiliza as técnicas de questionário, formulário, medidas de opinião e de atitudes, testes, sociometria, análise de conteúdo; e observação direta intensiva, que utiliza algumas técnicas, dentre elas a observação simples, participante e sistemática.

Para Gil (2002), numa **observação simples** o pesquisador observa de maneira espontânea os fatos que ocorrem numa comunidade, grupo ou situação que pretende estudar, sendo muito útil quando é dirigida ao conhecimento de fatos ou situações que tenham certo caráter público (hábitos de compra, de vestuário, de convivência social, de frequência de lugares etc.). É mais adequada aos estudos exploratórios qualitativos.

Numa **observação participante** Gil (2002), ressalta que o pesquisador interage com os membros da situação investigada, podendo assumir o papel de um membro do grupo, chegando ao conhecimento da realidade local a partir do interior do mesmo, sendo necessário manter um relacionamento agradável e de confiança. O pesquisador observa a distinção entre ciência popular e ciência dominante, envolvendo posições valorativas derivadas do humanismo e de concepções marxistas. Interessa-se pela minimização da relação entre dominantes e dominados, prioriza a investigação junto às minorias.

Já a **observação sistemática**, segundo Gil (2002), é utilizada em pesquisas cujo objetivo é a descrição com maior precisão de fenômenos ou o de teste de hipóteses, podendo ocorrer em situações de campo ou laboratório, neste último, torna-se quase um procedimento experimental. O pesquisador, antes da coleta de dados, deve realizar estudos exploratórios visando elaborar um plano específico para a organização e registro das informações, estabelecendo, de antemão, as categorias necessárias à análise da situação.

Neste caso a estratégia de aplicação da técnica da observação científica como método de investigação baseou-se na associação da observação simples, da observação participante e da observação sistemática, uma vez que nesta pesquisa ocorreu um constante movimento oscilatório entre as fases, que iam sendo determinadas pela dinâmica do pesquisador em seu relacionamento com a situação pesquisada, o que implica em permanente construção a partir dos estímulos aplicados e das respostas recebidas do grupo.

Os fenômenos observados foram sistematicamente registrados por meio de anotações escritas nos Relatórios Diários de Ocorrência – RDO's (Anexo 3) e documentados fotograficamente em meio digital, o que permitiu uma avaliação imediata dos dados coletados por parte dos membros do grupo. Isto foi possível através das imagens de computador no canteiro de obras, que serviu de instrumento pedagógico essencial de retroalimentação dos processos de aprendizagem e construção. Todos esses instrumentos, intencionalmente combinados em várias etapas da pesquisa, buscaram tornar os dados obtidos mais precisos e constituíram ferramentas para a construção de matrizes.

TERCEIRA PARTE

RESULTADOS E CONCLUSÕES



CAPÍTULO 5

DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS



5. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Definidos e levados a efeito os passos metodológicos iniciais desta pesquisa, tais como: questões, métodos, objeto, cenário, atores sociais e instrumentos, iniciou-se o processo de construção do objeto.

5.1. AQUISIÇÃO DO BAMBU

Como o bambu é o material predominante nesta construção experimental e sendo o seu desempenho na obra uma das mais relevantes questões de pesquisa, foram considerados de muita importância os critérios de seleção dos colmos utilizados para a estrutura. . Na fase exploratória desta pesquisa identificamos diversos bambuzais, potenciais fornecedores, na quantidade e qualidade que desejávamos. Após uma seleção prévia, visitamos dois bambuzais em janeiro de 2004, três meses antes do início da obra, uma vez que o bambu necessita de um período de sazonalidade de, pelo menos, dois meses após a colheita.

O primeiro bambuzal visitado situa-se no município de Atibaia, a cerca de 72 km da cidade de São Paulo, onde se localizam diversas colônias de descendentes de imigrantes japoneses que cultivam o bambu da espécie *Phylostachys pubescens*, vulgarmente conhecido como bambu mossô, utilizado para a colheita dos brotos, alimento comum na culinária japonesa. O segundo no município de Embu-Guaçu, acerca de 42 Km da cidade de São Paulo, de um conhecido fornecedor de bambus para construção na região litorânea norte do Estado de São Paulo.

A visita deu-se com o objetivo de certificar a idade, procedimentos de colheita, dimensões e qualidade das peças a serem adquiridas para uso na pesquisa. As fotos 2 e 3 mostram os bambuzais de onde foram colhidos os bambus da espécie *Phylostachys pubescens*.



Foto 5.1.: bambuzal em Atibaia – SP.



Foto 5.2.: bambuzal em Embu-Guaçu - SP

A partir do pré-dimensionamento estabelecido pelo projeto arquitetônico, foram selecionados entre os dois bambuzais 300 colmos com 7,50 m de comprimento e diâmetro médio de dez centímetros. Os colmos selecionados foram marcados com tinta vermelha para certificar a colheita, que foi feita durante o mês de janeiro. A carga foi embarcada em um caminhão transportador de laranja de Sergipe para São Paulo, em um frete de retorno - o que diminuiu em 30% o custo do transporte - e desembarcada em fevereiro no local da obra e imediatamente os colmos foram postos para secar a sombra por cerca de 60 dias.

Com a chegada do bambu ao local da pesquisa e os primeiros manejos com o material, iniciou-se a pesquisa-ação com os atores sociais. Nesse período, antes do início da obra, foram levadas a efeito reuniões de planejamento e debates com o grupo participante direto, para avaliação e definição das etapas, procedimentos e técnicas a serem utilizadas na construção, quando eram apresentados desenhos, fotos, maquete, e imagens no computador, com a intenção de facilitar o conjunto dos processos mentais no pensamento, na percepção, na classificação e reconhecimento da idéia do objeto que iríamos construir.

Nesse período também foram efetuados levantamentos em campo no município de Japarutuba, acerca de seis quilômetros do cenário da pesquisa, para avaliação dos bambuzais de *Bambusa vulgaris*, vulgarmente conhecido como taquara ou taboca onde seriam colhidos os colmos para confecção das esteiras a serem utilizadas na construção das paredes. A colheita deveria se dar com antecedência, pois as esteiras necessitam de um tempo de secagem de trinta dias antes do uso. Nessa etapa, o conhecimento que os agricultores, membros do grupo participante, tinham da geografia e da flora local, foi de

grande importância para a localização dos bambuzais e escolha das melhores touceiras para colheita.

5.2. CONFECÇÃO DAS ESTEIRAS

Selecionado o bambuzal que apresentou colmos com melhores propriedades físicas tais como: diâmetros apropriados, linearidade das peças, maturidade, e fácil acessibilidade, promovemos no próprio bambuzal uma reunião de todo o grupo para expor as técnicas de colheita e os procedimentos para a confecção das esteiras. Após cerca de duas horas de exposição, experimentação e avaliação de alguns protótipos de esteiras, o grupo iniciou os trabalhos sem a nossa participação direta, para avaliação de resultados. Após a confecção de algumas peças, o grupo encontrava-se apto à produção em série e, pela experiência adquirida com o manejo de ferramentas agrícolas, foram sugeridas pelos agricultores alterações nos instrumentos utilizados para o trabalho, tais como redução da largura e mudança do ângulo da lâmina do limpador, que, depois de modificado reduziu o tempo e o esforço para a produção de esteiras.

A cada ação de aperfeiçoamento sugerida e aplicada aos processos de trabalho era colocada para o grupo a importância da observação sistemática dos métodos, para possibilitar o desenvolvimento técnico individual e grupal, e a produtividade do trabalho. As sugestões de aperfeiçoamento e a aquisição de um novo conhecimento eram sempre ressaltadas com reconhecimento e admiração.

De acordo com a quantificação prevista no projeto, cem colmos de 7,50 m de comprimento e sete centímetros de diâmetro médio foram colhidos para a preparação de trezentas esteiras com 2,5 m por 0,3 m de largura, trabalho que se estendeu por todo o mês de março.

As fotos 5.3. a 5.5. mostram os procedimentos de preparação das esteiras:



Foto 5.3.: Colheita de taquara.



Foto 5.4: Abertura dos colmos.



Foto 5.5.: Preparo da esteira

5.3. CONSTRUÇÃO DAS FUNDAÇÕES

Os serviços no canteiro de obras tiveram início em abril com a construção das fundações de sustentação da edificação. Uma laje de concreto simples com 270 m² e 10 cm de espessura e resistência característica (F_{ck}) $\geq 11,0$ Mpa, foi construída como contra-piso e 18 sapatas com dimensão de 30x40x40cm em concreto armado, com resistência característica (F_{ck}) $\geq 15,0$ Mpa para apoio dos pilares de bambu.

O cálculo estrutural apresentou cargas em torno de 420 kgf sobre cada sapata, enquanto que, um cálculo comparativo para a mesma edificação com materiais convencionais, apresentou cargas de 3.320,00 kgf por pilar. Verificou-se nesta construção uma redução de oito vezes das cargas suportadas pelas sapatas, o que reduziu em 60% as dimensões das fundações, representando uma economia de 8% no custo total da obra. A forma tubular oca do bambu, que lhe imprime grande resistência mecânica e leveza, apresentou-se aqui como uma propriedade de grande importância para a sua qualificação como material para construção.

A sapata tratada com aditivos impermeabilizantes tem também a função de isolar os pilares da umidade do solo, protegendo assim o bambu da proliferação de fungos e bactérias que podem causar o seu apodrecimento nesse ponto de contato. As fotos 5.6. e 5.7. mostram o posicionamento do conjunto sapata/pilar.



Foto 5.6.: Linha de sapatas.



Foto 5.7.: Sapata com pilar

5.4. TRATAMENTO DOS COLMOS

Com uma área de 270 m² de piso uniforme e impermeável que possibilitaria a trabalhabilidade com as peças longas de bambu de 7,5 m, passamos para a fase de tratamento dos colmos que na etapa seguinte seriam utilizados na construção da estrutura.

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. Apesar da baixa toxicidade das soluções utilizadas na preservação do bambu, os sais e ácidos de suas composições, em grandes quantidades provocam impactos ambientais indesejáveis em áreas frágeis. O cenário desta pesquisa é uma área de proteção ambiental com nascente e curso d'água que precisávamos cuidar.

A cura pelo fogo, como apresentado na 1ª Parte deste trabalho, é um método utilizado para a redução dos teores de umidade, amido e açúcares dos colmos do bambu, proporcionando maior resistência natural ao ataque de insetos e uniformidade na coloração das peças. Tradicionalmente os colmos são submetidos ao fogo sobre uma fonte de calor onde se usa

mais comumente o carvão, aí as peças são giradas manualmente, num processo artesanal que demanda muita atenção, tempo e cuidado.

Para tornar mais uniforme e ágil o processo de “queima” das grandes peças que estávamos utilizando, desenvolvemos um queimador circular de cobre, alimentado com GLP (gás liquefeito de petróleo ou gás de cozinha) que mostrou grande desempenho no método da cura pelo fogo. As peças que seriam utilizadas na estrutura foram “queimadas” para receberem, em seguida, a solução preservante. As fotos 5.8. e 5.9. mostram o queimador:



Foto 5.8. – Queimador de bambu



Foto 5.9. – Queimador em uso

O queimador circular de bambu apresentou uma produtividade quatro vezes maior que o uso tradicional do carvão, com redução da energia despendida no trabalho, porém identificamos com o uso que ainda requer aperfeiçoamentos para se alcançar melhor desempenho na padronização da peça. De toda sorte, o desenvolvimento desta peça já assinalou, pela construção rápida e barata, seu uso em empreendimentos comunitários de interesse social, pois em abril de 2004, seu custo total, exceto o botijão de gás, foi de R\$ 48,00.

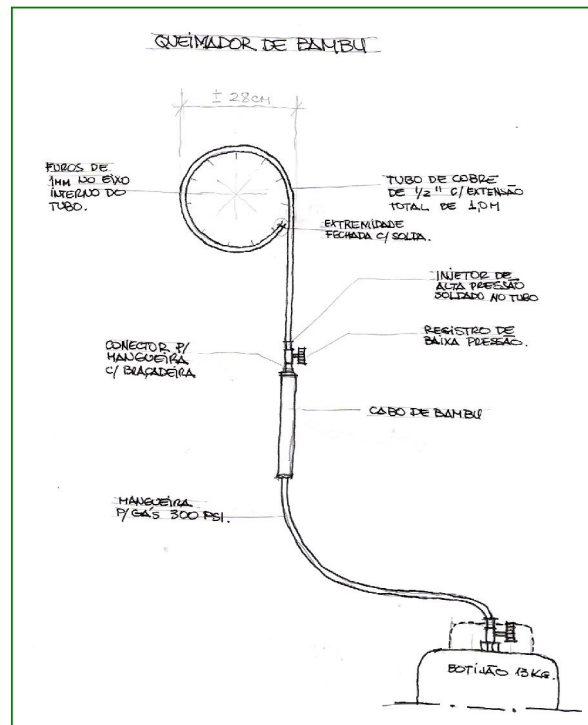


Figura 5.1. : Projeto do queimador de bambu. Fonte: Nunes (2004)

Para o tratamento interno dos colmos, foi utilizada a fórmula de Lengen (1997) cuja composição apresenta-se a seguir:

Sulfato de cobre	1 kg
Ácido bórico	3 kg
Bórax	5kg
Água	100 l

Quadro 5.1 – Solução imunizante, Lengen (1996).

Para facilitar a aplicação do produto e aumentar a produção com redução da energia de trabalho, adaptamos uma seringa auto-carregável utilizada na vacinação bovina que apresentou um avanço no processo de injeção, principalmente por evitar o contato manual com os produtos químicos utilizados.



Foto 5.10.: Furo para injeção.



Foto 5.11.: Injetando a solução.

Após ensaios dos métodos técnicos de manejo do queimador, procedimentos de segurança no trabalho, abertura dos furos das peças, preparação da solução, injeção e fechamento dos furos, o grupo não apresentou nenhuma dificuldade para proceder com o método, concluindo o processo de tratamento em nove dias de trabalho. O rendimento foi considerado ótimo por todos, visto que, foram tratadas mais de 30 peças a cada dia de trabalho.

5.5. CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA

O início da etapa de construção da estrutura, em que os participantes diretos entrariam em contato com as técnicas de construção com o bambu, iniciou-se com uma reunião/seminário no canteiro de obras, em que foram feitas exposições de slides, desenhos, análise da maquete construída na escala 1:25, reconhecimento da ferramentaria que seria utilizada e ensaios dos procedimentos mais importantes como cortes e ligações de peças. A técnica colombiana adotada nesta pesquisa é de fácil compreensão, no entanto a sua prática requer conhecimento e aplicação de normas técnicas estabelecidas e do conjunto de processos de uma carpintaria específica, dada a forma cilíndrica do bambu, cujo rigor técnico é absolutamente necessário para se conseguir bons resultados.

Tivemos o cuidado de estender o processo didático de reconhecimento e cognição desses métodos, ensaiando individualmente com cada um dos participantes do grupo e avaliando o desempenho na assimilação da técnica e da aplicação desse conhecimento na prática, até que apresentassem a capacitação necessária para o início dessa etapa com segurança. Três dias foram suficientes para que Heleno, Anderson e José Carlos, que já possuíam alguma

experiência no ofício da carpintaria, se tornassem aptos a iniciar os trabalhos, Paulo, Nelson e Edmilson, desempenhariam as tarefas de ajudantes no início desta etapa.

Ressalta-se que a minha participação na ação como pesquisador e membro do grupo, deu-se em diversas atividades: como facilitador do processo de conhecimento, compras e abastecimento, administração institucional junto a Petrobrás, carpinteiro, fotógrafo e relator dos dados da pesquisa.

As fotos 5.12 a 5.13 e as figuras 5.2 a 5.4 apresentam alguns procedimentos técnicos mais comumente utilizados que fizeram parte do processo de capacitação.



Foto 5.12: Técnica de corte. A serra deve ter o diâmetro do bambu.



Foto 5.13: Serra-copo



Foto 5.14: Corte ortogonal.



Foto 5.15: Corte em 45°



Figura 5.2: Parafusos de ligação da estrutura.

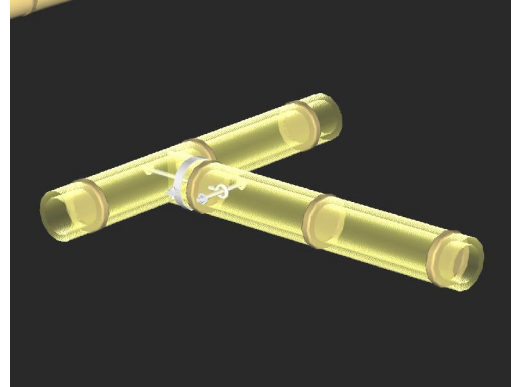


Figura 5.3: Modelo de ligamento de peças.

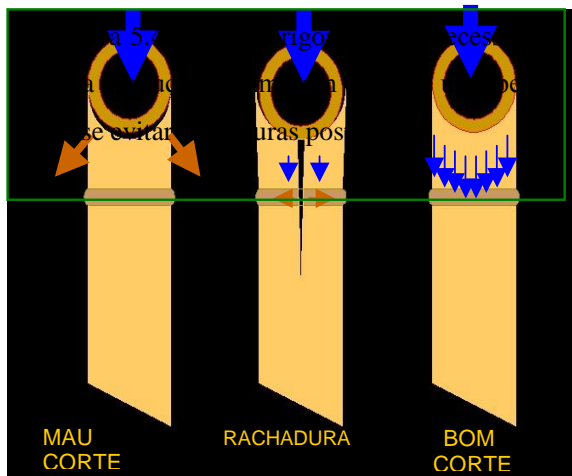


Figura 5.4: Bom corte, mau corte do bambu.



Foto 5.16: Resultado do 1º ensaio

O processo de construção da estrutura nessa obra, se deu, em parte, dentro de um sistema de pré-moldagem, em que os pórticos principais eram construídos no solo e erguidos para as suas posições definitivas. Para reduzir a possibilidade de erro na construção dessas peças, construímos um gabarito fixo no solo, onde as peças de bambu eram encaixadas para corte e fixação por parafusos.

O desenho do pórtico foi transferido para o solo na escala 1:1 estendendo-se linhas de nylon e fixando-as com pregos, em seguida pedaços de caibros de madeira com cavas de diâmetros iguais aos do bambu foram pregadas ao solo para compor o gabarito. Este procedimento havia sido adotado para a construção da maquete na escala 1:25 e, repetido experimentalmente na obra em escala natural, mostrou-se, pela sua eficácia, como uma matriz a ser adotada na construção de estruturas de bambu.



Foto 5.17: Gabarito do pórtico

Neste caso de pré-moldagem dos pórticos e elevação para o local definitivo, a leveza física do bambu mostrou-se novamente como uma excelente propriedade, facilitando a trabalhabilidade na obra, uma vez que quatro pessoas eram suficientes para transportar e erguer uma peça de 12,50 m de comprimento por 3,5 de altura, operação impraticável manualmente se utilizados materiais convencionais.



Foto 5.18: Fixação do primeiro pórtico

A colocação do primeiro pórtico no dia 08 de maio de 2004, 20 dias após o início da pesquisa, representou um marco para todos os participantes na nossa pesquisa-ação. Visualizar aquela peça ali erguida foi vivenciar a materialização desse novo conhecimento assimilado e aplicado pelo grupo.



Foto 5.19: Seqüência de pórticos paralelos.

Desde o projeto, buscou-se conceber uma forma arquitetônica simples e modulada, procurando-se reduzir os níveis de complexidade no processo construtivo. Para tanto, foi desenhado um pavilhão que seria composto por nove pórticos idênticos que se repetiriam paralelamente a cada 2,50 m. As ações e métodos que se repetiram sucessivamente durante a construção da estrutura, pela sua forma modular, levou o grupo a adquirir maior grau de aptidão a cada módulo executado, aperfeiçoando operações e obtendo conseqüentemente melhores resultados.

As chuvas intensas de maio, mês de maior pluviosidade em Sergipe¹, nos levou a tomar medidas de proteção para o bambu com o fim de evitar danos ao material, cobrindo-o com lonas. Uma questão foi levada a debate pelo grupo: Diante das fortes chuvas, deveríamos parar temporariamente os trabalho até que estas pudessem se amenizar em julho?

¹ Com pluviômetro instalado no local da pesquisa, registramos um índice de 440mm de pluviosidade em maio.



Foto6. 5.20: Protegendo o bambu da chuva.

5.6. CONSTRUÇÃO DA COBERTURA

Por orientação dos participantes do grupo direto, residentes na região, que por experiência afirmaram que as chuvas poderiam se estender com tal intensidade até agosto, foi decidido por consenso que iríamos acelerar a etapa de construção da cobertura, pois resolveríamos o problema de trabalhar a céu aberto, uma vez que teríamos toda a área do pavilhão coberta e aí estaríamos protegidos para o desenvolvimento das etapas seguintes.

Todo o grupo se envolveu e se empenhou na tarefa de apressar o processo de construção da cobertura. Heleno, como oficial carpinteiro e experiente na execução de telhados, se encarregou de dar as instruções necessárias para possibilitar a todos a habilitação necessária para a execução de cada tarefa individualmente determinada. Ao final de 8 dias, incluindo-se um sábado e um domingo, terminamos a cobertura. Ato que foi comemorado com uma feijoada à sombra dessa nossa produção.



Foto 5.21: Execução da cobertura.

À medida que avançava o telhado a lona era deslocada para manter a proteção das peças da estrutura.



Foto 5.22: Pavilhão coberto



Foto 5.23: Vista aérea do cenário da pesquisa.

Após a conclusão de toda a estrutura do pavilhão e colocação do telhado, o grupo de participantes indiretos, composto pelos engenheiros da Petrobrás encarregados da fiscalização dos serviços, procedeu a uma inspeção para avaliação da rigidez, segurança, alinhamento e equilíbrio da estrutura. Após exame técnico efetuado pelo grupo no sistema estrutural e cobertura, estes foram considerados dentro dos padrões de qualidade e segurança estabelecidos pela empresa. A cada etapa¹ concluída, repetiam-se os procedimentos técnicos de avaliação pelos engenheiros da Petrobrás.

O fato desta obra experimental ter sido monitorada pela fiscalização técnica da Petrobrás, rigorosa nos seus critérios de avaliação quanto à qualidade e segurança, credenciou mais ainda os resultados desta pesquisa, uma vez que nos auxiliava a corroborar os resultados encontrados.

¹ As etapas da obra aqui são consideradas de acordo com o que foi descrito previamente no Memorial Descritivo da Construção definido com o Departamento de Engenharia da Petrobrás (Anexo 2).

5.7. FIXAÇÃO DOS PILARES

A fixação dos pilares às sapatas foi feita por meio de barras de aço CA 24 de 10 mm de diâmetro e 0,5 m de comprimento, concretadas às sapatas e que, após receberem os pilares, eram cimentadas no seu interior, criando-se um sistema de grande rigidez e segurança, como mostram as fotos 5.25 a 5.28.



Foto 5.24: Abrindo os diafragmas dos nós do bambu.

Rompidos os diafragmas dos nós dos colmos, como se vê na foto 5.24, até a altura de 50 cm, o pilar era colocado sobre a sapata com a barra de aço em seu interior. Após o completo nivelamento e prumada da peça, se procedia a cimentação.

Através de um furo de 2,5 cm aberto com uma serra-copo na altura de 0,5 m da parte inferior do pilar, introduziu-se a argamassa de cimento e areia na proporção 1:3, utilizando-se uma garrafa pet cortada ao meio como funil. A dificuldade de se encontrar alguns produtos no restrito mercado da cidade de Carmópolis, nos obrigou a soluções alternativas de diversas questões como esta.



Foto 5.25: Fixação do pilar



Foto 5.26: Cimentando o pilar.

Este processo garante a fixação do pilar à sapata sem que seja necessário chumbar a peça ao concreto. Simplesmente apoiado sobre a sapata impermeabilizada, garante-se o isolamento do bambu da umidade natural do solo, evitando-se assim a possibilidade de proliferação de fungos e bactérias que provocam o apodrecimento do bambu neste ponto de contato.

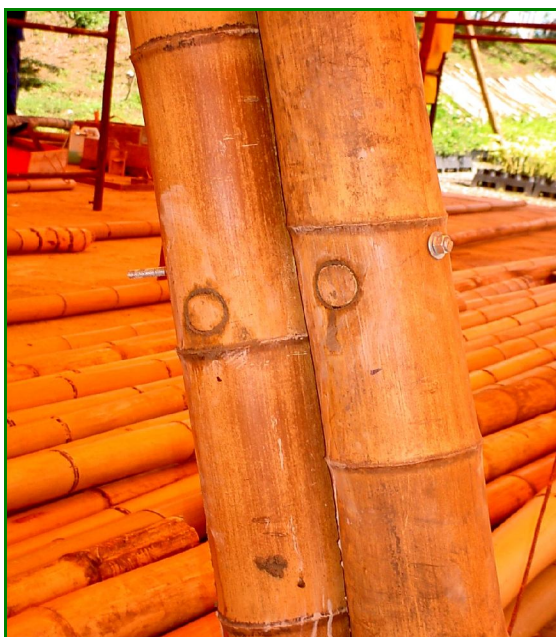


Foto 5.27: Acabamento do furo de cimentação.



Foto 5.28: Pilar pronto.

Cimentado o pilar, reutilizávamos as peças circulares retiradas pelos cortes da serra-copo como tampas para fechamento dos furos por onde se havia introduzido a argamassa. O uso da garrafa pet como funil e a reutilização das tampas dos furos, foram idéias de Heleno.

5.8. CONSTRUÇÃO DAS PAREDES

Pronta a estrutura e coberto o pavilhão, seguiu-se a etapa de construção das paredes, que nesta pesquisa foi colocada como uma questão de grande relevância, por ser, dentre as tecnologias utilizadas nesta investigação, a que poderá apresentar maior efeito para o ecodesenvolvimento comunitário investigado neste trabalho, por dois pontos de grande importância: Primeiro: evitar os impactos ambientais causados pela produção dos insumos utilizados na construção civil convencional, todos produzidos por processos industriais que demandam grande consumo de energia e matéria prima retiradas de fontes não renováveis. Segundo: a redução dos preços finais da edificação, uma vez que o processamento do bambu até que se torne uma parede de alvenaria, pode ser feito, desde a sua colheita até a utilização final, dentro do seu próprio ecossistema, com a utilização de ferramentas simples, baratas e manuais, utilizando mão de obra comunitária não especializada, como podemos demonstrar nesta pesquisa.

A tecnologia de construção de paredes com esteiras de bambu, que na ausência de uma terminologia técnica brasileira, passaremos a chamar aqui de **alvenaria de bambu**, dispensa o uso de blocos e tijolos cerâmicos, os tradicionais alicerces de pedras e os cintamentos de concreto armado necessários para estruturação das paredes de alvenaria convencional. Isto significa dizer que com o uso da alvenaria de bambu são dispensadas todas as fontes energéticas para a produção de tijolos e blocos, cimento, brita e aço, todas elas retiradas da natureza e devolvidas em forma de efluentes poluidores.

Para cada kg de aço produzido para a construção civil são consumidos 1.500 l. de água; para cada tonelada de cimento são queimados 1.200 l. de óleo diesel, segundo Dias (2002). Para a produção de 10.000 blocos cerâmicos (um caminhão médio)¹, são queimados 4,8 m³ de lenha, retirados, no caso de Sergipe, na sua maioria irregularmente das caatingas do semi-árido, como podemos constatar em visita de campo a olarias de Itabaianinha em julho de 2004.

¹ Para esta construção, caso fosse utilizado o método convencional, teriam-se consumido 4.800 blocos cerâmicos.

Cerca de 80% do material utilizado nesta obra (o bambu representou 80% do material da obra) foi produzido por fotossíntese natural em que houve grande seqüestro de carbono da natureza. Todo esse material foi colhido de plantação com manejo sustentável e transportado daí diretamente para a obra sem necessidade de desdobramentos, como é o caso das madeiras, e processado com utilização de ferramentas manuais de uso comum na carpintaria convencional.

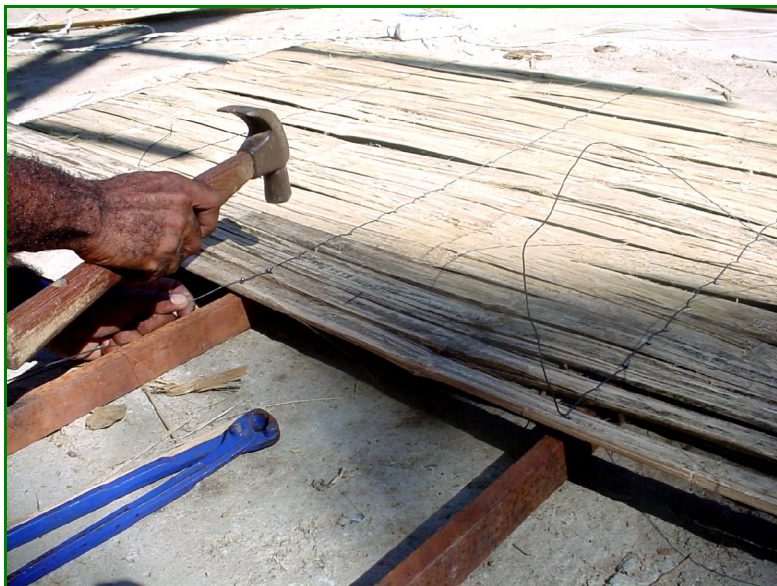
A construção das paredes de alvenaria foi iniciada com a colheita do bambu e preparação das esteiras, como já foi descrito anteriormente. Ao chegar o momento de iniciar esta etapa, as esteiras previamente trabalhadas encontravam-se secas e prontas para serem utilizadas como havia sido planejado.

A técnica de construção da alvenaria de bambu é simples e não requer nenhuma especialização para a sua execução. O vão a ser fechado pela parede foi medido em todas as suas dimensões com precisão – comprimento e altura se retangular – essas medidas foram usadas para a construção de uma grade de madeira onde se utilizou ripa comercial para telhado com 4cm de largura por 1,5 cm de espessura e nessa grade foram fixadas as esteiras de bambu formando um painel de dupla face que, uma vez pronto é fixado ao vão para o qual foi dimensionado foi normalmente rebocado. O processo pode ser mais bem compreendido a partir da seqüência de fotos obtidas na ação da pesquisa que se apresenta a seguir:



As esteiras foram fixadas à grade de ripas de madeira pelas duas faces do painel, com a parte interna áspera do colmo para fora para possibilitar a aderência da argamassa do reboco. A superfície lisa do colmo que não dá aderência ficou voltada para dentro do painel.

Foto 5.29: Construção do painel de parede.



As esteiras foram fixadas com pregos e arame recozido de 2,0 mm de diâmetro a todas as ripas da estrutura do painel que têm uma distância regular de 40 cm entre si para garantir a rigidez da parede.

Foto 5.30: Fixação das esteiras ao painel.

Por se tratar de uma peça de dupla face com estrutura de sustentação interna, o painel é oco, criando um colchão de ar no interior, o que o transforma em um isolador térmico e acústico, reduzindo a irradiação de calor de um lado para outro do ambiente, assim como os níveis de ruído. É uma característica diferencial que permite maior conforto ambiental aos espaços assim construídos.

Prontos para serem fixados nos seus locais definitivos, os painéis foram submetidos a uma pulverização com a mesma solução utilizada para injeção nos bambus da estrutura, para garantir a sua imunização contra insetos e fungos que atacam o bambu.



Foto 5.31: Imunizando o painel de parede.



Foto 5.32: Alvenaria de bambu em execução.



Foto 5.33: Painéis prontos para aplicação de reboco.

Uma vez prontos e imunizados, os painéis foram fixados com parafusos aos pilares em seus locais definitivos para aplicação do reboco.



Para isolar as paredes da umidade natural do solo, garantindo maior durabilidade do material e salubridade ao ambiente interno, foi construída uma única fiada de blocos cerâmicos ao longo da base de todas as paredes, que foi revestida com uma camada de betume asfáltico garantindo sua impermeabilização.

Foto 5.34: Cinta de impermeabilização das paredes.

Depois de fixados todos os painéis de parede, iniciaram-se as operações de regularização da superfície destes para a posterior aplicação do reboco. Com uma desempenadeira - ferramenta comumente usada por pintores para a aplicação de massa corrida - 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.

A regularização da superfície dos painéis foi uma operação que não exigiu habilidade especial para a sua execução, portanto, facilmente todos os participantes do grupo se envolveram com este serviço, tendo sido suficiente para alguns se capacitarem, apenas a observação do desempenho dos mais habilidosos.



Foto 5.35: Regularizando painel.

Após todos os painéis revestidos por essa camada de regularização, que na ordem de um processo de reboco convencional corresponderia ao chapisco, passou-se ao reboco final, cuja execução exigia algum conhecimento e experiência acumulada anteriormente. Edmilson e José Carlos que apresentaram alguma experiência informal anterior como pedreiro nas construções de suas próprias casas em Japaratuba, foram testados experimentalmente na execução de uma pequena área e, após algumas emendas nos procedimentos, foram eleitos os pedreiros da obra para reboco e acabamentos. As fotos 5.36 e 5.37 mostram as paredes depois de rebocadas e pintadas.



Foto 5.36: Paredes com reboco pronto.

A construção de paredes pela técnica da alvenaria de bambu foi, dentre as técnicas utilizadas nesta pesquisa, a que mais impacto causou no grupo dos participantes diretos. A simplicidade da construção, a acessibilidade ao material, o uso do bambu local colhido na mata e sem custo financeiro, associados ao conhecimento adquirido na pesquisa-ação, abriu a perspectiva de uso dessa tecnologia nova, em seus próprios benefícios. Este interesse mostrou-se mais evidente nos quatro agricultores residentes na zona rural, enquanto que os dois membros urbanos do grupo apresentaram nas entrevistas, maior resistência à utilização da alvenaria de bambu em construções para uso próprio, afirmando ser uma casa de bambu na cidade, uma “casa de pobre”.



Foto 5.37: Paredes prontas.



Foto 5.38: Espessura do painel sem reboco.

Os painéis de dupla face que compõem a alvenaria de bambu, têm uma espessura, antes de aplicada qualquer argamassa, de 6,0 cm, com se pode ver na foto 5.38.



Foto 5.39: Espessura do painel regularizado.



Após a camada de regularização, que tem a finalidade de uniformizar a superfície naturalmente irregular da esteira de bambu, para um melhor nivelamento do reboco final, não se observou nenhum aumento na espessura da peça. Após o reboco de 2,0 cm de cada lado, a espessura final da parede foi de 10,0 cm, como se pode ver na foto 5.40.

A espessura mínima conseguida em paredes convencionais que utilizam blocos cerâmicos é de 13 cm, acarretando maior ocupação de área útil na construção.

Foto 5.40: Espessura da parede pronta.

O peso médio da alvenaria convencional utilizando blocos cerâmicos de seis furos é de 98,00 kg/m², enquanto que a alvenaria de bambu apresentou uma média de 36 kg/m² de peso, segundo dados desta pesquisa. Conseqüentemente, a leveza do bambu no conjunto da estrutura de uma edificação, associada ao baixo peso da alvenaria, confere a uma obra construída com esta tecnologia, grande redução de custos de fundações, deslocamento de cargas e energia de trabalho no canteiro de obras, tendo significado, no caso do CEAF, uma redução de custo final medida em torno de 12% apenas nesses itens citados.

Essa leveza do bambu como material de construção, foi uma de suas propriedades físicas que mais cativou os participantes diretos desta pesquisa, especialmente os agricultores locais. Observamos que o transporte de materiais de construção convencionais até suas casas na zona rural do município de Japaratuba, vizinho à Carmópolis, pelo seu volume e peso sempre significou uma dificuldade por representar custos adicionais que, em alguns casos, inviabilizava a sua aquisição. No caso do bambu, esses por diversas vezes chegaram a transportar em uma bicicleta, simultaneamente, duas peças de bambu de 10cm de diâmetro por 3,0 m de comprimento em uma única viagem sem dificuldades, por um percurso de 6 km, operação impraticável com qualquer outro tipo de madeira com essas

dimensões. Essas peças passaram a ser utilizadas em suas casas em reparos de telhados, confecção de escadas, construção de mesas e bancos, e pequenos objetos tais como: cinzeiros, porta garrafas, copos, comedouros para pássaros e vasos para plantas.

Àquela altura do trabalho, com a estrutura, a cobertura e paredes prontas, nosso objeto de pesquisa havia tomado a forma de uma edificação de porte médio, com todos os seus espaços construídos e possíveis de circulação, sendo identificado enfim, como a sede do Projeto Agroflorestal da Petrobrás.

Passamos a receber visitas freqüentes de funcionários da Petrobrás e habitantes de Carmópolis que, tendo notícia da “construção de bambu” do Horto do Diogo, chegavam curiosos para conhecer. Recebemos também técnicos do Sebrae – SE e das prefeituras de Capela e Japaratuba que demonstraram grande interesse pelos resultados da pesquisa e pelo que viram deste trabalho. Muitas perguntas foram respondidas sobre resistência, durabilidade, espécies, custo, e registramos sempre expressões de surpresa, admiração e aceitação dos resultados observados.

Esses sentimentos também se refletiam nos participantes diretos, e a cada etapa concluída se percebia a expansão da consciência do grupo na participação de uma obra singular, pelo seu porte significativo, pelo uso de um material novo daquela forma marcante e pioneira para nós e para o lugar. Formou-se uma atmosfera implícita, de orgulho e dignidade pessoal que não era expressa objetivamente, mas podia ser percebida quando algum, ou mais de um dos participantes, simples agricultores, acompanhava um grupo visitante de técnicos graduados, dando-lhes explicações detalhadas sobre os processos técnicos e métodos que estávamos utilizando naquela construção. A reverência com a qual os visitantes agraciavam os novos carpinteiros do bambu, refletia-se para nós e era registrada como um reconhecimento da qualidade do trabalho e dos resultados obtidos.

Recebemos em maio a visita de Ernest Götsch, agrônomo suíço radicado na Bahia, autor de diversos livros sobre sistemas agroflorestais e agricultura sustentável e consultor do Projeto do Sistema Agroflorestal da Petrobrás, que após conhecer o projeto de pesquisa e toda a obra, comentou: “Que maravilha, um edifício produzido por fotossíntese”.

Os integrantes do grupo 1, participantes indiretos desta pesquisa-ação, ou seja, o grupo de engenheiros fiscais da Petrobrás representou, dentro do nosso micro-sistema social de pesquisa e desenvolvimento, o pensamento positivista e tecnocrático estabelecido e dominante no conjunto da sociedade ocidental, incluindo-se aí o Brasil e Sergipe, não deixando escapar também a nossa pequena ação nos recônditos do Horto do Diogo, na zona rural de Carmópolis.

Habitados a prática diária de um trabalho fundamentado em normas cartesianas e mecanicistas, inerentes à atividade petroleira, nosso grupo indireto mostrou-se cético desde os primeiros encontros, nutrindo suspeitas e levantando freqüentes dúvidas quanto aos resultados positivos daquela obra a ser executada com material que não se enquadrava dentro das normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – deixando-os sem instrumentos técnicos disciplinares de avaliação objetiva, dos procedimentos que deviam fiscalizar, o que os deixavam inquietos frente a uma realidade desconhecida.

Fomos impedidos de usar andaimes de bambu que havíamos construído para auxiliar na montagem da estrutura. Após um extenso e cuidadoso trabalho de carpintaria do grupo direto, os nossos parceiros do grupo indireto, argumentaram que tais andaimes, apesar da leveza, mobilidade e segurança, não se enquadravam dentro das normas da ABNT para andaimes de obra, portanto não poderiam ser usados ali, nos levando a providenciar pesados e caros andaimes de ferro, que representou custo adicional para a pesquisa e maior energia de trabalho para o seu uso no canteiro.

Este fato tomado aqui como exemplo, repetiu-se de forma semelhante em muitos outros procedimentos que tentamos adotar nesta pesquisa-ação, impedindo-nos de investigar algumas novas possibilidades de uso do material, demonstrando para nós a rigidez e a dominação exercida pelo tecnicismo burocrático e pela percepção da realidade baseada no pensamento racional, que se caracteriza pela linearidade.

Sabíamos que o objetivo da fiscalização era a garantia da segurança e qualidade dos serviços, contudo, a linearidade de pensamento e a racionalidade mecanicista adotadas para as suas decisões, impedia as possibilidades de novas alternativas e resultados que tentávamos encontrar.



Foto 5.41: Andaime de bambu.

Qualquer argumentação que tentávamos, mediante alegação do caráter investigador de nossa ação, era subjugada com a invocação das exigências legais sob as quais estavam submetidos como fiscais, e que poderiam, também, recair gravemente sobre nós, da pesquisa, caso desobedecêssemos às normas estabelecidas, alertavam.

A foto 5.41 ao lado mostra o andaime de bambu fora das normas regulamentares.

Essa postura inflexível dos nossos parceiros fiscais foi se abrando a partir da verificação e comprovação dos resultados obtidos pela pesquisa. Após exame técnico para aprovação da estrutura e liberação das etapas seguintes, ficou comprovada a eficácia do bambu utilizado como material de construção, ressaltando-se questões como resistência mecânica e valor estético, passando este último a ser o ponto de maior relevância na observação dos entrevistados.

Próximo à conclusão da obra, diante da satisfação de um dos nossos fiscais, fomos consultados sobre a possibilidade de fazer um projeto e construirmos uma casa de bambu para ele em uma praia próxima. Declinamos da proposta por não ser este o propósito do nosso trabalho, mas registramos tal fato como uma confirmação objetiva dos resultados obtidos pelo projeto, que buscava, além de responder as questões de pesquisa, tentar quebrar o paradigma da racionalidade linear dos meios de produção estabelecidos para a construção de uma edificação com as características desta que nos propomos a criar.

Concluído o reboco, iniciou-se o revestimento do piso, que foi executado com argamassa de cimento e areia, desempolado e “queimado” com cimento pigmentado na cor verde.

Instalações elétricas e hidráulicas, por exigência da fiscalização da Petrobrás, foram terceirizadas com eletricitista e encanador local. A etapa seguinte seria a execução dos acabamentos gerais e finalmente a pintura.

Nessa altura dos trabalhos, não era mais necessária a participação de todos do grupo direto, tendo sido Nelson e Paulo encaminhados de volta as suas funções no Projeto SAFS. A pesquisa seguiu até a sua conclusão com Heleno, Anderson, José Carlos e Edmilson, que já se encontravam devidamente capacitados no trabalho com o bambu, pois nossa o trabalho desenvolvia-se há três meses, e os processos de aprendizagem e cognição dos métodos e técnicas de manejo do bambu como material de construção havia se dado, dentro dos limites pessoais de cada um, de forma notável.

O maior registro desta apropriação de conhecimentos se apresenta através do próprio resultado da ação em si: a edificação na forma que se expressa como obra de arquitetura ao final. Considerando que toda ela foi, nas suas diversas etapas, resultado do processo de apreensão e aplicação de conhecimento no desenvolvimento da pesquisa, por seis indivíduos envolvidos num trabalho de tão grandes proporções, sem que existisse experiência pessoal anterior com o bambu, pode-se concluir que a capacitação e desempenho da mão de obra não é um impedimento para a utilização do bambu como uma alternativa de desenvolvimento comunitário.



Após três meses de trabalho, iniciou-se a fase de acabamentos; a edificação mostrava as suas formas, e passamos a receber visitas de técnicos e curiosos.

Foto 5.42: Pesquisa após três meses.



Foto 5.43: Edificação pronta – vista lateral Leste.

Como tratamento final, o bambu recebeu uma demão de verniz da categoria Stein. Os vernizes Stein contém substâncias impregnantes que possibilitam a sua aderência à superfície lisa e impermeável do bambu; também contém aditivos fungicidas que garantem a uniformidade da cor e ressaltam a beleza natural das peças.



Foto 5.44: Beiral em acabamento.



Foto 5.45: Beiral pronto.

Mãos-francesas laterais sustentam um beiral de 2,50 m de balanço, para garantir a proteção do bambu contra as intempéries, aumentando a sua durabilidade. O piso de cimento "queimado" verde complementa o acabamento externo.

A temporada de chuvas durante a qual trabalhamos, submeteu o bambu, no início da pesquisa, a longos períodos alternados de umidade e sol, intempéries nocivas a qualquer espécie de madeira. Associado a isto, ressaltamos o fato deste bambu ter sido colhido em janeiro (mês que tem R), época de chuvas em São Paulo, porém, não podíamos esperar o inverno (meses que não têm R) para fazer a colheita. Corremos o risco de, colhendo o bambu com muita seiva nos colmo, surgirem rachaduras nas peças quando totalmente secas. No final da obra já estávamos em setembro e a temperatura começava a se elevar favorecendo ainda mais a rápida dilatação do material, o que provocou fissura e rachaduras em algumas peças. Rachaduras naturais não comprometem propriedades mecânicas nem expõem a perigo um sistema estrutural de bambu, como podemos comprovar em diversas obras visitadas na fase exploratória desta pesquisa. Seus efeitos são estéticos e podem ser facilmente corrigidos com calafetação com massa preparada com serragem do próprio bambu.



Foto 5.46: Vista do salão em construção.

A telha, que tem como elemento básico na sua composição o betume asfáltico, apresenta originalmente a sua face interna preta, cor que foi intencionalmente mantida para ressaltar a estrutura de bambu na cor naturalmente amarela, como pode ser visto nas fotos 5.46 e 5.47.



Foto 5.47: Vista do salão pronto.

O salão com 106 m² pode acolher até 80 pessoas sentadas. O CEAf foi construído para abrigar atividades didáticas, dar apoio às ações operacionais, palestras e apresentações do projeto SAF's.



Foto 5.48: Fachada posterior em obra.



Foto 5.49: Fachada posterior pronta.



Foto 5.50: Fachada principal em obra

A finalização da fachada principal com seus detalhes arquitetônico, incluindo a representação do sol no quadrado central, foi decidida em conjunto com os carpinteiros do grupo, uma vez que o desenho original do projeto apresentava uma composição muito simples pois suspeitava, quando o fiz, que não pudessem executar trabalhos mais rebuscados. Os resultados superaram as nossas expectativas e chegamos à composição final que pode ser vista na foto 5.51.



Foto 5.51: Fachada principal pronta.

Na execução dos detalhes arquitetônicos, a destreza dos carpinteiros, especialmente Heleno e Anderson revelou-se com requintes de experientes artesãos de bambu. Colmos foram usados nas mais variadas possibilidades, transformando-se em alisares de portas e janelas, eletrodutos, grades de segurança, arremates de esquadrias e adereço, como a representação do sol que marcou o centro das duas fachadas do prédio. Nas fotos 5.52 a 5.57 são apresentados os resultados de alguns detalhes que corroboram a capacidade cognitiva do grupo de participantes diretos e a habilidade desenvolvida no processo desta pesquisa-ação.



Foto 5.52: Detalhe de corrimão.



Foto 5.53: Detalhe da fachada principal.



Foto 5.54: “Sol” das fachadas.



Foto 5.55: Alisares e arremates.



Foto 5.56: Articulação entre viga e pilar.



Foto 5.57: Interior pronto.

O custo final desta obra foi 45,88% inferior ao custo apurado para este mesmo projeto orçado com materiais convencionais. Não afirmamos que este possa ser um valor padrão para cálculo de custo de construções com bambu, todavia, pode ser utilizado como um referencial objetivo e concreto que, comparado a resultados de outros estudos científicos, poderá auxiliar na padronização de preços e definição de uma planilha de custos básicos para construções desta natureza.

Se forem então, internalizados os custos ambientais nos cálculos econômicos da cadeia produtiva da indústria da construção civil, provocados pelos impactos derivados da produção de materiais convencionais e dos processos e métodos, também impactantes, utilizados na construção, agrega-se ao bambu ainda mais valores econômicos além dos financeiros diretos nos cálculos de preço da construção. A pegada ecológica deixada pela produção dos insumos dessa cadeia produtiva não foi questão de investigação deste trabalho, até porque, segundo Leff (1989), a economia está desprovida de teorias capazes de contabilizar de maneira racional, objetiva e quantitativa os custos ambientais e o valor dos recursos naturais, contudo, a colocamos aqui como tema de grande importância, para

se ressaltar, comparativamente, os valores demonstrados do bambu sobre materiais e métodos convencionais aplicados para o desenvolvimento comunitário.

A construção do objeto desta pesquisa se encerrou com a entrega da obra do Centro concluída à Petrobrás, em setembro de 2004, após quatro meses de trabalho. À sensação de satisfação de todos os participantes por ver uma grande tarefa cumprida, mesclava-se a tristeza pela dissolução do grupo que desenvolveu dentro deste cenário, fortes laços de amizade, equidade, cordialidade e respeito comum. Nosso relacionamento, desenvolvido dentro dos limites de um trabalho acadêmico, deu-se respeitosamente em nível científico, pedagógico e profissional, porém, dado o convívio diário por longo tempo, laços de amizade se formaram e essa relação pessoal de apreço entre os membros do grupo foi um incremento de importância capital para o compartilhamento dos conhecimentos, divisão comunitária do trabalho e desenvolvimento do processo de aprendizagem, tão importante para a obtenção dos resultados desejáveis obtidos dentro desta pesquisa.



Foto 5.58: Paulo Sérgio, Ricardo, Anderson e Heleno, representando todos os participantes ao final da pesquisa



CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E SUGESTÕES



6.1. CONCLUSÕES

Durante a fase de reflexão para escolha do tema desta pesquisa, já tínhamos como foco a idéia de se proceder a uma investigação em busca de objetivos práticos que pudessem contribuir para o melhor equacionamento possível do problema considerado como centro da pesquisa. Tomando como alvo a idéia da disseminação da cultura do bambu como uma alternativa de ecodesenvolvimento, não queríamos limitar as nossas investigações aos aspectos acadêmicos e burocráticos da maioria das pesquisas convencionais. Queríamos quebrar o descompasso entre o conhecimento usado de modo retórico ou simbólico na esfera cultural, e o conhecimento usado na resolução de problemas reais.

Queríamos uma proposta de ação correspondente às soluções para auxiliar os atores sociais envolvidos na sua atividade transformadora da situação. Fazê-los desempenhar junto com o pesquisador, um papel ativo na própria realidade dos fatos observados e desta interação resultar a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta. O objetivo da pesquisa consistiu em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada e, finalmente, a pesquisa pretendeu aumentar o conhecimento ou o nível de consciência dos grupos envolvidos.

A busca foi por uma ação prática que fincasse a pesquisa às raízes naturais da cultura do grupo social participante direto. Esta busca de fundamentação do saber coloca a possibilidade de se construir novos projetos sociais e estratégias de ecodesenvolvimento, a partir dos valores e saberes das comunidades rurais e de sua miscigenação com as ciências e tecnologias modernas, num processo de inovação de práticas de aproveitamento sustentável dos recursos naturais, como foi citado por Leff (2001). Para isso foi necessário rever a relação de dominação, sujeição e desconhecimento dos saberes tradicionais pela monocultura do progresso modernizador, e libertar os saberes subjugados não formalizados em códigos científicos, reconhecendo-se, assim, o direito humano a preservar a sua própria cultura e tradições.

O ecodesenvolvimento é uma estratégia para superar as barreiras impostas pela economia de mercado dominante. E que para o seu sucesso, toma-se fundamental o desenvolvimento de tecnologias apropriadas que absorvam o melhor da diversidade tanto humana como natural de

cada ecossistema de forma particular.

O ecodesenvolvimento deve ser um projeto social e político que aponta para o reequilíbrio ecológico e a descentralização territorial da produção. Uma valorização da diversificação tecnológica e dos modos de vida de todas as populações que habitam o planeta. É preciso que os pesquisadores e cientistas não tomem os povos que estudam como simples objetos, mas que deixem que eles se manifestem para compreenderem seus valores como valores próprios de uma outra cultura que não podem ser negados.

A reintegração do homem com a natureza coloca um princípio de equidade na diversidade que implica a autodeterminação das necessidades, a autogestão dos recursos naturais de cada região em estilos alternativos de desenvolvimento e, a autonomia cultural de cada povo e cada comunidade, processos que definem as condições de produção e as formas de vida de diversos grupos da população em relação ao manejo sustentável de seu ambiente.

Acreditamos que, para as questões de pesquisa formuladas neste trabalho, encontramos resultados que respondem ou esclarecem objetivamente os temas que nos propomos investigar. A primeira questão: É possível a utilização do bambu como material de construção predominante em uma edificação em Sergipe? Foi respondida pelo resultado final da construção entregue e aprovada pelo rigor normativo da fiscalização da PETROBRÁS.

A questão 2: É economicamente viável a sua utilização na arquitetura local ? Como foi mostrado, de acordo com informação fornecida pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil em Sergipe – SINDUSCON, o valor do M² 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.

A terceira questão: Qual o desempenho da mão-de-obra não especializada frente a um material novo que exige técnicas específicas? Acreditamos que a qualidade obtida nesta edificação, tanto em seu conjunto, quanto especialmente, nos seus detalhes arquitetônicos, demonstraram que as técnicas construtivas aplicadas ao bambu são de fácil assimilação pela mão-de-obra local não representando esta nenhum empecilho ao desenvolvimento de novas construções.

Quanto ao preconceito com o bambu como material de construção, vimos nesta pesquisa que nossos atores sociais envolvidos redefiniram os seus conceitos frente aos resultados arquitetônicos obtidos ao final, donde podemos concluir que quanto maior a disseminação do uso do bambu na construção, maior a aceitação deste como material.

A redução substancial de custos de construção verificada nesta pesquisa, o desempenho apresentado como material de construção, a simplicidade dos métodos e processos tecnológicos de manejo do bambu, que permitem uma rápida qualificação de mão-de-obra local, a aceitação dos resultados declarada pelos atores sociais, apontam na direção da qualificação desta planta como uma alternativa para o desenvolvimento comunitário sustentável e o ecodesenvolvimento que podem representar uma ação transformadora para comunidades rurais e periféricas de pequenas cidades em Sergipe.

6.2. SUGESTÕES

Acreditamos que o desenvolvimento da cultura do bambu e o seu uso na busca por uma nova racionalidade ambiental, social, econômica, política e cultural, podem representar o desenvolvimento de novas formas de manejo produtivo da biodiversidade, uma valorização da diversificação dos tipos de desenvolvimento, a reaproximação dos conhecimentos científicos com o etnoconhecimento e as ecotécnicas, e uma ação cidadã na participação do destino que daremos aos recursos naturais a nossa volta.

Para tanto, sugere-se que, dentro dos diversos usos e potencialidades que o bambu apresenta, novas pesquisas acadêmicas sejam desenvolvidas na Universidade Federal de Sergipe no campo da Agronomia, Engenharia, meio ambiente e ecodesenvolvimento, buscando-se solidificar mais ainda, do ponto de vista científico, fundamentos para a disseminação da cultura do bambu em Sergipe.

É preciso um outro modo de pensar e de agir que incorpore uma outra relação homem-natureza. Trata-se de novo projeto de sociedade, de uma reinvenção de nossa tecnologia, de

uma outra cultura que subordine as técnicas aos seus fins e não fique subordinada a elas, de um outro sentido para a vida, de novos valores que incorporem a equidade, a não-violência, a solidariedade, a prudência, a simplicidade, a generosidade e a paz para todos os povos.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, S. A. *Considerações gerais sobre a problemática ambiental*. Brasília: MMA, 2000. 72 p.

ACOT, P. *História da ecologia*. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 220 p.

ALMEIDA, J.R.; Moraes, F.E.; Souza, J.M.; Malheiros, T.M. *Planejamento ambiental: caminho para a participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum*. Uma necessidade, um desafio. Rio de Janeiro: Biblioteca Estácio de Sá, 1999. 173 p.

BERALDO, A.L. e Zoulalian, A. *Bambu – Material alternativo para construções rurais*. In: V Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeiras – EMBRAMEM, Belo Horizonte: Anais, 1995. 32 p.

BOLF, A.P. *Educação na floresta: uma construção participativa de sistemas agroflorestais sucessionais em Japarutuba, Sergipe*. Dissertação de mestrado, UFS, São Cristóvão, 2004. 143 p.

BUARQUE, C. *O pensamento em um mundo terceiro mundo*. BURSZTYN, M. (Org.). In: Para pensar o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Brasiliense, 1993. 128 p.

CAIDEN, G. Caravantes, G. *Reconsideração do conceito de desenvolvimento*. Caxias do Sul: EDUCS, 1988. 273 p.

CAPRA, F. *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 1996. 256 p.

CHAUÍ, M. *Convite à filosofia*. São Paulo: Ática, 1998. 440 p.

COIMBRA, A. *O outro lado do meio ambiente*. Campinas: Millennium, 2002. 212 p.

CONTRERAS, S. & Dias, G. *Imunizacion de la guadua*. Bogotá, Colômbia: Universidad Nacional de Colômbia, 2001. 12 p.

COTRIN, G. *Fundamentos de filosofia*. São Paulo: Saraiva, 2000. 382 p.

DIAS, G.F. *Antropoceno*, iniciação a temática ambiental. São Paulo: Gaia, 2002. 110 p.

DONATELLI, M. *O desencantamento cartesiano*. In: Seminário de Filosofia do Século XVII. São Cristóvão. Anais: UFS, 2003. 12 p.

FARRELY, D. *The Book of Bamboo*. San Francisco, EUA: Sierra Club Books, 1984. 382 p.

FILHO, A.J. *Descartes fisiólogo*. In: Seminário de Filosofia do Século XVII. São Cristóvão. Anais: UFS, 2003. 15 p.

GARROTE, V. *Os quintais caiçaras, suas características ambientais e as perspectivas para a comunidade do Saco do Mamanguá – Paraty – RJ*. Dissertação de mestrado, Piracicaba: USP, 2004. 123 p.

GASPAR, E.D. *O organismo humano e os ritmos da natureza*. Rio de Janeiro: Pallas, 1995. 167 p.

GIL, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002. 164 p.

GONÇALVES, C. W. *Os (des)caminhos do meio ambiente*. São Paulo: Contexto, 1998. 148 p.

HIDALGO, L.O. *Bambu, su cultivo y aplicaciones en fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería e artesanía*. Cali, Colômbia: Estudios Tecnicos Colombianos, 1974. 194 p.

HUBERMAN, L. *História da riqueza do homem*. São Paulo: LCT, 1986. 384 p.

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

KESSELRING, T. O. *O conceito de natureza na história do pensamento ocidental*. Revista Ciência & Ambiente, n. 5, p., 19-40, jul/dez. 1992. 72 p.

LAKATOS, E.M. & MARCONI, M. A. *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Atlas, 1996. 228 p.

LEFF, E. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Petrópolis: Vozes, 2001. 344 p.

_____. *Ecologia, capital e cultura, racionalidade ambiental, democracia participativa e desenvolvimento sustentável*. Blumenau: ed. Da UFRB, 2000. 228 p.

_____. *Por um ecodesenvolvimento integral*. Revista de Ciências Humanas, Florianópolis: UFSC, v. 14, n. 19, 1996. 48 p.

LENGEN, J. *Manual do arquiteto descalço*. Rio de Janeiro: Editora Tibá, 1997. 702 p.

LIESE, W. *Bamboos - Biology, Silvics, Properties, Utilization*. Estocolm, Suécia: GTZ, 1985. 218 p.

LOPEZ, O. H. *Bamboo, The Gift of the Gods*. Bogotá, Colômbia: Lopez Editor, 2003. 553 p.

MELO E Souza, R. *Redes e tramas: Identidade cultural e gestão ambiental na APA de Piaçabuçu, AL*. 2003. (Tese de Doutorado) UNB. 224 p.

MOLITERNO, A. *Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira*. São Paulo: Edigard & Blücher Ltda, 1999. 461 p.

MORÁN, J.A. *Preservación del bambu em América latina, mediante métodos tradicionales*. Guayaquil, Equador: INBAR, 2002. 70 p.

MUNFORD, L. *Técnica e Civilización*. Madri, Espanha: Alianza Editorial, 1982. 298 p.

PEIXOTO, F. *O papel da Caixa Econômica frente as tecnologias não convencionais*. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 1995. 72 p.

PEREIRA, M. A. *Bambu: espécies, características e aplicações*. Bauru – SP: Editora da UNESP, 2001. 58 p.

PIMENTEL, M. A. *As potencialidades de inserção do bambu no sistema produtivo no Brasil*. Rio de Janeiro: UFF, 1997. 42 p.

PINZÓN, T. M. *Ensayo preliminar de contenido de azúcar en la guadua*. Pereira, Colômbia: FMA, 2002. 12 p.

PNB. Disponível em <http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp084.html>. Costa Rica. Acessado em junho de 2005.

SACHS, I. *Espaços, Tempos e Estratégias do Desenvolvimento*. São Paulo: Vértice, 1986. 198 p.

_____. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. Soa Paulo: Vértice, 1986. 227 p.

_____. *Estratégias de transição para o século XXI*. In: Cadernos de Desenvolvimento e Meio Ambiente. Curitiba: UFPR, n. 24, 1999. 128 p.

SAFFIATI, A. *Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania*. São Paulo: Cortez, 2002. 228 p.

SANTOS, K.M.P. *A atividade artesanal com fibras de bananeiras em comunidades do Vale do Ribeira – SP*. Dissertação de mestrado, Piracicaba: USP, 2005. 99 p.

SASTRY, C.B. *Timber for the 21 Century*. Pequim, China: INBAR, 1999. 28 p.

SCHAUR, E. *Bamboo, A Building Material of the Future?* Munique, Alemanha: GTZ, 1985. 189 p.

SALGADO, A.L.B. *Bambu: cultura, utilização, preservação, etc. e Tao*. In: I Seminário Norte/Nordeste sobre a utilização do bambu, Santo Amaro: Anais. 2001.

SARTORI, E.M. *Estudo da utilização do bambu em estruturas de concreto armado*. Campo Grande: UNIDERP, 1998.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez, 2003. 229 p.

VIEIRA, P. F. *Meio Ambiente, desenvolvimento, planejamento*. In: VIOLA, E. J. (org) *Meio Ambiente, desenvolvimento e cidadania: desafio para as ciências sociais*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

VIEIRA, P. F. & WEBER, J. *Introdução geral: sociedades, naturezas e desenvolvimento viável*. In: *Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental*. VIEIRA, P. F. & WEBER, J. (Orgs.). São Paulo: Cortez, 1996.

BIBLIOGRAFIA

- BARROS, H. L. *Alberto Santos Dumont*. Rio de Janeiro: Index, 1986. 221 p.
- BOLFE, L. *Ética da vida*. Brasília: Letraviva, 1999. 247 p.
- _____. *Ecologia: grito da terra, grito dos pobres*. São Paulo: Ática, 1999.
- CAPRA, F. *O ponto de mutação*. São Paulo: Cultrix, 1982. 379 p.
- DESCARTES, R. *Discurso sobre o método*. São Paulo: Hemus, 1993. 122 p.
- DOCZI, G. *O poder dos limites, harmonias e proporções na natureza, arte & arquitetura*. São Paulo: Mercúrio, 1991. 329 p.
- DREHER, A. *Residencia_con guadua em Guaiaquil*. In. I Simpósio Nacional de Bambu Guadua, Portoviejo, Equador: Anais 1991.
- DUNKERBERG, K. *Bamboo as a Building Material in 21^o Century*. Stuttgart, West Germany: Institute for Lightwaght Structures of Stuttgart University, 1985.
- ENGELS, F. *Dialética da natureza*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. 129 p.
- EINSTEIN, A. *Como vejo o mundo*. São Paulo: Nova Fronteira, 2005. 122 p.
- _____. *Notas autobiográficas*. São Paulo: Nova Fronteira, 1986.
- FENG, W. & CHOW, C. *Bamboo Towards the 21^o Century*. Zhejiang, China: IBW, 1997.
- HABERMAS, J. *Conhecimento e Interesse*. Coleção Os Pensadores, Rio de Janeiro: Ed. Abril, 1995.
- HAWKENS, P.; LOVINS, A. *Capitalismo natural, Criando a próxima revolução industrial*. São Pulo: Cultrix, 1999. 347 p.
- LOVLOCK, J. *Gaia – Um modelo para a dinâmica planetária e celular*. THOMPSON, I.W. In, *Gaia, uma teoria do conhecimento*. São Paulo: Editora Gaia, 2000. 213 p.
- MATURAMA, H. *O que se observa depende do observador*. THOMPSON, I.W. In, *Gaia, uma teoria do conhecimento*. São Paulo: Editora Gaia, 2000. 144 p.
- MILARÉ, E & COIMBRA J. A. A. *Antropocentrismo X Ecocentrismo na ciência jurídica*. Revista de Direito Ambiental, São Paulo: n. 36, p. 9-42, out./dez. 2004.
- MONTOYA, J. A. *Investigación tecnológica em métodos de preservación de Guadua angustifolia*. Pereira, Colômbia: UTP. 2001.

MORIN, E. *Saberes globais e saberes locais: o olhar transdisciplinar*. Rio de Janeiro: Garamond, 2000. 253 p.

_____. *Ciência com consciência*. Lisboa, Portugal: Europa América, 1994. 247 p.

_____. *A religação dos saberes: desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

NETO, A.C. *Dez Alternativas tecnológicas para habitação*. Brasília: PNUD / MINTER, 1989. 249 p.

RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 512 p.

SAFFIATI, A. *As raízes da crise ecológica atual*. Rio de Janeiro: UFF, 1987.

SENA, J. *La Casa de Guadua*. Pereira, Colômbia: Centro Nacional de Investigaciones, 1999.

SONDY, L. *O Bambu como estrutura e o seu aproveitamento no Brasil*. Revista Concreto, Rio de Janeiro: n. 35, p., 28, set., 1988. 48 p.

TODD, J. *Uma categoria econômica baseada na ecologia*. THOMPSON, I.W. In, Gaia, uma teoria do conhecimento. São Paulo: Editora Gaia, 2000. 196 p.

VASCONCELOS, A.C. *Estruturas da natureza, um estudo da interface entre a biologia e a engenharia*. São Paulo: Estúdio Nobel, 2000. 188 p.

VARELA, F. *O caminhar faz a trilha*. THOMPSON, I.W. In, Gaia, uma teoria do conhecimento. São Paulo: Editora Gaia, 2000.

VELEZ, S. *Simon Velez and bamboo architecture*. Genebra, Suíça: Foundation ZERI, 2000. 379 p.

VILLEGAS, M. *New bamboo, architecture and design*. Bogotá, Colômbia: Villegas Editores, 2003. 244 p.