



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação apresentada na área de Construções Rurais e Ambiente

CASA DE VEGETAÇÃO RÚSTICA PARA AGRICULTURA FAMILIAR

JACOB SOARES PEREIRA NETO

Campina Grande-PB

Junho de 2012

614641-
CGBC_D&S

UFPA/BIBLIOTECA/BC

JACOB SOARES PEREIRA NETO

CASA DE VEGETAÇÃO RÚSTICA PARA AGRICULTURA FAMILIAR

Dissertação apresentada ao Curso de Pós –
Graduação em Engenharia Agrícola do
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
da Universidade Federal de Campina
Grande em cumprimento às exigências para
a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Agrícola na área de
Construções Rurais e Ambiência sob a
orientação do professor Dr. Alexandre José
Soares Miná.



Campina Grande - PB

Junho de 2012



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFSCG

P436c Pereira Neto, Jacob Soares.
Casa de vegetação rústica para agricultura familiar / Jacob Soares Pereira Neto. – Campina Grande, 2012.
97 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2012.

"Orientação: Prof. Dr. Alexandre José Soares Miná".
Referências.

1. Construções Rurais. 2. Bambu. 3. Cultivo Protegido. 4. Ambiente Artificial. I. Miná, Alexandre José Soares. II. Título.

CDU 631.21(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

JACOB SOARES PEREIRA NETO

CASA DE VEGETAÇÃO RÚSTICA PARA AGRICULTURA FAMILIAR

BANCA EXAMINADORA

PARECER



Dr. Alexandre José Soares Miná
Orientador (DGTA/CCHSA/UFPB)

APROVADO



Dr. Cleber Brito de Souza
Examinador (DGTA/CCHSA/UFPB)

APROVADO



Dr. José Pinheiro Lopes Neto
Examinador (UAEA/CTRN/UFCG)

APROVADO

JUNHO - 2012

Dedico primeiramente a DEUS por sempre está me mostrando o caminho certo a se seguir. Dedico também a toda minha família, principalmente ao meu falecido avô materno Geraldo Magela Gonçalves Vale por ter acreditado em mim e por ter me incentivado nos meus estudos, a minha avó paterna dona Warnete Bandeira da Silva Pereira por ter me dado muito amor e afeto em meu desenvolvimento de vida. Aos meus pais Wilson Bandeira da Silva Pereira e Gerlena da Nóbrega Vale por terem me ajudado em momentos importantes da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos que me ajudaram a obter meu sucesso na conclusão do curso. Os meus colegas de curso Tiago, Wendel, Betania, José Roberto, Daniele Lopez, Evaldo, Abdon, Elaine Priscila, Ivanilson, João, Edna, Janaina e Carlos Costa, aos meus professores, começando pelo meu orientador o professor Dr. Alexandre José Soares Miná do Departamento de Gestão e Tecnologias Agroindustriais do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, aos professores, José Wallace, Antônio Leal, Renilson e Patrício da Universidade Federal de Campina Grande por terem me passado conhecimentos importantes para minha vida acadêmica.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE QUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos.	2
1.1.1. Objetivo geral.	2
1.1.2. Objetivos específicos.	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Casa de Vegetação.	3
2.1.1. Casa de vegetação em formato de arco.	4
2.1.2. Casa de vegetação em formato de túnel.	5
2.1.3. Casa de vegetação em duas águas.	6
2.2. Os Vegetais.	9
2.2.1. Cultura da Alface.	10
2.3. Fatores Climáticos.	12
2.3.1. Temperatura e umidade do ar.	13
2.3.2. Velocidade do ar.	14
2.3.3. Radiação solar.	15
2.4. Casa de Vegetação a Baixo Custo.	16
2.5. Uso do Bambu nas construções.	20
3. MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1. Localização do Experimento.	24
3.2. Construção das Casas de Vegetação.	27
3.2.1. Projeto da casa de vegetação a baixo custo.	27
3.2.2. Materiais empregados na edificação.	31
3.2.2.1. Materiais alternativos.	32
3.2.2.1.1. Bambu.	32
3.2.2.1.2. Linha de náilon.	36
3.2.2.1.3. Fita adesiva.	38
3.2.2.2. Materiais recicláveis.	39
3.2.2.2.1. Garrafa PET.	39
3.2.2.2.2. Sacola plástica.	40
3.2.2.2.3. Câmara de ar.	40
3.2.2.3. Materiais Convencionais.	41
3.2.2.3.1. Cimento, Areia e Brita.	41
3.2.2.3.2. Cano PVC.	41
3.2.2.3.3. Tela de Sombrite.	42
3.2.3. Ferramentas utilizadas na construção.	43
3.2.4. Processo construtivo.	44
3.2.4.1. Marcação e esquadreamento do terreno.	44

3.2.4.2.	Confecção dos elementos de fundação.....	44
3.2.4.3.	Demarcação e escavação dos buracos.....	45
3.2.4.4.	Formação dos arcos.....	47
3.2.4.5.	Amarração de bambus da cumieira e nas laterais.....	48
3.2.4.6.	Colocação dos bambus centrais e transversais internos para sustentação dos arcos.....	49
3.2.4.7.	Cobrindo a casa de vegetação com a Tela de Sombrite. . .	50
3.3.	Experimentação.....	52
3.3.1.	Sistema de aquisição dos dados ambientais.....	52
3.3.2.	Equipamentos utilizados para mensurar os dados biométricos	55
3.4.	Preparo da cultivar.....	56
3.4.1.	Preparo das mudas.....	56
3.4.1.1.	Substrato utilizado.....	57
3.4.1.2.	Plantio das sementes.....	57
3.4.1.3.	Transplante.....	58
3.4.1.4.	Preparo do substrato para os vasos.....	58
3.4.1.4.1.	Análises do solo, do composto orgânico e do substrato elaborado.....	59
3.4.1.5.	Irrigação.....	61
3.4.1.6.	Tratos culturais.....	61
3.5.	Delineamento experimental.....	61
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	64
4.1.	Análise térmica da casa de vegetação.....	64
4.1.1.	Temperatura do ar.....	64
4.1.1.1.	Temperatura do ar em função dos horários de coletas de dados.....	65
4.1.2.	Umidade do Ar.....	67
4.1.2.1.	Umidade Relativa do Ar em função dos horários de coletas de dados.....	68
4.1.3.	Velocidade do Ar.....	69
4.1.3.1.	Velocidade Máxima do Vento.....	70
4.2.	Análise produtiva da cultura da alface.....	71
4.2.1.	Número de folhas.....	72
4.2.2.	Altura das Plantas.....	72
4.2.3.	Diâmetro das Plantas.....	73
4.2.4.	Tamanho de raiz.....	73
4.2.5.	Massa verde.....	74
4.2.6.	Massa seca.....	74
4.2.7.	Análise estatística das variáveis biométricas da cultura da alface.....	75
4.3.	Análise econômica da casa de vegetação.....	76
4.3.1.	Custo para construção da casa de vegetação.....	76
4.3.2.	Estimativa da produção na casa de vegetação.....	80
4.3.3.	Viabilidade econômica da casa de vegetação.....	81
4.3.3.1.	Cultura da Alface.....	81
4.3.3.2.	Cultura do Morango.....	82
4.3.3.3.	Cultura do Tomate.....	83
4.3.4.	Custo de casa de vegetação convencional.....	83

4.3.5. Vantagens e Desvantagens da Casa de Vegetação a Baixo Custo.....	85
4.3.5.1. Principais vantagens.....	85
4.3.5.2. Principais desvantagens.....	88
5. CONCLUSÕES	91
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise de variância realizada com as temperaturas médias do ar.	65
Tabela 2 – Análise de variância realizada com as temperaturas médias do ar em função dos horários de coletas.	66
Tabela 3 – Análise de variância realizada com as umidades relativas médias do ar. ...	67
Tabela 4 – Análise de variância realizada com as umidades relativas médias do ar em função dos horários. ...	69
Tabela 5 – Análise de variância realizada com as médias da velocidade do vento.	70
Tabela 6 – Número de folhas dentro e fora da casa de vegetação.	72
Tabela 7 – Altura das Plantas (cm) dentro e fora da casa de vegetação.	72
Tabela 8 – Diâmetro das Plantas (mm) dentro e fora da casa de vegetação.	73
Tabela 9 – Tamanho de raiz das plantas (cm) dentro e fora da casa de vegetação.	73
Tabela 10 – Massa verde das plantas (g) dentro e fora da casa de vegetação.	74
Tabela 11 – Massa seca das plantas (g) dentro e fora da casa de vegetação.	74
Tabela 12 – Comparação entre médias de variáveis biométricas da cultura da alface dentro da casa de vegetação e no ambiente natural.	75
Tabela 13 – Orçamento total inicial da casa de vegetação.	78
Tabela 14 – Orçamento reduzido inicial da casa de vegetação.	79
Tabela 15 - Orçamento A oferecido pela primeira empresa.	84
Tabela 16 – Orçamento B oferecido pela primeira empresa.	84
Tabela 15 – Orçamento oferecido pela segunda empresa.	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista de materiais empregados na construção da edificação.	32
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Casa de Vegetação Tipo Arco.	4
Figura 2 - Casa de Vegetação Tipo Túnel.	5
Figura 3 - Casa de Vegetação Tipo Duas Águas.	6
Figura 4 - Dimensões da Estufa Modelo de 8m x 35m PESAGRO-RIO.	18
Figura 5 - Dimensões da Estufa Modelo de 5m x 12m PESAGRO-RIO.	18
Figura 6 - Modelo da Estufa do Centro Paranaense de Referência em Agroecologia. .	19
Figura 7 - Casa de vegetação construída de cano PVC para cultivo de mudas de Erva doce.	19
Figura 8 - Imagem de satélite da área utilizada para o trabalho de pesquisa.	25
Figura 9 - Limpeza do terreno.	26
Figura 10 - Corte e nivelamento do terreno.	26
Figura 11 - Terreno em condições para o trabalho.	26
Figura 12 - Levantamento topográfico.	27
Figura 13 - Dimensões da estrutura da casa de vegetação projetada.	28
Figura 14 - Projeções dos arcos para casa de vegetação.	29
Figura 15 - Fachada frontal da casa de vegetação projetada.	30
Figura 16 - Materiais empregados na construção da casa de vegetação.	31
Figura 17 - <i>Bambusa vulgaris</i>	33
Figura 18 - Feixe de bambus escorados no bambuzal.	34
Figura 19 - Tratamento realizado com lancha chama.	35
Figura 20 - Bambus após o tratamento.	36
Figura 21 - Costura feita com o fio de náilon.	37
Figura 22 - Amarrações com náilon para evitar balanço na estrutura causada pelo vento.	38
Figura 23 - Revestindo os bambus com sacola plástica e fita adesiva.	39
Figura 24 - Garrafas PET sendo usada no revestimento do bambu.	40
Figura 25 - Revestimento dos bambus com sacolas plásticas e fita adesiva.	40
Figura 26 - Ligas feitas com câmara de ar.	41
Figura 27 - Canos cortados.	42
Figura 28 - Tela de sombrite de 50%.	43
Figura 29 - Confeção da peças de fundação dos arcos.	45
Figura 30 - Alinhando os buracos para formação dos arcos.	46
Figura 31 - Inclinação do buraco para formação dos arcos.	46
Figura 32 - Formação dos arcos.	47
Figura 33 - Amarrações dos bambus laterais.	48
Figura 34 - Conexões feitas entre bambus de diâmetros diferentes.	49
Figura 35 - Procedimento para cobrir a estrutura da edificação.	50
Figura 36 - Conduzindo o sombrite.	51
Figura 37 - Preenchendo as valas com brita.	51
Figura 38 - Processo de calibração entre as duas estações meteorológicas.	54
Figura 39 - Estação meteorológica posicionada fora da casa de vegetação.	54
Figura 40 - Estação meteorológica posicionada dentro.	54
Figura 41 - Balança digital usada no trabalho de pesquisa.	55
Figura 42 - Estufa usada na secagem das plantas.	56
Figura 43 - Vermiculita expandida usada na produção das mudas de alface.	57
Figura 44 - Germinação das sementes da alface utilizadas no trabalho.	58

Figura 45 – Coleta de solo.	59
Figura 46 – Coleta do composto orgânico.	60
Figura 47 – Misturando os componentes do substrato.	60
Figura 48 – Base Experimental.	62
Figura 49 – Temperaturas médias dentro e fora da casa de vegetação.	64
Figura 50 – Temperaturas médias do ar nos horários de coletas de dados dentro e fora da casa de vegetação.	66
Figura 51 – Média diária da umidade relativa do ar dentro e fora da casa de vegetação.	67
Figura 52 – Umidade do ar média dos horários dentro e fora da casa de vegetação. ...	68
Figura 53 – Velocidade do vento dentro e fora da casa de vegetação.	69
Figura 54 – Velocidade máxima do vento dentro e fora da casa de vegetação.	71
Figura 55 – Casa de vegetação rústica desenvolvida no trabalho.	77
Figura 56 – Sugestão de canteiros e espaçamentos dentro da casa de vegetação.	80
Figura 57 – Sugestão de espaçamentos dentro da casa de vegetação.	81
Figura 58 – Mapeamento de bosques de bambu nos municípios de Bananeiras e Borborema na Paraíba.	86
Figura 59 – Bambus plantados nas encostas de estradas.	87
Figura 60 – Mão de obra utilizada na construção da casa de vegetação.	88
Figura 61 – Bambu atacado pelo caruncho (<i>Dinoderus minutus</i>)..	89
Figura 62 – Quebra dos colmos de bambu provocado pelo uso do arame.	89
Figura 63 – Desgaste das ligas de borracha.	90

CASA DE VEGETAÇÃO RÚSTICA PARA AGRICULTURA FAMILIAR

RESUMO

As casas de vegetação ou estufas, em geral, possuem custo elevado para maioria dos pequenos horticultores. Tendo em vista à produção de ambientes construídos a baixo custo para promover condições ambientais adequadas para os usuários típicos destas edificações, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo de casa de vegetação rústica a baixo custo para produção de hortaliças, e mensurar as condições ambientais, o desenvolvimento da cultura da alface e o custo-benefício da edificação. Os resultados obtidos demonstraram que para as condições ambientais de temperatura do ar e umidade relativa do ar não houve diferença significativa dentro ou fora da edificação, havendo, no entanto, apenas a redução da velocidade do vento dentro da casa de vegetação. Para as plantas cultivadas dentro da casa de vegetação os resultados biométricos de número de folhas, altura da planta, diâmetro da planta, massa verde e massa seca foram superiores às plantas cultivadas em ambiente natural. Com relação ao tamanho de raiz não houve diferença significativa entre as plantas cultivadas nos dois ambientes estudados. Para avaliar o custo-benefício da edificação foi realizada uma análise econômica simples através de uma simulação feita da estimativa dos custos para a construção da edificação e a produtividade das culturas da Alface, do Morango e do Tomate na casa de vegetação rústica. Os resultados mostraram a viabilidade econômica da casa de vegetação rústica para hortaliças de maior valor no mercado.

Palavras chave: Bambu, construções rurais, cultivo protegido, ambiente artificial.

RUSTIC GREENHOUSE FOR FAMILY AGRICULTURE

ABSTRACT

The vegetation or greenhouses in general have high cost for most small vegetable growers. With a view to the production of low-cost constructed environments to promote environmental conditions suitable for the typical users of these buildings, the present study aimed to develop a model of rustic greenhouse at low cost for the production of vegetables, and measure the environmental conditions, the development of culture of lettuce and the cost-benefit of the building. The obtained results demonstrated that for the environmental conditions of air temperature and relative humidity there was no significant difference in or out of the building, there is, however, only the reduction of wind speed inside the greenhouse. For plants grown in the greenhouse the biometric results number of leaves, plant height, plant diameter, green mass and dry mass were greater than those cultivated plants in natural environment. With respect to the root size there was no significant difference between the cultivated plants in both environments. To assess the cost-benefit of building a simple economic analysis was carried out through a simulation made of estimated costs for the construction of the building and the productivity of crops of lettuce, tomato and strawberry in greenhouse. The results showed the economic viability of the rustic vegetable greenhouse of greater value in the market.

Keywords: Bamboo, rural buildings, protected cultivation, artificial environment.

1. INTRODUÇÃO

Os fatores climáticos podem comprometer a produção de hortaliças ao promover distúrbios fisiológicos nas plantas provocadas pela radiação direta do sol e pela temperatura e a umidade relativa do ar, altas ou baixas. Tais alterações influenciam na perda de nutrientes e de água para manter o metabolismo da planta funcionando corretamente. Esse processo acaba resultando em plantas de diversos tamanhos, com folhas curtas ou longas e de baixa qualidade nutricional, havendo também colheitas feitas em épocas não previstas e possivelmente um aumento na proliferação de pragas e doenças. Muitas vezes, a solução encontrada para esse problema é o uso de mecanismos artificiais de climatização.

Com a finalidade de atender às exigências ambientais dos vegetais, surgiram, ao longo do tempo, casas de vegetação com soluções arquitetônicas diversas, com o intuito de vencer as adversidades climáticas locais de cada região.

As casas de vegetação e estufas, em geral, possuem custo elevado para maioria dos pequenos horticultores, principalmente da região Nordeste. O custo elevado ocorre, principalmente, por causa do custo dos materiais empregados na edificação como; concreto, aço, alumínio e polietileno. No processo construtivo desta instalação, muitas vezes, precisa-se de equipamento adequados e de mão de obra qualificada, e por causa dessas particularidades, a edificação é construída ou montada por empresas responsáveis pelo próprio produto que vende, aumentando ainda mais o custo da edificação.

Tendo em vista a produção de ambientes construídos a baixo custo para garantir condições térmicas adequadas para os vegetais e contribuir com o desenvolvimento dos horticultores das regiões paraibanas que praticam as atividades hortigranjeiras, o presente trabalho propõe discutir possibilidades a baixo custo, de promover edificações rústicas adequadas para produção de hortaliças para condições de clima quente, utilizando materiais alternativos e recicláveis.

Nesta discussão percebem-se a importância de estudos que tratem do processo construtivo e dos materiais empregados, permitindo a elaboração das edificações de forma a realizarem com eficiência suas funções, especialmente quanto aos efeitos negativos das condições a que ficam sujeitos as plantas.

A grande parte da produção de hortaliças no estado da Paraíba está localizada nas mesorregiões da Zona da Mata e Agreste, isso ocorre por esta região proporcionar clima, solo e pluviosidade, em alguns municípios, próximo ao desejável para o cultivo de grande parte das espécies de hortaliças

A maioria dos horticultores destas regiões cultiva suas hortaliças ao ar livre, por muitas vezes, não ter condições financeiras de possuir casas de vegetação ou estufas em suas atividades hortigranjeiras. Sabe-se que em cultivo protegido, as hortaliças adquirem maior produtividade (colheita em menos tempo) por promover ambiente adequado para o desenvolvimento fisiológico das plantas e produtos de maior qualidade por evitar contaminação de pragas e doenças nas cultivares.

Tendo em vista o crescimento econômico dos pequenos horticultores do Estado Paraíba, a possibilidade desses produtores poderem construir casas de vegetação a baixo custo em suas propriedades rurais promoveria um diferencial no produto produzido agregando valor e aumentando sua renda.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Desenvolver um modelo de casa de vegetação rústica a baixo custo utilizando materiais alternativos e recicláveis para produção de hortaliças.

1.1.2. Objetivos específicos

- 1) Mensurar e comparar as variáveis ambientais, temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento no interior da casa de vegetação coberta com sombrite a 50% de passagem de luz e ambiente aberto.
- 2) Avaliar o desenvolvimento da cultura da alface (*Lactuca sativa*) variedade americana tipo delícia cultivada dentro e fora da casa de vegetação em condições climáticas da microrregião do Brejo da Paraíba.
- 3) Realizar uma análise econômica simples da edificação para avaliar seu custo benefício.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Casa de Vegetação

As casas de vegetação são usadas como instrumento de proteção ambiental para produção de plantas, como hortaliças e flores. Casas de vegetação são estruturas construídas com diversos materiais, como madeira, concreto, ferro, alumínio, etc., e cobertas com materiais transparentes que permitam a passagem da luz solar para crescimento e desenvolvimento das plantas.

O uso dessas estruturas pode ser de caráter parcial ou pleno, dependendo das características exploradas. Um exemplo característico do uso parcial é a utilização de cobertura da estrutura para obter-se o efeito 'guarda-chuva', muito comum em regiões tropicais, usado para proteção da chuva forte. Por outro lado, é possível explorar todo o potencial deste tipo de estrutura, construindo-se uma casa de vegetação completa, com todos os controles para a cobertura e para a proteção das plantas em relação a parâmetros meteorológicos adversos, como a precipitação, e com cortinas laterais para geração e aprisionamento do calor. Neste último caso, utiliza-se o efeito estufa desta estrutura, motivo pelo qual as casas de vegetação são mais conhecidas como estufas, embora sua utilização seja restrita à proteção das culturas utilizando-se somente o efeito 'guarda-chuva' da estrutura (REIS, 2005).

Com a finalidade de promover condições ambientais propícias a um melhor cultivo e desenvolvimento das plantas, difundiu-se o uso de casas de vegetação. De acordo com Sganzerla (1997), ao longo do tempo surgiram diferentes modelos de casas de vegetação com soluções arquitetônicas diversas, cada qual com o intuito de atender às exigências ambientais dos vegetais frente às adversidades climáticas locais. Cada formato de casa de vegetação tem uma indicação para as diversas regiões do país. Os modelos diferem entre si, principalmente com relação à forma da cobertura. Os três formatos mais conhecidas são em arcos, túnel e duas águas.

2.1.1. Casa de vegetação em formato de arco



Figura 1 - Casa de Vegetação Tipo Arco

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Em condições climáticas do Nordeste brasileiro de clima semi-árido, com precipitação pluviométrica variando entre 300 e 1800 mm, radiação solar com média de 5.880 W/m^2 e temperatura máxima variando entre 18 a 36°C e a mínima de 15 a 27°C , o modelo de estufa mais adequado é o de teto convectivo retilíneo, em formato de arco em parábola invertida, pois no caso da produção de hortaliças, esse modelo de estufa, coberto com plásticos reflectivos, permite a liberação de calor e controle de umidade no interior da edificação, proporcionando um ambiente adequado para o desenvolvimento das hortaliças. A estufa modelo 'teto em arco' pode ser de construção industrial ou de construção artesanal usando conduítes de água de ferro galvanizado e de bitolas variáveis entre 1,5 a 3,5 cm de diâmetro e espessura de parede de 3,04 mm (REIS, 2005).

2.1.2. Casa de vegetação em formato de túnel



Figura 2 - Casa de Vegetação Tipo Túnel

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Formato pouco usado na construção industrial de estufas, geralmente, são construídas com materiais não convencionais que possui ótima flexibilidade para formação dos arcos. O uso mais comum desse formato é o modelo ‘túnel baixo’ para produção de mudas e hortaliças (REIS, 2005). No município de Bananeiras, localizado no brejo da Paraíba, é muito comum ser usada para produção de mudas de fumo e erva doce.

2.1.3. Casa de vegetação em duas águas



Figura 3 - Casa de Vegetação Tipo Duas Águas

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Este modelo é muito indicado para a região norte, por possuir clima tropical, ou seja, quente e úmido, acrescentando o lanternin e janelas do tipo advectiva em suas partes frontal e posterior. Este tipo de adaptação permite um fluxo de ar contínuo em seu interior transportando o calor e massa para o lado externo. Essa transferência de calor e massa tem como vantagem a utilização contínua do excesso da radiação sensível no processo evaporativo das superfícies livres das folhas das plantas e do solo, transportando-o para as camadas de ar mais elevadas do interior da estufa, diminuindo a temperatura interna da estufa (endotermia) e promovendo a diminuição da umidade, podendo em certa época do ano serem abertas (REIS, 2005).

A produção de hortaliças no Nordeste brasileiro para abastecimento dos grandes conglomerados urbanos começou a receber tecnologia de proteção a partir do século passado em 1990. Devido à irregularidade de relevo nesta região, com presença de áreas montanhosas que geram microclimas especiais, é possível produzir algumas olerícolas a céu aberto, como o tomate, pimentão e alface.

No Brasil a superfície coberta por casas de vegetação (casas de vidro e polietileno), é de aproximadamente 1000 ha, as quais são utilizadas para cultivos e produção de plantas ornamentais, hortaliças e mudas das mais variadas espécies de plantas (OLIVEIRA, 1995).

As vantagens de utilização desses ambientes fechados ou semi-fechados são muitas, dentre elas: maior proteção contra fenômenos climáticos, geadas, granizo, excesso de chuva, "sol forte" durante o dia e queda de temperatura à noite; proteção do solo contra lixiviação; redução dos custos com fertilizantes e defensivos, e ainda melhor controle de pragas e doenças. O cultivo de plantas ornamentais e hortaliças em casas de vegetação cobertas com polietileno estão se expandindo, com o objetivo de se obter maior produtividade, melhor qualidade e barateamento do produto durante a entressafra. As colheitas nesses ambientes excedem sensivelmente as que se obtém a céu aberto. Esse aumento de produção é de duas a três vezes maior (OLIVEIRA et al., 1992).

No entanto, esses autores destacam algumas desvantagens do uso de casas de vegetação, dentre elas: manutenção e conserto das casas de vegetação são muito onerosos; o interior das casas de vegetação podem atingir valores de temperatura muito elevados durante o dia; nos meses mais quentes (dezembro, janeiro e fevereiro) altas temperaturas associadas a altos valores de umidade podem levar a formação de verrugas sobre as folhas, necrosando o tecido; doenças no solo e foliares são mais agressivas e difíceis de serem tratadas, em alguns casos é necessário a mudança do local da casa de vegetação a cada intervalo de 2 anos; pragas atacam plantas que normalmente são hospedeiras no campo; explosão de pragas, insetos e ácaros o ano todo; falta de inimigos naturais para o controle biológico; resistência por parte das pragas ao controle químico; dificulta a presença de agentes polinizadores, entre outras (OLIVEIRA et al., 1992).

Segundo Villele (1983) e Alpi & Tognoni (1984) as temperaturas mínimas são em média de 1 a 3 °C superiores em estufas de polietileno, no entanto, constatou-se a ocorrência de dias em que a temperatura mínima foi inferior a condição de campo, um efeito contrário ao desejado. Esse fenômeno é conhecido como "inversão térmica" ocasionado pela alta permeabilidade do polietileno de baixa densidade (PEBD) à radiação de ondas longas.

Camacho et al. (1995) observaram nas condições climáticas de Capão do Leão-RS, que o maior efeito da cobertura de polietileno (100 micras) sobre a temperatura do

ar ocorreu em seus valores máximos, verificando valores superiores em condição interna. Sobre a temperatura mínima encontraram valores inferiores em condição interna, entre os meses de junho e outubro, denotando a incapacidade do abrigo em proporcionar um adequado armazenamento de energia, o que foi atribuído a grande transparência do material de cobertura às radiações de ondas longas. Em estruturas semelhantes Buriol et al. (1993), constataram diferenças significativas entre as temperaturas mínimas entre os ambientes externo e interno, com 1,2 °C superiores em ambiente interno.

Faria Junior (1997) em Ilha Solteira-SP, durante o período de verão verificou que os valores de temperatura máxima foram mais elevados nas estufas que em condição de campo (entre 3 e 5 °C). Em relação às temperaturas mínimas, as diferenças foram muito pequenas (0,3 °C) entre as estufas e a testemunha sem proteção plástica. Observaram ainda que os valores de umidade relativa foram superiores em condição interna.

Herter & Reisser Junior. (1987), estudando o microclima formado no interior de estufas modelo capela, na região de Pelotas-RS, constataram que a variação da temperatura noturna apresentou valores muito próximos, interna e externamente, com pequena diferença maior no interior (0,1 a 0,8 °C). Com relação as temperaturas máximas encontraram diferenças da ordem de 4,0 a 4,3 °C superiores no ambiente interno. Estudando perfis horizontais de temperatura verificaram valores decrescentes da parte central para as laterais, enquanto que, os perfis verticais os menores valores foram encontrados junto ao solo.

Martins (1992) encontrou em estufa modelo capela, durante o verão, em Jaboticabal-SP, maiores valores de temperatura máxima no interior da estufa, porém houve pequeno efeito da cobertura na temperatura mínima e na umidade relativa do ar. A amplitude térmica foi menor na estufa, quando comparada àquela obtida em campo aberto. De acordo com observações de Farias et al. (1993), os valores de temperatura e umidade relativa do ar, verificados no interior de uma estufa capela, localizada em Capão do Leão-RS, e aqueles do ambiente externo, ficaram bastante próximos. Os maiores efeitos da cobertura plástica ocorreram sobre as temperaturas máximas, resultando em valores médios decendiais superiores em 1,2 a 4,4 °C que aqueles obtidos em condição de campo.

Santana et al (2009) em um experimento realizado na região do Submédio no estado da Bahia com casa de vegetações sombreadas em 35%, 50% e a pleno Sol, encontrou valores de temperaturas do ar menores e de umidade relativa maiores no tratamento a 50% de sombreamento do que nos outros tratamentos de 35% e a pleno Sol.

2.2. Os Vegetais

Os vegetais demandam exigências químicas e físico-ambientais do meio envolvente no qual são cultivados. Portanto, é essencial saber os processos e a forma pela qual os vegetais extraem e usam os recursos do meio para o seu desenvolvimento. O conhecimento e a atenção a essas exigências permitem estabelecer as condições para que os vegetais realizem seus processos de desenvolvimento, para maior eficiência produtiva e econômica em qualquer época do ano.

Felippe (1986) expõe que as características ambientais, água, radiação, temperatura e gás carbônico estão intrinsecamente relacionados aos processos de fotossíntese e respiração, sendo responsáveis pela transformação de energia luminosa em energia química e pela produção de compostos orgânicos.

As exigências de água e minerais dos vegetais podem ser atendidas através de irrigações e adubações, em cultivos no solo, ou através da solução nutritiva em cultivos hidropônicos. O fornecimento de radiação e temperatura, de acordo com as exigências dos vegetais, é condicionado pela sazonalidade climática. Todos são fatores relevantes no estudo do comportamento dos vegetais como resposta ao desempenho das casas de vegetação.

Ao contrário dos seres humanos e da maioria dos animais, os vegetais são incapazes de manter suas células à temperatura constante, ou seja, não possuem mecanismos de termorregulação. No entanto, eles suportam maior amplitude da energia do meio, apesar de serem também susceptíveis a valores mínimos e máximos.

Segundo Ometto (1981), o valor mínimo de energia admissível ao meio para determinada planta estabelece nesta uma paralisação do processo de auto-produção de alimento (fotossíntese) e condiciona o metabolismo a um valor mínimo vital. Acima desse valor mínimo, a energia do meio é utilizada nos processos metabólicos da planta. Essa energia condiciona a aceleração dos processos vitais, de um valor mínimo até um

valor ótimo, decrescendo a sua atividade até o limite superior de energia do meio. Quando a energia do meio alcança um valor elevado, ocorre a perda de água pela planta, por intermédio do processo de transpiração, em velocidade maior que a de captação e transporte do sistema radicular até as folhas. Essa situação é responsável pelo fechamento estomático que restringe as perdas de água, com conseqüente queda da razão fotossintética.

Os vegetais apresentam diferentes respostas às condições estressantes impostas por alta ou por baixa temperatura; cada espécie possui temperaturas limites superior e inferior. Dentre outras respostas específicas de cada cultura, as mais comuns ao estresse por altas temperaturas são: mudança no ângulo das folhas, que reduz a absorção e aumenta a reflexão de radiação; redução na área das folhas, acompanhada por alongamento e estreitamento das folhas; e queda das folhas (BRITO, 2000).

2.2.1. Cultura da Alface

Segundo Wien (1997), a alface é considerada a cultura-padrão para se checar as condições de crescimento em câmaras ambientais, por possuir um ciclo relativamente curto de desenvolvimento e ser muito sensível ao ambiente.

A alface (*Lactuca sativa L.*) pertence à família *Compositae*. Trata-se de uma planta tipicamente folhosa, consumida “in natura” na sua fase vegetativa. De acordo com Zink, citado por Vazquez (1986), o ciclo de desenvolvimento da alface divide-se em duas fases: vegetativa e reprodutiva, que são influenciadas por vários fatores climáticos. Durante a fase vegetativa, a planta possui caule curto, de até 15cm de comprimento, ao redor do qual as folhas nascem, formando-se uma roseta. Esta fase encerra-se quando a cabeça estiver completamente desenvolvida. Na seqüência, inicia-se a fase reprodutiva, na qual o caule sofre alongamento e se ramifica, e cada uma das ramificações forma uma inflorescência.

Em regiões quentes ou em época de verão, se a alface é exposta a temperaturas elevadas durante o crescimento vegetativo, ela passa rapidamente para a fase reprodutiva, ocorrendo o estiolamento, ou seja, o alongamento do caule e, posteriormente, o surgimento da inflorescência, o que desvaloriza a produção comercial ao se realizarem colheitas antecipadas e de qualidade inferior.

Bensink, citado por Wien (1997), em estudos da morfologia da cabeça da alface tipo manteiga, mostrou que o decréscimo da razão comprimento/largura da folha é um indicativo da tendência de formação de cabeça da planta. Apontou que a forma da folha é bastante influenciada pelas condições ambientais nas quais a planta está crescendo. Sob pouca luz, as folhas tendem a ser longas e estreitas. Quando os níveis de luz aumentam, suas formas tornam-se progressivamente largas, com reduzida razão comprimento/largura. Adicionalmente, cabe observar que a radiação luminosa influi na temperatura, ocorrendo aumento da largura da folha em altas temperaturas e condição de muita luz, e estreitamento das folhas se as altas temperaturas ocorrerem sob condição de pouca luz.

De acordo com Jie e Kong (1998), em experimentos realizados com a cultura da alface em ambiente com temperatura entre 25°C e 39°C, a máxima taxa de fotossíntese da cultura foi verificada em quantidade de radiação em torno de 240W/m². Além dos efeitos na morfologia da planta, a luz e a temperatura são os maiores determinantes da sua taxa de crescimento. Quando não existem outros fatores inibidores do crescimento, a produtividade da alface estará diretamente relacionada com a radiação incidente.

Para obter grandes produções de alface é necessário que as condições climáticas permitam que as plantas tenham rápido crescimento inicial. Wien (1997) diz que quanto mais cedo às plantas conseguirem cobrir o solo, mais rápido elas poderão usar a radiação incidente para o crescimento, e, que em culturas de crescimento no campo, o menor espaçamento e emprego de transplantes são melhor que a semeadura direta, por adiantar o tempo de completa interceptação de luz.

Para Panduro (1986), em estudos conduzidos no Estado de São Paulo, a alface transplantada teve rendimento de 24,9% maior que a alface de semeadura direta, sob 45% de luminosidade. O mesmo autor, em estudos realizados de março a julho, para verificar a influência de diferentes intensidades de energia radiante (100%, 60% e 45%) sobre o desenvolvimento e a produção de cultivares de alface em dois sistemas de produção, direta e transplantada, concluiu que quanto ao florescimento, às plantas de alface cultivadas sob telados de 60% e 45% de luminosidade retardaram o início do florescimento em até 30 dias em relação às plantas de alface cultivadas com 100% de luz.

Wien (1997) relata que, em condições de campo, a resposta aos aumentos nos níveis de luminosidade pode ser afetada pelos efeitos adversos de aumento de

temperatura ou redução da quantidade de água das plantas nessas culturas. Apesar de a temperatura ser um fator estimulante dos processos fisiológicos que ocorrem em todos os órgãos da planta, quando está muito elevada provoca retardamento no crescimento das plantas da alface, uma vez que há, em outros processos fisiológicos, um consumo exagerado das substâncias elaboradas pela fotossíntese.

Como já comentado, todas as plantas possuem o desenvolvimento ótimo em determinadas faixas de temperaturas. Várias faixas de temperatura têm sido estabelecidas por pesquisadores. Por exemplo, Lorenz e Maynard, citados por Wien (1997), dizem que as temperaturas consideradas ótimas para o crescimento da alface estão na média de 18°C, podendo variar entre 7 e 24°C.

Segundo Sganzerla (1997), as temperaturas ótimas para a alface dependem do estágio de desenvolvimento da cultura: para a germinação de 15 a 20°C, para o desenvolvimento de 14 a 18°C durante o dia e de 5 a 20°C durante a noite, e, ainda, que estes valores de temperatura devem ser associados a valores de umidade relativa do ar entre 60 e 70%.

2.3. Fatores Climáticos

Os fatores climáticos de radiação solar, temperatura e umidade do ar, ventilação e precipitação estão em constante interação com os vegetais. Para o desenvolvimento vegetal, há limites para cada cultura, sendo alguns fatores imprescindíveis e outros uma ameaça. Para se evitar danos à produção durante o período de verão em regiões chuvosas, é necessária a proteção ao impacto mecânico exercido pelas chuvas sobre os vegetais, principalmente em se tratando de olerícolas, que não possuem boa resistência a esse tipo de impacto.

Poucas culturas resistem a uma chuva de granizo, que pode acabar em instantes com uma lavoura. Dos agentes ambientais anteriormente descritos, pressupõe-se que a radiação solar e as condições de ar (temperatura, umidade e velocidade), têm intrínseca ligação com a aceleração ou o retardamento dos estágios de desenvolvimento dos vegetais.

2.3.1. Temperatura e umidade do ar

Sendo a temperatura um indicador do estado energético de uma substância, as variações térmicas devem representar fielmente as variações da chegada de energia solar no sistema terra-atmosfera, mesmo sob a influência de combinações de fatores que atuam na temperatura do sistema (VIANELLO e ALVES, 1991).

Apesar das diversas combinações de fatores de influência, a variação da temperatura na superfície terrestre resulta basicamente dos fluxos das grandes massas de ar e da diferente recepção da radiação do sol de local para local (LAMBERTS et al., 1997). A quantidade de radiação solar recebida por uma determinada superfície terrestre vai depender da topografia, do tipo de solo, da vegetação, da latitude e da altitude do local.

O ar é transparente às ondas eletromagnéticas, razão pela qual as variações na sua temperatura são conseqüências indiretas da ação da radiação solar. A elevação da temperatura do ar se deve ao processo de balanço de energia entre a superfície receptora e a atmosfera e envolve, simultaneamente, os fenômenos de transferência de calor por condução, convecção e radiação. Esse processo resulta, geralmente, numa defasagem de duas horas entre o horário de maior incidência de radiação sobre a superfície e o de maior temperatura do ar (RIVERO, 1985).

Um constituinte atmosférico de destaque no balanço de energia junto à superfície terrestre é o vapor d'água. Sob determinada temperatura, o ar tem a capacidade de conter certa quantidade de vapor d'água: quanto maior a temperatura do ar, maior quantidade de água poderá conter. A combinação temperatura e umidade respondem pela difusão de massa e de calor entre um corpo e o meio envolvente, sendo isto uma das condições determinantes do conforto térmico (COSTA, 1982).

De acordo com Sganzerla (1997), quando a temperatura está acima do limite superior da temperatura ideal, a planta transpira demasiadamente, provocando sensível redução na produção de matéria orgânica. Também, quando a umidade relativa do ar está abaixo do limite ideal, as plantas se desidratam com facilidade; quando está acima desse limite, o desenvolvimento fica igualmente prejudicado pelo aumento da suscetibilidade a doenças.

2.3.2. Velocidade do ar

As variações de orientação e de velocidade do ar acontecem principalmente pelas diferenças de temperatura entre as massas de ar, provocando o deslocamento da área de maior pressão (ar frio e pesado) para a área de menor pressão (ar quente e leve) (LAMBERTS et al., 1997).

Os ambientes devem ser bem ventilados de modo a atender às exigências higiênicas e térmicas dos usuários, sendo as primeiras de caráter permanente, devendo ser atendidas a qualquer hora e época do ano, e as segundas só interessam quando o microclima interno é insatisfatório, sendo necessária a redução da temperatura (RIVERO, 1985). A ventilação contribui para a redução da temperatura dos ambientes essencialmente através das trocas de energia por convecção; de acordo Lamberts et al. (1997), o coeficiente de troca por convecção depende da viscosidade e da velocidade do fluido, assim como do tipo de deslocamento do fluido, laminar ou turbulento. O regime turbulento é definido quando o perfil do movimento do fluido é caracterizado por baixas velocidades e o laminar por altas velocidades.

Assim, para se obter maior movimentação de massas de ar no interior dos ambientes existem duas formas: ventilação natural e ventilação artificial. A ventilação natural baseia-se nas pressões distintas originadas pela diferença entre as temperaturas do ar interior e exterior, o que provoca deslocamento de ar da zona de maior para a de menor pressão, e no escalonamento das pressões que se geram no interior dos ambientes como consequência da ação mecânica dos ventos (RIVERO, 1985).

De acordo com Costa (1982), a ação dos ventos, que não é contínua, ocasiona o escalonamento das pressões no sentido horizontal, no interior das edificações, provocando movimentação do ar, que pode ser intensificada por meio de aberturas dispostas convenientemente. A diferença de pressão se deve a três fatores: à diferença de temperatura entre o ar interno e o externo à edificação, ao tamanho das aberturas de entrada e saída do ar e à diferença de nível entre as aberturas de entrada e saída de ar. Conforme Dantas (1995), a taxa de movimentação do ar, resultante do termossifão (efeito chaminé), é diretamente proporcional à diferença de pressão e de altura entre as aberturas de entrada e saída de ar.

2.3.3. Radiação solar

A radiação solar é a principal fonte de energia do planeta, pois é fonte de calor e de luz, sendo muito importante no estudo do comportamento ambiental e, particularmente, nos processos de desenvolvimento vegetal. A radiação emitida pelo Sol, ao penetrar na atmosfera, é espalhada para outras direções além daquela de incidência. A parcela que atinge diretamente a superfície terrestre é chamada de radiação direta e sua intensidade depende, conforme Lamberts et al. (1997), da altitude solar e do ângulo de incidência dos raios solares em relação à superfície receptora; a outra parcela de energia radiante, vinda das demais direções da atmosfera atingindo indiretamente a superfície, é chamada de radiação difusa.

A radiação solar incidente na superfície terrestre é composta por um espectro que possui ondas eletromagnéticas energeticamente diferentes. A interação de ondas eletromagnéticas com toda a matéria existente na superfície se verifica de acordo com as propriedades da onda e da estrutura molecular da matéria (OMETTO, 1981).

No espectro de radiação solar, a faixa compreendida de 220 a 400nm é chamada de faixa do ultravioleta, a de 400 a 780nm é luz visível e a partir de 780nm encontra-se a faixa do infravermelho. O espectro visível compreende os comprimentos de onda que impressionam o olho humano, dando a sensação de visibilidade, ou seja, cada banda nesta faixa dá a sensação de uma cor distinta. Em 400nm a visão é sensibilizada para a cor violeta e, à medida que as bandas se aproximam de 780nm, seguem-se o azul, o verde, o amarelo, a laranja e o vermelho. A banda do vermelho é a última do espectro visível. Um aspecto merecedor de atenção refere-se ao modo como ocorre a absorção de radiação pela planta ao longo da faixa do espectro visível.

Segundo Ometto (1981), os comprimentos de onda na faixa do azul (400 a 450nm) são os de maior eficiência fotossintética em todo o espectro de radiação solar, tendo o seu pico máximo ao redor de 429nm. O intervalo de 450 a 600nm compreende o final do azul, a banda do verde, do amarelo e o início do laranja; nessa faixa a absorção é muito baixa, a reflexão é elevada, e encontra-se a maior irradiância de todo o espectro solar (energia por comprimento de onda). Na faixa que engloba o final do laranja e o vermelho (600 a 780nm), existe uma banda de absorção para efeito fotossintético, tendo seu pico máximo em redor de 660nm; no entanto, a eficiência fotossintética do

comprimento de onda de 660nm é igual a 60% da eficiência máxima dada pelo comprimento de onda de 429nm.

Acima de 700nm existe uma pequena absorção de caráter fotossintético dentro da faixa que vai de 700 até 800nm. Acima de 800nm, a planta apresenta algumas faixas que são absorvidas a fim de manter o equilíbrio energético interno e manter constantes, ou em condições ideais, as reações bioquímicas e o comportamento enzimático dentro da planta.

De acordo com o mesmo autor, a faixa de 450 a 600nm possui elevada energia; a absorção nessa faixa acarretaria demasiado aumento de energia interna do sistema foliar, ocasionando a aceleração de uma série de reações bioquímicas, com conseqüente desequilíbrio enzimático e excessivas trocas de água e gás carbônico com o meio, incompatíveis com o processo biológico.

Com relação ao espectro solar descrito, é importante lembrar que os comportamentos das plantas não são generalizados: cada variedade de cada espécie tem suas características próprias. A planta também possui foto-receptores sensíveis ao ambiente de luz, que emitem respostas biológicas, pela diferença entre o vermelho (600 a 700nm) e o vermelho distante (700 a 750nm).

2.4. Casa de Vegetação a Baixo Custo

As casas de vegetação possuem custo elevado, isso advém dos materiais aplicados nas estruturas da edificação, como; concreto, aço, alumínio, PVC e madeira. Sendo que as construídas de madeira e PVC são relativamente mais baratas em relação às construídas com concreto, aço e alumínio.

Geralmente, quando se fala de casa de vegetação a baixo custo, refere-se ao tipo de material empregado na estrutura, que substitui os materiais convencionais usados neste tipo de edificação, que são relativamente mais caros do que o material que foi usado para substituí-lo.

Em 28/03/2012 o valor de R\$ 16.895,00 foi fornecido por empresa especializada, para uma estufa com estrutura galvanizada com dimensões de 7,00 m de largura por 15,00 m de comprimento, pé direito de 3,20 m e altura no topo de 4,80 m sendo uma área total de 105 m².

Em busca de baratear o valor dessas edificações, várias propostas foram desenvolvidas de casas de vegetação a baixo custo, utilizando materiais na estrutura relativamente mais barato como; a madeira de diversas espécies e o cano de PVC com concreto.

Um exemplo de modelo de casa de vegetação a baixo custo desenvolvida foi a da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO) que aplicaram materiais relativamente mais barato do que os materiais normalmente usados no mercado. Segundo Leal et al. (2006) esse modelo possui as seguintes vantagens: custo reduzido, sendo três a cinco vezes inferiores ao custo de uma estufa comercial; adaptada ao clima de regiões tropicais; dimensões flexíveis para se adaptarem a quaisquer necessidades; larguras de 5 ou de 8 metros; comprimento e altura variáveis; fácil construção, não necessitando de mão-de-obra especializada; utiliza materiais facilmente encontrados na propriedade agrícola ou no comércio local.

A estrutura da estufa pode ser de madeira serrada (Massaranduba ou Aparaju) ou madeira roliça (Eucalipto), com arcos feitos em vergalhão embutido em mangueiras de borracha. A madeira serrada é mais fácil de encontrar no comércio local e permite maior vida útil. Além de utilizar materiais simples, esse modelo tem baixo custo, pois a sua estrutura é travada com arame, como uma barraca de camping, o que permite maior espaçamento entre esteios e também o uso de vergalhão no lugar de tubos de ferro galvanizado. Sua vida útil, no entanto, é inferior à dos modelos comerciais, variando conforme qualidade da madeira utilizada e os cuidados com a sua manutenção.

A estufa possui dois modelos, o de 8 m x 35 m e o de 5 m x 12 m, composto por módulos. O modelo de 8 metros de largura possui módulos de 3,50 metros e o modelo de 5 metros de largura possui módulos de 3,00 metros.

Segundo Leal et al (2006) o modelo de 8 metros de largura é avaliado em R\$ 2.525,40 e o modelo de 5 metros de largura em R\$ 836,20 conforme o orçamento realizado em dezembro de 2004. Nas figuras 4 e 5 seguintes podem ser vistos os projetos dos dois modelos desenvolvido pela PESAGRO-RIO.

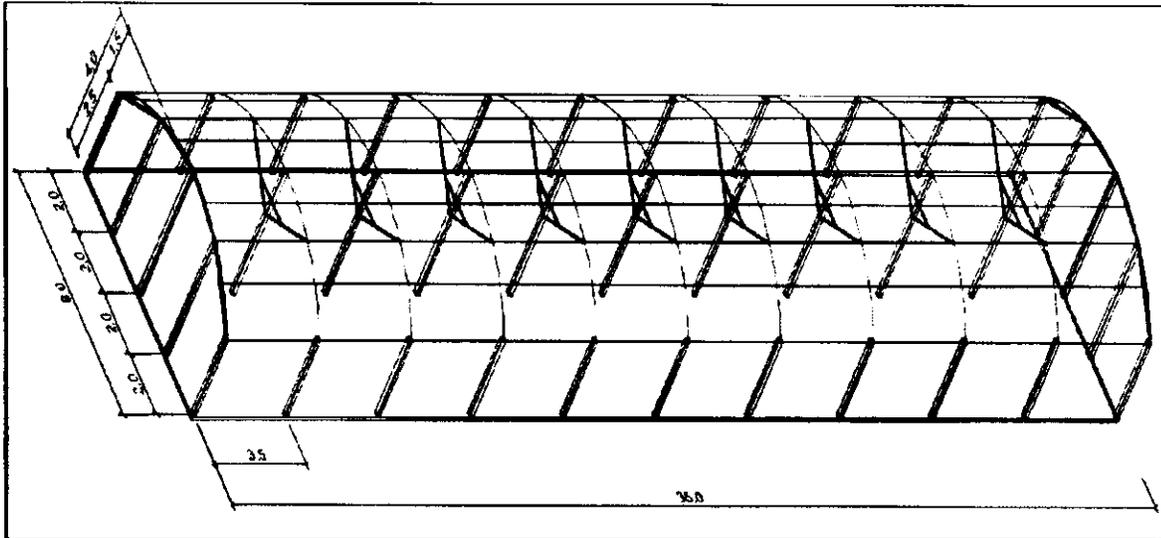


Figura 4 - Dimensões da Estufa Modelo de 8m x 35m PESAGRO-RIO
 Fonte: LEAL et al (2006)

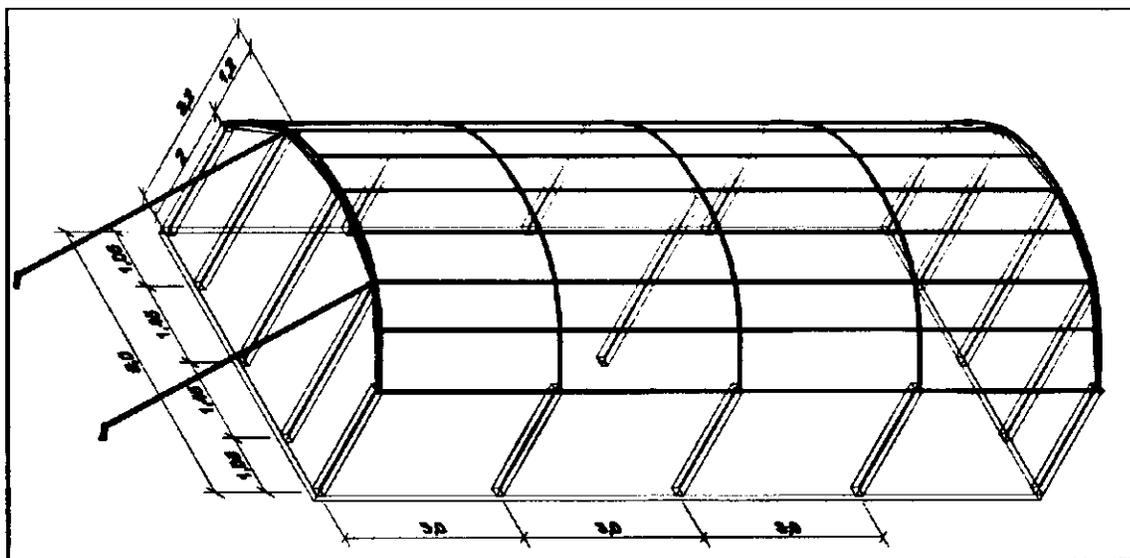


Figura 5 - Dimensões da Estufa Modelo de 5m x 12m PESAGRO-RIO
 Fonte: LEAL et al (2006)

Outro exemplo de casa de vegetação desenvolvida a baixo custo é o do Centro Paranaense de Referência em Agroecologia (CPRA) que criou um modelo utilizando como estrutura base o bambu. Na cartilha publicada pelo CPRA em 2011 não consta um possível valor de quanto custaria essa edificação, mas não deixa de ser outra possibilidade de adquirir uma casa de vegetação na propriedade rural a baixo custo.



Figura 6 - Modelo da Estufa do Centro Paranaense de Referência em Agroecologia
Fonte: SILVA et al (2011)

Muito comum também é encontrar estruturas simples de casa de vegetação, utilizando materiais plásticos, como o polietileno e o poliuretano, as chamadas casas de vegetação túnel baixo, usada bastante para produção de mudas de fumo e erva doce no agreste da Paraíba.



Figura 7 - Casa de vegetação construída de cano PVC para cultivo de mudas de Erva doce

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

2.5. Uso do Bambu nas construções

Os bambus são plantas herbáceas e lenhosas, pertencentes à família das *Gramineae* ou *Poaceae*, com mais de 1.250 espécies classificadas e distribuídas em aproximadamente 47 gêneros distintos. Desenvolvem-se em regiões com clima tropical e subtropical com temperatura de 9°C até 36°C e umidade relativa acima de 80%, adaptando-se tanto ao nível do mar quanto em altitudes próximas de quatro mil metros, com chuvas entre 762 mm a 5.080 mm e solos areno-limosos e argilo-limosos com boa drenagem e úmidos (LÓPEZ, 1974).

O Bambu tem ampla aplicação nas construções de zonas rurais e indígenas por ser abundante e de baixo custo. A alta proporção das fibras promove uma boa resistência a fortes tensões, flexões, compressões e elasticidade. A sua utilização como elemento construtivo está altamente ligada ao tratamento usado na planta, para preservação das suas fibras, evitar rachaduras, apodrecimento e ataque de insetos e fungos.

Em relação a sua aplicação como elemento construtivo a planta é considerada um material leve, versátil, com adequadas características físicas e mecânicas. O bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*), por exemplo, é uma espécie entouceirante, com altura das hastes atingindo até 40 metros, comprimento dos internós de 40 a 50 cm, diâmetro dos colmos entre 10 e 25 centímetros e espessura da parede variando de 1 a 3 centímetros, sendo bastante utilizado para colunas ou vigas de sustentação nas construções (PEREIRA & BERVALDO, 2007).

O bambu como material que apresenta boas características físico-mecânicas a baixo custo, facilidade de obtenção e trabalhabilidade, vem ocupando espaço na construção civil em países asiáticos, e em alguns da América Latina, substituindo com eficiência algumas espécies de madeira em construções diversas (FREIRE & BERVALDO, 2003; PAES et al, 2009).

No geral, cada espécie de bambu tem sua aplicabilidade e funcionalidade dentro do seu uso nas construções civis e rurais. Segundo Caeiro (2010) em um levantamento das principais espécies encontradas na região Nordeste são:

a) *Bambusa vulgaris* - Bambu de média dimensão que cresce em grupos de arbustos pouco densos pode atingir 8 a 20 metros de altura, na coloração existem duas subespécies: verde de vários tons verde e amarelo, que criam texturas elegantes. O inter

gomo está compreendido entre 25-35 cm com um diâmetro de 5 a 12 cm e com uma espessura de 0,7 a 1,6 cm. Como o nome indica é um dos bambus mais propagados no mundo. A sua origem é desconhecida, estende-se por todas as zonas tropicais do globo. Cresce em condições variadas com grande facilidade de adaptação a terrenos, suportando altitudes superiores a 1500 metros e temperaturas que podem descer até -3°C. Resiste a grandes temporadas de seca. Tem como usos mais comuns a construção rural, abrangendo uma enorme quantidade de usos, como: mobiliário, artesanato, produção de papel, pelas suas cores como ornamentação, produtos medicinais, sustentação de barrancos e terrenos inclinados, evitando desmoronamentos em zonas de grande intensidade pluvial.

b) *Bambusa arundinacea* – Espécie de bambu espinhoso que cresce em grupos de arbustos muito densos, com ramos curvos, apresenta um colmo muito reto e luminoso, atingindo igualmente uns impressionantes 30m de altura. O inter gomo varia de 20 a 40 cm, com um diâmetro que oscila entre 15 a 18 cm. A parede pode atingir 1,4 cm de espessura. Em climas secos esta espessura aumenta. O método mais eficaz de plantação é por estacas verticais. Este bambu é cultivado na Índia e Bengala, sul da China, e é também a espécie mais comercializada na Tailândia, Nepal, Indonésia, Vietnã, Filipinas, entre outros. O clima apropriado é o de zonas úmidas e clima equatorial e tropical não muito seco. Desenvolve-se em terrenos pobres e ricos; contudo prefere solos ácidos. Pode crescer até 1200m de altitude com um limite de temperatura de -2°C. Destaca-se a grande capacidade de regeneração de terrenos. Normalmente é usado como material de construção, papel devido ao comprimento das fibras, móveis de qualidade superior e plantio para proteção de ventos.

c) *Guadua angustifolia* – Este bambu é uma espécie originária da América do Sul e da América Central. Caracteriza-se por ter uma capacidade de regeneração forte e alterar o seu estado de maturidade em períodos muito curtos. O tempo que permanece em maturidade chama-se tempo de passagem, o que implica que deve ser cortado antes que envelheça e comece a perder qualidades mecânicas. Esta espécie é considerada a melhor espécie do planeta para construção e com maior resistência. É também o bambu mais estudado e experimentado. Atinge a sua máxima altura num curto período de 6 meses, tardando 3 a 4 anos para atingir a maioridade ideal de corte. Funciona bem na recuperação de solos e aumento de nível freático de rios e ribeiras. O bosque que cria alberga várias espécies de aves, primatas e insetos criando ecossistemas próprios.

Distribui-se por países como Colômbia, Equador, Costa Rica, Brasil (Floresta Amazônica e Mato Grosso), Panamá e, recentemente, no México. Cresce em terrenos entre os 900 e 1600 metros de altitude, com temperaturas que oscilam de 20°C a 28°C e com umidades relativas de 80%. O pH do solo ligeiramente ácido, terreno poroso e profundo. Amplamente usado em construção de casas e infra-estruturas, reforço de paredes de terra e concreto.

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

López (1974) relata que o emprego do bambu como elemento construtivo, comparado com as madeiras, apresenta em alguns casos grandes vantagens, que é igual proporcionalmente as suas desvantagens, a maioria dos cuidados são comuns tanto para o bambu como para a madeira. O autor cita várias vantagens e desvantagens do uso do bambu nas construções, algumas vantagens são:

- O bambu pode ser combinado com vários tipos de material de construção, inclusive com o concreto, como elemento de reforço;
- Em cada um dos nós do bambu existe uma parede transversal que o deixa mais rígido e elástica, evitando sua ruptura ao se curvar. Por essa característica é um material apropriado para construções antisísmicas;
- Sua forma circular facilita o transporte e o armazenamento e também permite construções rápidas de estruturas temporais e permanentes;

Algumas desvantagens são;

- Material de alta combustão, quando está seco;
- Em contato com a umidade do solo apodrece e fica mais susceptível a ataque de insetos;

- A maioria das espécies de bambu possui diâmetro igual em quase toda sua forma longitudinal, mas apresenta diferença na espessura da parede, comprometendo sua rigidez para uso nas construções;

O bambu, nos últimos anos, está sendo bastante apreciado por estudiosos do mundo todo e de diversas áreas do conhecimento, como alternativa na aplicação de estruturas nas construções e confecções de materiais, substituindo materiais convencionais que causam, na sua maioria, resíduos difíceis de ser decomposto pelo meio ambiente. Na extensa lista de usos reconhecidos dos bambus constam desde os mais comuns até os mais sofisticados ou de ponta.

Ainda que possa ser reconhecida como uma planta de grande utilidade, o bambu sofre preconceito, por muitos considerarem como um material de segunda categoria. Em geral, no meio rural grande parte das construções possui características simples, quando se fala em tipologia de construções tanto para moradia como para criação de alguns animais, essas construções na grande maioria denominada de abrigos, devem possuir aspectos construtivos como; estruturas resistentes, bem estar, sanidade e viabilidade econômica.

No Brasil ainda não se aproveita todo o potencial desta gramínea gigante devido a uma resistência cultural à aceitação do bambu como material durável e confiável, além da idéia errônea de associá-lo às obras temporárias e também à miséria e, com isso, diminuindo o seu interesse científico e tecnológico (BERALDO & AZZINI, 2004).

Grande parte do uso do bambu no Brasil decorre de tradição do meio rural, onde são empregados em cercas e em pequenas construções, como galinheiros, currais, pequenos abrigos rústicos, taperas, gaiolas etc. 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 nordestino em relação ao bambu fez despertar o interesse de investigar as principais aplicações do bambu nas construções rurais. Casualmente, o homem do campo 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.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização do Experimento

O experimento foi conduzido no Setor de Agricultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), Campus III da UFPB localizada na cidade de Bananeiras, Estado da Paraíba, a uma altitude de 633 m, apresentando as coordenadas geográficas de latitude Sul de 06° 45' 32,1" e longitude de Oeste de 035° 38' 47,4".

De acordo com a classificação de Köppen o clima predominante do município de Bananeiras é do tipo As' – quente e úmido com chuva de outono-inverno, apresentando um período de estiagem de 5 a 6 meses. A época chuvosa tem início entre os meses de fevereiro ou março, em função da duração da estiagem, que pode ser mais ou menos pronunciada, prolongando-se até julho ou agosto, tendo os meses de junho e julho como os mais chuvosos. O período seco estende-se de setembro a fevereiro, acentuando-se mais na primavera, sendo o mês de novembro considerado o mais seco. A precipitação pluviométrica fica em torno de 1.200 mm anuais e a deficiência hídrica apresenta a média de 300 mm por ano, situando-se a média anual de temperatura e a umidade relativa do ar entre 22°C e 26°C e 80%, respectivamente.

A área disponibilizada para construir a base experimental, no Campus III da UFPB, esta localizada no Setor de Agricultura e no Sub-Setor de Horticultura, como pode ser visualizado através da linha vermelha de contorno, na imagem de satélite gerada pelo programa *Google Earth* no dia 26/05/2010.



Figura 8 - Imagem de satélite da área utilizada para o trabalho de pesquisa

Fonte: *Google Earth*

O espaço cedido pela universidade para construir as edificações, possui características desejáveis de construção e para experimentação, como; terreno plano, solo fértil, disponibilidade de água, barreiras naturais de vento que não interferem na circulação do ar e fácil acesso.

O preparo do terreno iniciou-se no dia 28 de setembro de 2011, com a ajuda de um trator com uma grade para a limpeza da área (Figura 9) e depois foi feito o corte e o nivelamento do solo (Figura 10), deixando em condições apropriadas para construir as edificações (Figura 11).



Figura 9 - Limpeza do terreno
Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)



Figura 10 - Corte e nivelamento do terreno
Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)



Figura 11 – Terreno em condições para o trabalho
Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Posteriormente foi demarcada dentro da área disponível a porção de terra que seria utilizada para montagem da base experimental e logo após foi realizado um levantamento topográfico planimétrico por irradiação para mensurar o tamanho da área que seria usada, informação necessária para organizar e orientar de forma racional a base experimental dentro do terreno. A figura 12 ilustra a realização do levantamento topográfico.



Figura 12 - Levantamento topográfico

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.2. Construção da Casa de Vegetação

3.2.1. Projeto da casa de vegetação a baixo custo

Para sugerir o modelo de casa de vegetação a baixo custo proposto foi preciso refletir qual seria o formato mais apropriado de casa de vegetação, que pudesse em ação conjunta empregar materiais alternativos, recicláveis, de baixo custo e que fosse de fácil construção.

Concluiu-se que o formato seria túnel, usado como material estrutural o bambu, por ser facilmente encontrado na região que foi desenvolvido o trabalho e por possuir características desejáveis para esse tipo de edificação, formando arcos com bambus de diâmetro médio, procurando flexibilidade e resistência dos colmos, embutidos em peças feitas de cano de PVC de 100 mm e cimento, areia e brita (concreto) para enterrar no solo, evitando o contato direto do bambu com a umidade do solo.

A edificação foi projetada com dimensões de 7 metros de largura por 12 metros de comprimento e altura de 3,5 metros aproximadamente. Os arcos seriam colocados de 3 em 3 metros ao longo do comprimento na edificação. A estrutura seria composta por arcos de bambu, intertravados por peças longitudinais de bambu, passando pela cumeeira e pelas laterais, amarrados com ligas de borracha. Os elementos de fundação

seriam formados por tubo de PVC (1 m) cheios de concreto e fixados no solo, formando um ângulo de 10°, com a vertical, aproximadamente.

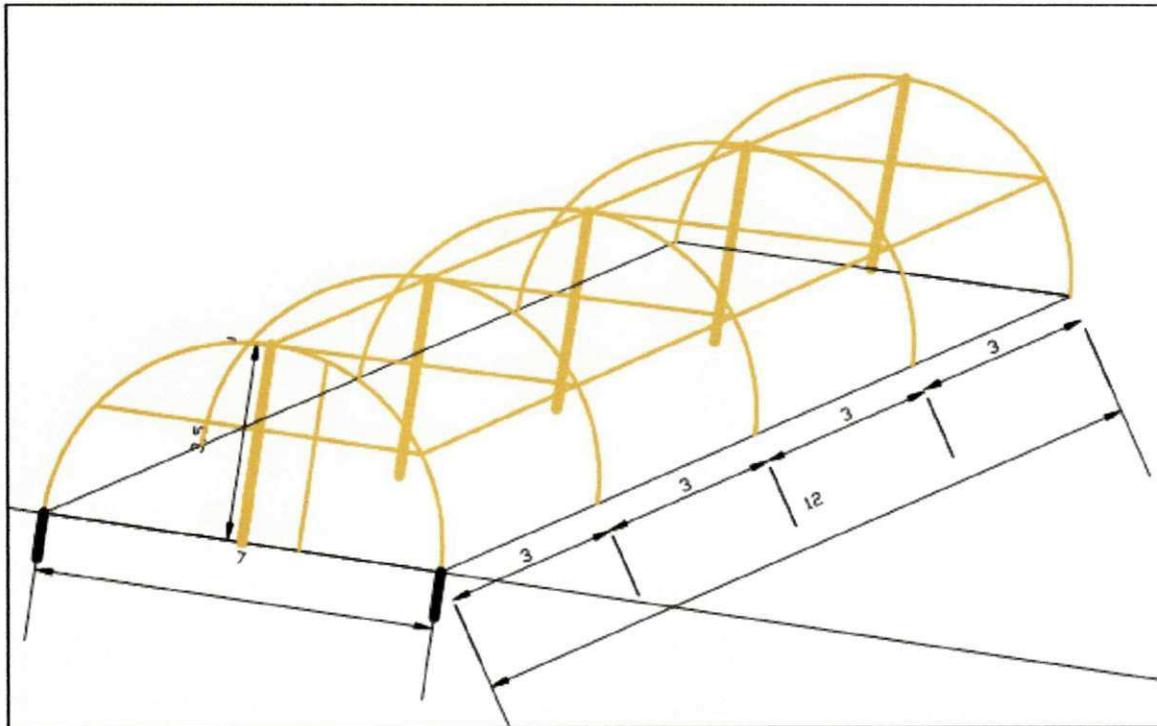


Figura 13 - Dimensões da estrutura da casa de vegetação projetada

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Os arcos seriam enrijecidos com bambus mais grossos formando uma estrutura de apoio (colunas), como pode ser vista na figura 14, com suas respectivas dimensões.

Para enrijecer cada arco foram previsto uma escora central e um tirante transversal, ambos de bambu, sendo a escora feita com bambu de maior diâmetro.

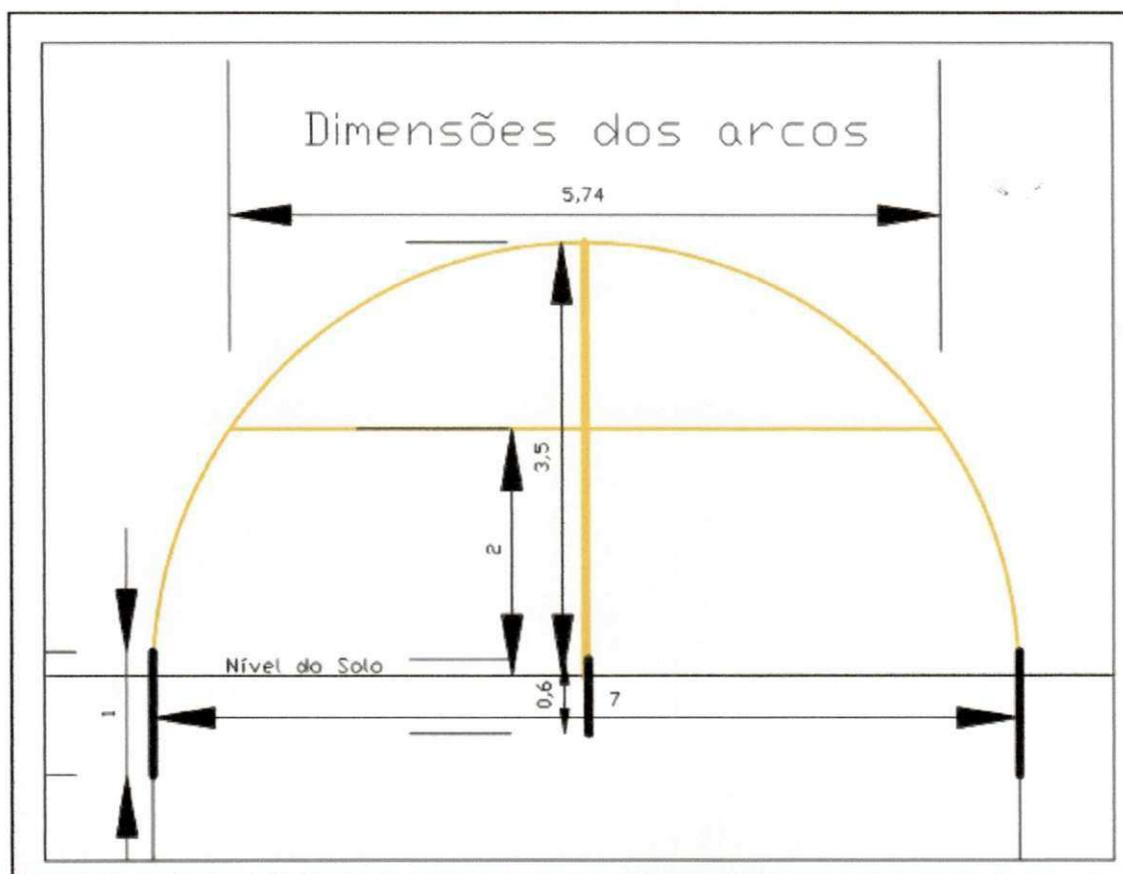


Figura 14 - Projeções dos arcos para casa de vegetação

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

A fachada frontal da casa de vegetação foi projetada da mesma forma que os arcos, mas com o diferencial da porta feita simplesmente com o acréscimo de mais um colmo de bambu posicionado a 1 metro de largura do bambu central colocado para sustentação dos arcos, para qualquer um dos lados, direito ou esquerdo, enterrado em pelo menos 50 cm no solo e amarrado no próprio arco e também no tirante transversal, conforme pode ser observado na figura 15.

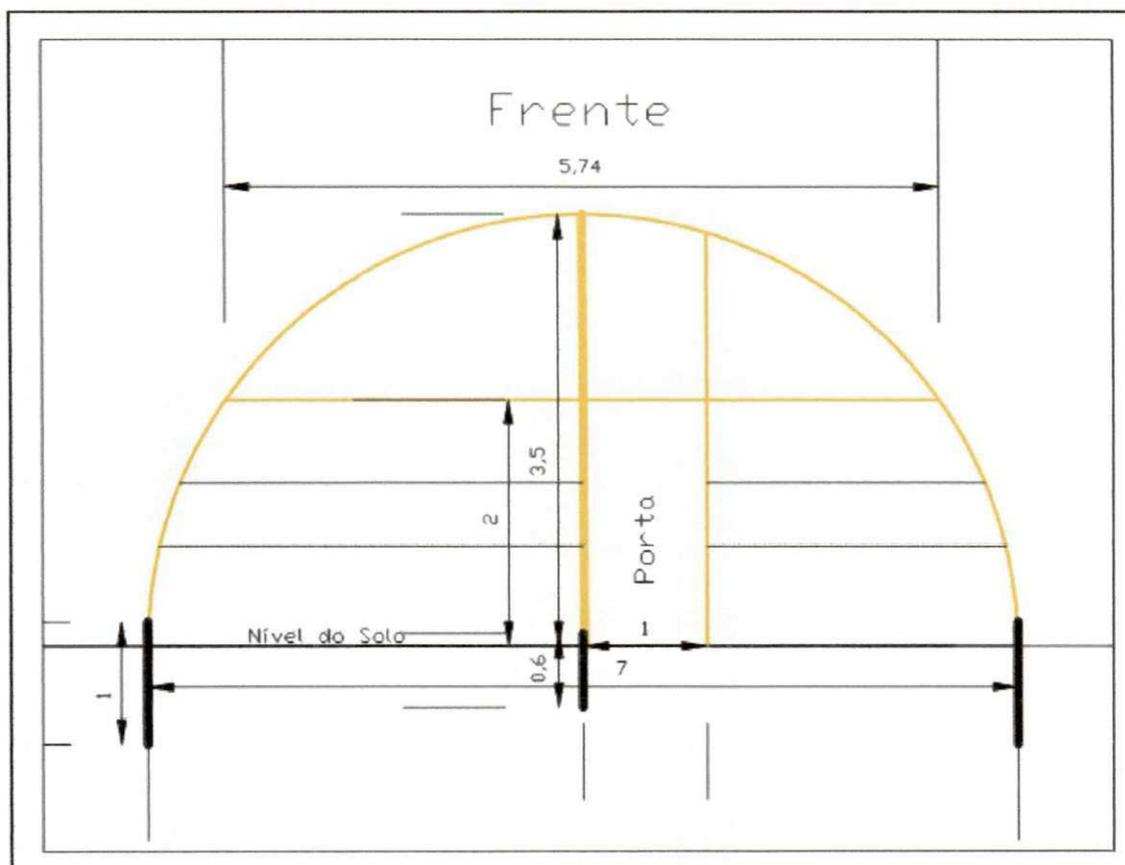


Figura 15 - Fachada frontal da casa de vegetação projetada

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

O projeto inicial foi importante para seleção de materiais e determinação dos quantitativos a serem usados nas amarrações, fixação do telado e proteção do bambu no solo.

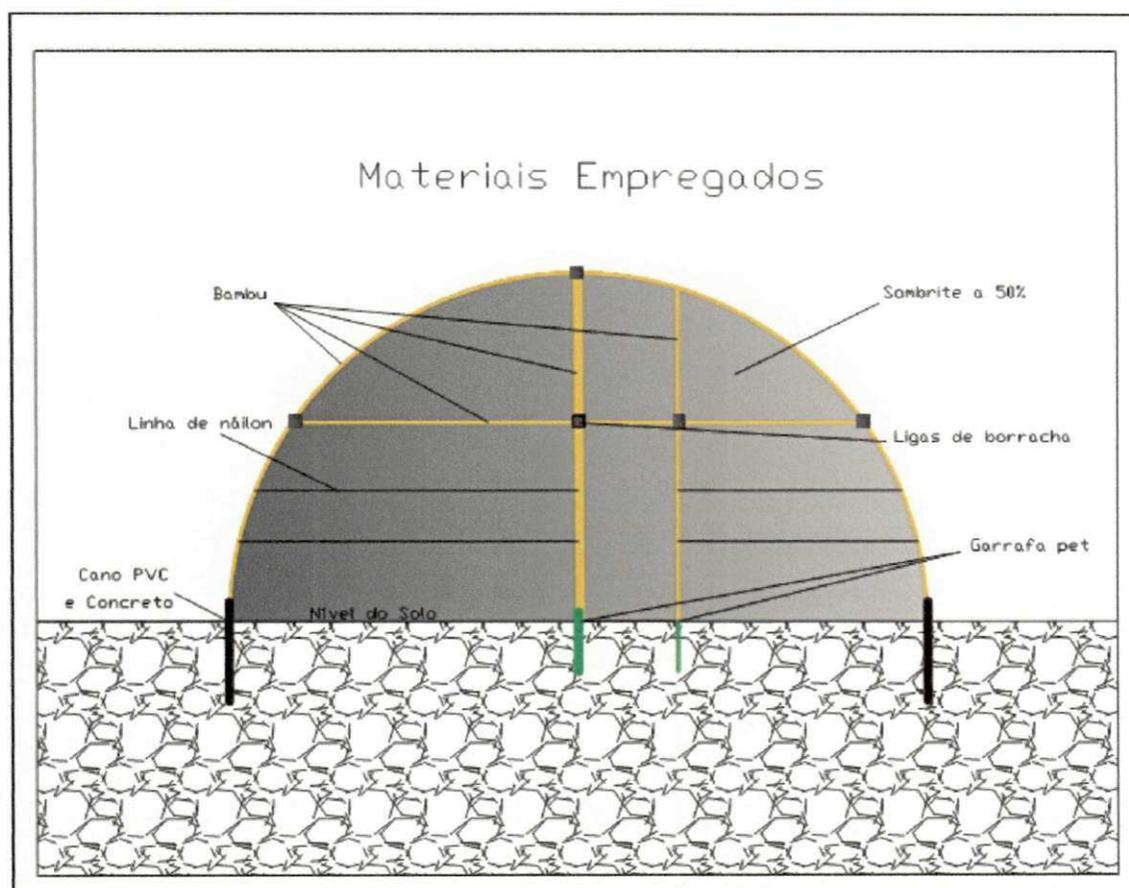


Figura 16 - Materiais empregados na construção da casa de vegetação

Fonte PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.2.2. Materiais empregados na edificação

Procurou-se no trabalho ter o mínimo de gastos para construção da casa de vegetação. Os materiais utilizados foram classificados neste trabalho conforme sua aplicação e seu uso na construção civil. Os materiais foram classificados em alternativos, recicláveis e tradicionais. No Quadro 1 pode-se observar a lista de materiais usados para construir uma casa de vegetação;

	Alternativos	Recicláveis	Convencional
Materiais	Bambu	Garrafa PET	Cimento
	Ligas de Borracha	Sacola plástica	Areia
	Fita adesiva	Câmara de ar	Brita
	Fio de náilon	Óleo Queimado	Cano PVC
	-	-	Arame
	-	-	Tela de Sombrite

Quadro 1 – Lista de materiais empregados na construção da edificação

3.2.2.1. Materiais alternativos

3.2.2.1.1. Bambu

A escolha do Bambu como elemento construtivo da casa de vegetação foi feita por ser uma planta bastante encontrada na mesorregião do Agreste paraibano, principalmente nas microrregiões do Brejo, Esperança e Campina Grande. Outro fator importante para escolha do bambu foi por este ser considerado por muitos estudiosos como fonte renovável e pelo seu potencial de crescimento, quantidade de colmos que brotam em uma única planta e também pelas diversas aplicações na engenharia civil.

A espécie utilizada no trabalho foi a *Bambusa vulgaris* conhecido como bambu verde muito comum de se encontrar na região de estudo. A figura 17 seguinte ilustra o tipo de bambu usado neste trabalho.

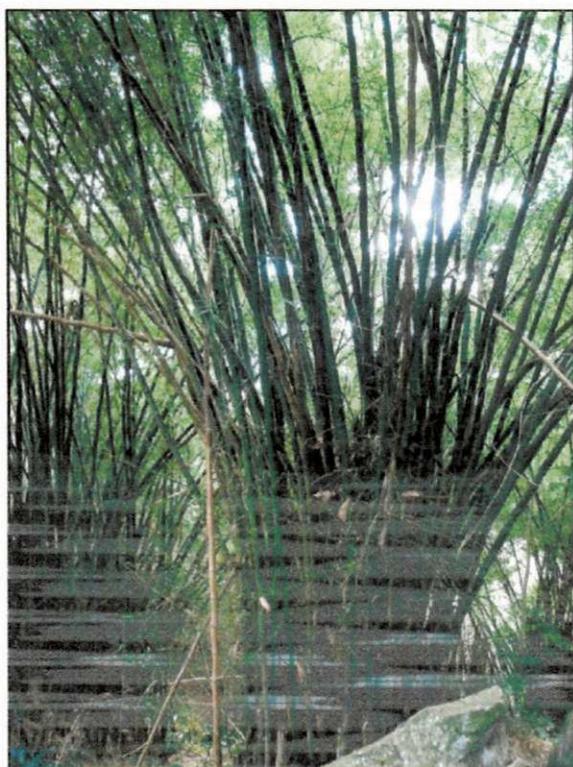


Figura 17 - *Bambusa vulgaris*

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Apesar dessa espécie não possuir características ideais para uso nas construções, com o corte feito em época adequada, com um tratamento simples dos colmos, e o uso de técnicas de conservação dos colmos pode-se viabilizar sua aplicação em pequenas estruturas como é o caso do presente trabalho.

Para utilização dos colmos obtidos foi realizada uma simples classificação, com auxílio de um paquímetro, por meio do diâmetro dos colmos, sendo classificados em finos, médios e grossos. Os colmos considerados médios possuíam diâmetro entre 3,8 a 4,5 cm, espessura de paredes 0,6 a 1,2 cm e comprimento de no mínimo 6 metros e no máximo 8 metros, os quais foram usados para confecção dos arcos. Os colmos considerados finos tinham diâmetro de 2,5 a 3,6 cm, com a espessura de parede de 0,6 a 1,0 cm e comprimento médio de 6 metros, os quais foram utilizados para amarrações laterais entre os arcos e na cumieira, por serem mais leves e de melhor trabalhabilidade nas amarrações. Os considerados colmos grossos com diâmetros acima de 7,1 cm, espessura de 0,9 a 1,3 cm e comprimento variando de 6 a 8 metros foram usados como apoios centrais dos arcos para sustentação da cobertura e para aumentar a rigidez da estrutura.

O bambu utilizado na construção passou por um tratamento simples sugerido por Silva et al (2011). Esse tratamento retira o excesso de água e amido dos colmos, não utiliza produtos químicos, não é trabalhoso, nem caro, e ao mesmo tempo é eficaz contra o ataque de insetos pragas e fungos, principais parasitas dos bambus.

O tratamento usado iniciou-se na escolha da época adequada para o corte que deve ser entre os meses mais frios do ano, que para a região Nordeste do Brasil, corresponde ao período de Maio a Agosto, nas fases da lua minguante. O corte aconteceu no mês de agosto entre os dias 20 a 27. O corte foi feito a 30 cm do solo acima do nó para evitar retenção da água e morada de insetos. Logo após o corte, foram retirados seus ramos, amarrados em feixes no sentido vertical, e escorados no bambuzal onde passaram quatro semanas secando ao ar livre (Figura 18).



Figura 18 - Feixe de bambus escorados no bambuzal

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Após as quatro semanas de secagem ao ar livre os colmos de bambus foram transportados do local de coleta para o Setor de Agricultura. Continuando-se o tratamento preservativo usou-se um lança chama acoplado a um bujão de gás, com o intuito de retirar o excesso de água e carboidratos dos colmos, deixando-o mais seco. Após a secagem, os colmos foram encharcados com óleo queimado para evitar o ataque

direto do inseto-praga e fungos nos colmos antes de usá-los na construção (Figura 19). Os colmos depois de encharcados com óleo passaram 7 dias em secagem para serem usados na construção da edificação.

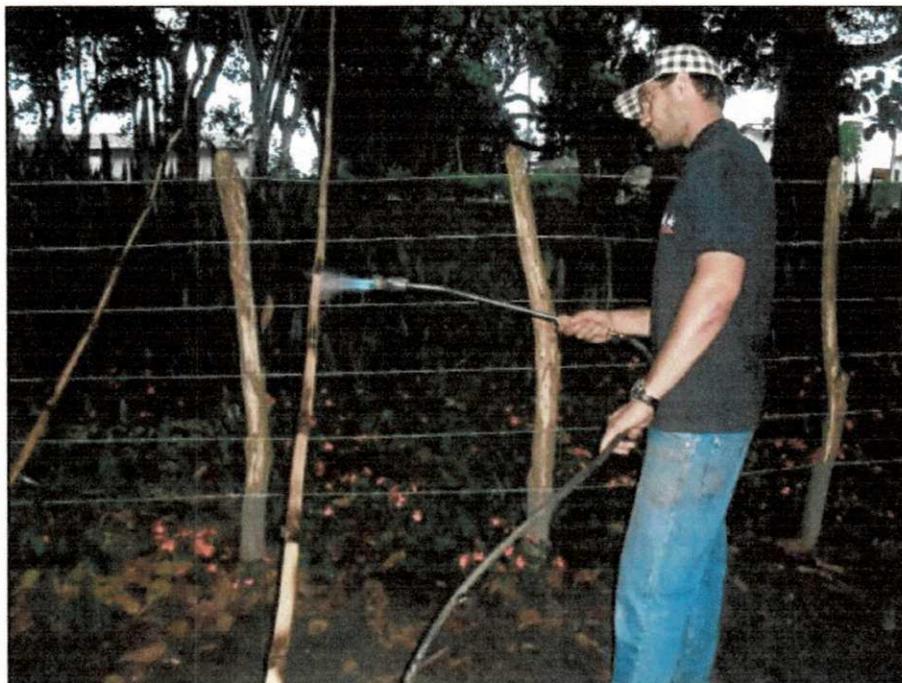


Figura 19 - Tratamento realizado com lanterna chama

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

O resultado do tratamento utilizado nos colmos de bambu pode ser observado nas figuras a seguir.



Figura 20 - Bambus após o tratamento

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.2.2.1.2. Linha de náilon

A linha de náilon utilizada no trabalho é a mesma usada por pedreiros para demarcação e alinhamento em obras de construção. Pode ser adquirida em quaisquer estabelecimentos de vendas de materiais de construção, custa em torno de R\$ 2,50 a R\$ 3,00. A linha foi usada para costurar o telado de sombrite na estrutura de bambu (figura 21) e amarradas nas laterais, nos arcos, na frente, na parte de detrás e colunas centrais para posicionar o sombrite de forma esticada.



Figura 21 - Costura feita com o fio de náilon

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Além de ser usado na costura do sombrite e amarrações entre os arcos de bambu, a linha também foi usada para amarrar e enrijecer a estrutura da casa de vegetação, reduzindo o balanço da estrutura causado pelo vento.

Neste caso, foram feitas três amarrações com a linha entre a estrutura e uma estaca enterrada, para suportar o balanço da estrutura provocada pelas rajadas de vento. Neste procedimento foi colocada a 4 m uma estaca alinhada com o eixo central da casa de vegetação fincada no solo, tanto na parte frontal da edificação como na parte detrás. Na estaca foi feito um furo para a fixação de um arame, onde foram feitas as amarrações com as linhas de náilon entre a estrutura da edificação e a estaca enterrada.



Figura 22 - Amarrações com náilon para evitar balanço na estrutura causada pelo vento

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.2.2.1.3. Fita adesiva

A fita adesiva foi usada para revestir as sacolas plásticas e as garrafas PET que foram usados para isolar os bambus em contato com o solo e o cimento, evitando o apodrecimento do material em contato com a umidade do solo e possíveis corrosões do bambu quando em contato com o concreto ainda no estado fresco.



Figura 23 - Revestindo os bambus com sacola plástica e fita adesiva

Fonte: PEREIRA NETO, J. P. (2012)

3.2.2.2. Materiais recicláveis

3.2.2.2.1. Garrafa PET

As garrafas plásticas foram usadas na proteção dos bambus usados como colunas de sustentação dos arcos para evitar o contato com a umidade do solo. A idéia de sua utilização surgiu, porque o diâmetro dos bambus utilizados se encaixa perfeitamente nas garrafas PET de 2 litros. Quando encaixadas nos bambus, as garrafas foram isoladas com a fita adesiva nas suas conexões. É importante que as garrafas encaixem de modo que evite infiltração de água, de modo que, quando a água tenha contato escorra, evitando o contato com o bambu.



Figura 24 - Garrafas PET sendo usada no revestimento do bambu

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.2.2.2.2. Sacola plástica

As sacolas plásticas foram usadas em ação conjunta com a fita adesiva exclusivamente para revestir o bambu para evitar o contato direto do bambu com o solo e com o cimento.



Figura 25 - Revestimento dos bambus com sacolas plásticas e fita adesiva

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.2.2.2.3. Câmara de ar

A câmara de ar é um dos materiais mais importante na construção da casa de vegetação proposta. Ela é responsável pelas amarrações feitas entre os bambus. Então deve – se escolher bem, dando preferência por câmara de ar de aparecia mais nova e conservada. Este material pode ser encontrado facilmente em borracharias de carro, caminhões e oficinas de bicicletas. Quando adquiridas, deve-se corta-lás em tiras formando ligas (Figura 26).



Figura 26 - Ligas feitas com câmara de ar

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Quando for transformar a câmara de ar em ligas, é importante que se faça apenas um pequeno corte com a tesoura, no local adequado, e depois puxe a borracha como se a estivesse rasgando. Esse método evita que as ligas se rompam quando esticadas. Assim que feitas, as ligas foram separadas, as mais grossas e resistentes foram utilizadas nas amarrações de maior tensão, no caso dos arcos e amarrações laterais com bambu, e as menos resistentes foram usadas nas amarrações mais simples.

3.2.2.3. Materiais Convencionais

3.2.2.3.1. Cimento, Areia e Brita

A areia, a brita e o cimento foram usados na produção de concreto, para preenchimento dos canos de PVC, que foram usados como elementos de fundação dos arcos. A brita também foi usada no enchimento dos buracos para aterramento no solo do sombrite nas laterais da edificação.

3.2.2.3.2. Cano PVC

Os canos de PVC, preenchidos com concreto foram usados como elementos de fundações dos arcos. Ou seja, os tubos foram enterrados e as extremidades foram inseridas dentro dos canos, posteriormente preenchidos com concreto. Lembrando que



Figura 28 - Tela de sombrite de 50%

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.2.3. Ferramentas utilizadas na construção

- Serra de madeira e cano – usadas para serrar os bambus e os canos de PVC.
- Enxada – usada para movimentação de terra.
- Pá – usada para movimentação de terra, encher carroça, etc.
- Carroça – usada transporte de terra e outros materiais.
- Trena – usada para determinar as medidas nos bambus, buracos, terreno, etc.
- Enxadeco – usado como auxílio nas escavações dos buracos.
- Alicates – usado no corte e amarrações com arame e a linha de náilon.
- Picareta – usada na escavação dos buracos para enterrar o sombrite no terreno.
- Cavador – usado na escavação dos buracos para introdução das peças de bambu, PVC e concreto no terreno.
- Andaime ou escada – indispensável no processo de construção, responsável por ajudar nas amarrações nos locais mais altos.

3.2.4. Processo construtivo

Procurou-se no trabalho realizar procedimento simples de construção, visando à aplicação da estrutura para o agricultor possa construir com o mínimo de materiais, ferramentas e mão de obra.

3.2.4.1. Marcação e esquadreamento do terreno

Inicialmente foi escolhido o local mais adequado para construção da edificação dentro da área disponível. Logo depois foi demarcado o terreno com auxílios de piquetes e linhas de pedreiro, deixando o terreno de forma retangular. Neste procedimento o terreno foi esquadreado da seguinte forma; demarcado a frente da edificação com 7 metros de largura e depois traçados ângulos de 90° deste alinhamento frontal para demarcar as laterais da edificação com 12 metros de comprimento, com o auxílio de um Teodolito digital e uma trena.

3.2.4.2. Confeção dos elementos de fundação

O procedimento para a confeção dos elementos de fundação começa com o preparo do concreto com cimento, areia e brita. Após o concreto pronto, foi revestido as extremidades dos colmos usados para formação dos arcos com sacolas plásticas e fita adesiva (Figura 25) para confeccionar as peças de bambu, concreto e o cano de PVC. O próximo passo é introduzir o bambu no tubo de PVC e encher com concreto, como pode ser observado na figura 29 seguinte.



Figura 29 - Confeção da peças de fundação dos arcos

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Depois de isoladas, as extremidades dos colmos, foram inseridas dentro dos canos de PVC, os quais estavam com a outra extremidade fechada com tampa apropriada. Depois disso foi colocado concreto dentro do cano, preenchendo todo o espaço não preenchido com bambu. Cada uma dessas peças foram colocadas apoiadas em árvores para endurecimento e cura do concreto por até 3 dias.

3.2.4.3. Demarcação e escavação dos buracos

Os buracos foram feitos para introdução das peças de fundação feitas de bambu, PVC e concreto (Figura 29) e as colunas de sustentação dos arcos. Os buracos feitos para a formação dos arcos foram marcados de 3 em 3 metros com profundidade de 80 cm, totalizando 10 buracos, 5 de um lado e 5 do outro, alinhados um em frente do outro. Os buracos feitos para colocar as colunas centrais dos arcos possuíam profundidade de 50 cm e foram escavados 5 buracos na linha central da área da edificação alinhado com os buracos laterais para construção dos arcos, o procedimento pode ser visto na figura 30 seguinte.



Figura 30 - Alinhando os buracos para formação dos arcos

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Os buracos feitos para a formação dos arcos foram cavados um pouco inclinados (cerca de 10 a 20 graus) para evitar concentração de esforços no bambu, quando flexionados para a formação dos arcos, conforme pode ser visto na figura 31.



Figura 31 - Inclinação do buraco para formação dos arcos

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

O próximo passo foi a introdução das peças de fundação nos buracos para formação dos arcos. É importante que o transporte das peças seja feita com cuidado para não causar fissuras no cano PVC e no concreto. Para melhor fixação dos elementos de

fundação, as covas de fundação foram enterradas com camadas alternadas de solo e brita, sendo cada camada apiloada para compactar.

3.2.4.4. Formação dos arcos

Cada arco foi formado, juntando-se as extremidades livres dos bambus enterrados, diretamente, em lados opostos. Neste procedimento é necessária a ajuda de uma escada ou de um andaime para realizar as amarrações com as ligas de borracha. Deve-se confeccionar uma peça de referencia de bambu com 3,5 metros para localizar a altura correta da edificação.

Deve-se também encontrar a semi-reta da reta formada entre o arco, como a distância de um arco para o outro, que corresponde à largura da casa de vegetação, que é de 7 metros, então a semi-reta será 3,5 metros, onde a peça de referencia deve ser colocada na distancia da semi-reta para localizar o eixo central e a altura correta da casa de vegetação (Figura 32).

Para formar os arcos deve-se amarrar uma corda no ápice das extremidades dos bambus, antes de colocá-las nos buracos. A corda serve para puxar os bambus, enterrados em lados opostos, uma extremidade ao encontro da outra conforme pode ser observado na figura 32, para em seguida realizar as amarrações com as ligas de borracha para formar os arcos.



Figura 32 – Formação dos arcos

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.2.4.5. Amarração de bambus da cumeeira e nas laterais

Para enrijecimento da construção, os arcos foram amarrados entre si, com peças longitudinais de bambu, passando pela linha superior central (para formação da cumeeira) e também nas laterais dos arcos, unindo a estrutura. Os bambus das laterais foram amarrados em uma posição de 2 metros de altura do nível do solo como pode ser observado na figura 34. Nas amarrações foram usados ligas de borracha. Nesta parte da construção é essencial o uso de um andaime ou uma escada. Os bambus empregados nestas amarrações devem ser os mais retos e leves possíveis, evitando excesso de peso.



Figura 33 – Amarrações dos bambus laterais

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Como o comprimento da casa de vegetação é de 12 metros e não se encontrou bambus leves com esse comprimento, foi necessário fazer algumas adaptações de encaixe entre bambus para se obter o comprimento desejado. Os encaixes foram feitos com pedaços de bambus mais grossos, nos quais foram introduzidos os bambus mais finos, como pode ser visto na figura 34.

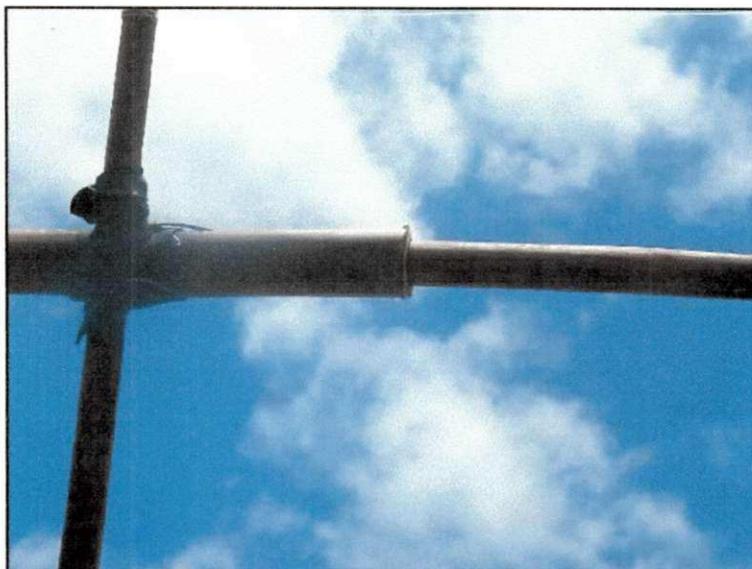


Figura 34 – Conexões feitas entre bambus de diâmetros diferentes

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.2.4.6. Colocação dos bambus centrais e transversais internos para sustentação dos arcos

Para formar as colunas de sustentação dos arcos, deve-se primeiro identificar o local mais adequado. Isso aconteceu porque os arcos não ficaram perfeitamente simétricos, e os pilares de bambu devem ficar o mais central possível, de forma a apoiar e sustentar os arcos.

Logo após encontrado o local, foram cavados cinco buracos com 50 cm de profundidade, cada buraco corresponde aos cinco arcos que formam a estrutura da casa de vegetação. Os elementos usados para revestir os pilares de formação das colunas de sustentação dos arcos para evitar o contato com o solo foram às garrafas PET, sacolas plásticas e fita adesiva. Após colocados nos buracos, os pilares de bambu, foram amarrados com as ligas de borracha nos arcos e na linha de bambu que forma a cumeeira de edificação.

Depois de colocados, os pilares centrais de sustentação dos arcos, o próximo passo foi colocar os bambus transversais que ficam amarrados no pilares centrais e nos arcos, na altura das peças longitudinais laterais. Com auxílio do andaime, apoiou-se o bambu nos bambus atados nas laterais, para realizar as amarrações com as ligas de borracha. Foram feitas amarrações no pilar central, nos bambus amarrados nas laterais e nos arcos. Esse procedimento foi feito nos cinco arcos.

3.2.4.7. Cobrindo a casa de vegetação com a Tela de Sombrite

Para cobrir a casa de vegetação com a tela de sombrite o procedimento foi o seguinte: Primeiramente, foram cortados os 65 metros de comprimento do sombrite em 4 peças de 12 metros de comprimento, para cobrir a casa de vegetação. Essas peças de telados foram colocadas cobrindo a parte de cima e as laterais da edificação. Neste procedimento, foi amarrada a linha de náilon, ainda enrolada no rolo, na borda de largura do sombrite. Logo após uma pessoa foi posicionada na lateral da edificação, para jogar o rolo de linha por cima da estrutura de bambu, como pode ser visto na figura 35. Depois desse procedimento, uma pessoa do outro lado puxa a linha com o sombrite amarrado.

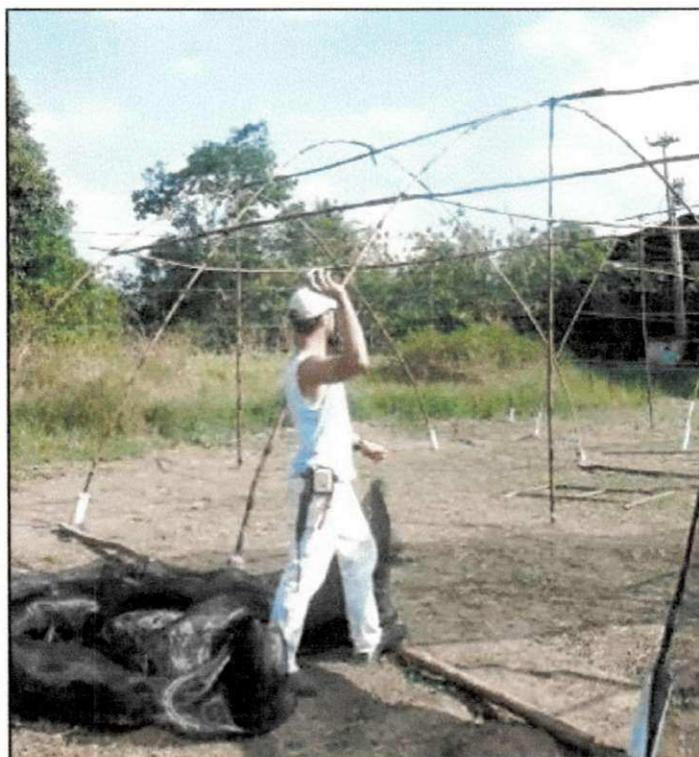


Figura 35 – Procedimento para cobrir a estrutura da edificação

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Em seguida, o sombrite foi sendo conduzido para cima da estrutura de bambu, com auxílio de um colmo de bambu de 3,5 metros de comprimento de forma que o sombrite fique esticado, mas não preso aos arcos. Esse procedimento pode ser visto na figura 37 seguinte.

Depois de ter colocado o sombrite, Foram cavadas valas, com 20 cm de profundidade, ao longo das laterais dos arcos, para fixação do sombrite no solo. Neste procedimento é importante o uso de material de certo peso, além da terra aproveitada da vala escavada. Nesse caso usou-se uma camada de 10 cm de brita sobre o sombrite dobrado dentro da vala e logo depois as valas foram reaterradas (Figura 37).

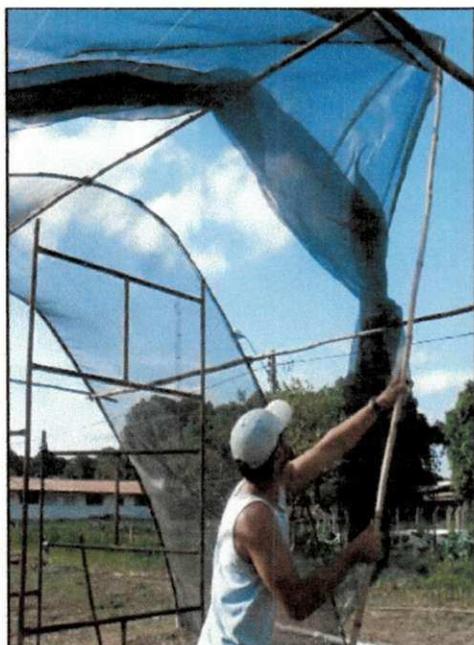


Figura 36 – Conduzindo o sombrite
Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)



Figura 37 – Preenchendo as valas com brita
Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Deve-se enterrar o sombrite primeiro em um lado da edificação, para esticar o máximo o telado para realizar a costurar do sombrite nos arcos com a ajuda de uma agulha feita de arame e a linha de náilon. A costura foi feita entrelaçando com a linha o bambu e o telado de sombrite, sempre com a preocupação de deixá-lo esticado. Depois de costurado nos bambus nos arcos, o telado e enterrado novamente do outro lado.

Próximo passo foi fechar a parte frontal e a posterior da casa de vegetação. Neste procedimento, o telado de 7,2 metros de comprimento foi esticado como uma cortina para ser costurado com a linha de náilon no bambu transversal, nos arcos e no bambu da coluna central. Para fechar a janela que fica na parte superior logo acima do bambu transversal utilizaram-se retalhos do sombrite usados para fechar a parte frontal.

3.3. Experimentação

3.3.1. Sistema de aquisição dos dados ambientais

Para avaliar as condições ambientais dentro e fora da casa de vegetação, foram utilizadas duas mini estações meteorológicas da fabricante DAVIS modelo Vantage PRO² para a aquisição dos dados ambientais.

Cada estação inclui um anemômetro, pluviômetro, sensores de precisão de temperatura e umidade do ar. Esta estação meteorológica é de uso profissional e possui sensores de precisão de temperatura do ar de $\pm 0,5^\circ \text{C}$, umidade do ar de $\pm 3\%$, velocidade do vento de $\pm 5\%$ e quantidade de precipitação de $\pm 4\%$. Por meio dessas estações podem ser obtidas as seguintes informações:

- **Temperatura.** Temperatura dos ambientes interno e externo, do momento e de cada uma das últimas 24 horas. Alarmes de temperatura máxima e mínima.
- **Umidade.** Umidade dos ambientes interno e externo, do momento e de cada uma das últimas 24 horas. Alarmes de umidade máxima e mínima.
- **Chuva.** Quantidade de precipitação dos últimos 15 minutos, das últimas 24 horas, ou dos últimos dias, meses e anos. Alarmes de inundação repentina e de chuva de 24 horas.
- **Razão de precipitação.** Do momento e de cada um dos últimos 24 minutos. Alarme de razão de precipitação.
- **Tempestade de chuva.** Quantidade de precipitação das últimas 24 tempestades, com datas inicial e final de cada tempestade. Alerta e alarme de tempestade de chuva.
- **Velocidade do vento.** Velocidade do vento no momento. Média dos últimos 10 minutos e de cada uma das últimas 24 horas. Alarmes de velocidade do vento máxima e média.
- **Direção do vento.** Do momento e das últimas 24 horas, dias e meses. Direção de alta velocidade do vento.
- **Resfriamento pelo vento (sensação térmica).** Resfriamento pelo vento no momento. Alarme de resfriamento pelo vento.
- **Ponto de condensação.** Do momento e de cada uma das últimas 24 horas. Alarmes de ponto de condensação máximo e mínimo.

- **Índice térmico.** Do momento e de cada uma das últimas 24 horas. Alarme de índice térmico.
- **Nascer e pôr-do-sol.** Horário do nascer e do pôr-do-sol em sua região — inclui até ajuste do horário de verão.
- **Máximas e mínimas.** Da maioria das variáveis meteorológicas, com hora e/ou data, de cada uma das últimas 24 horas, dias, meses e anos.

Para ser utilizada no trabalho de pesquisa, as duas estações meteorológicas, foram calibradas da seguinte forma: primeiramente foi escolhida uma das estações meteorológicas para ser encaminhada para Estação Meteorológica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande para poder ser calibrada com os aparelhos da estação da universidade. Depois foi trazida para o Campus III da UFPB Setor de Agricultura, para calibração da outra mini estação meteorológica.

Neste processo as duas estações foram colocadas a 2 metros de distancia uma da outra em condições de campo aberto, oferecendo condições ambientais iguais para as duas. O equipamento calibrado na estação meteorológica de UFCG foi usado para calibrar o outro equipamento, durante 1 semana. A calibração constituiu-se em impor os dados existentes no equipamento já calibrado no equipamento que ainda não tinha sido calibrado.

Foram calibrados os sensores de temperatura e umidade relativa do ar, a direção do vento, o pluviômetro e a pressão barométrica. Em dois dias as estações estavam calibradas e prontas para serem usadas, mas foram deixadas durante uma semana em condições ambientais iguais para ter mais confiabilidade dos dados. A Figura 38 seguinte ilustra o processo de calibração das estações meteorológicas.



Figura 38 – Processo de calibração entre as duas estações meteorológicas
 Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

As estações meteorológicas foram colocadas por cima de um tijolo de 8 furos, para evitar o contato com o solo, posicionada uma ao centro da distribuição dos vasos fora da edificação, e a outra dentro da casa de vegetação no ponto central da área, que pode ser visto nas figuras 39 e 40 seguintes. Os sensores de temperatura e umidade do ar ficaram alinhados na altura das plantas e o anemômetro foi colocado 20 centímetros acima das plantas posicionados ao sul.



Figura 39 – Estação meteorológica posicionada fora da casa de vegetação
 Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)



Figura 40 – Estação meteorológica posicionada dentro
 Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Os dados meteorológicos analisados foram à temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (km/h) e pluviosidade (mm/h) do horário da coleta, além dos valores máximos e mínimos de cada dia. As coletas foram anotadas a parti 00h00min até as 22h00min de 2 em 2 horas, com um período de 6 horas da primeira coleta para segunda, e a parti daí as coletas foram anotadas de 2 em 2 horas das 06h00min até 22h00min. Os horários foram; 00h00min, 06h00min, 08h00min, 10h00min, 12h00min, 14h00min, 16h00min, 18h00min, 20h00min e 22h00min.

3.3.2. Equipamentos utilizados para mensurar os dados biométricos

Nas medições biométricas da cultura da alface foram usados três equipamentos. Uma balança digital, uma estufa laboratorial e um paquímetro.

O paquímetro foi usado para mensurar a altura da planta (AP), diâmetro da planta (DP) e tamanho de raiz (TR). Nas medidas de peso de massa verde (MV) e massa seca (MS) foi usada a balança digital de precisão, com peso máximo de 1000 gramas e mínimo de 0,5 gramas (Figura 41).

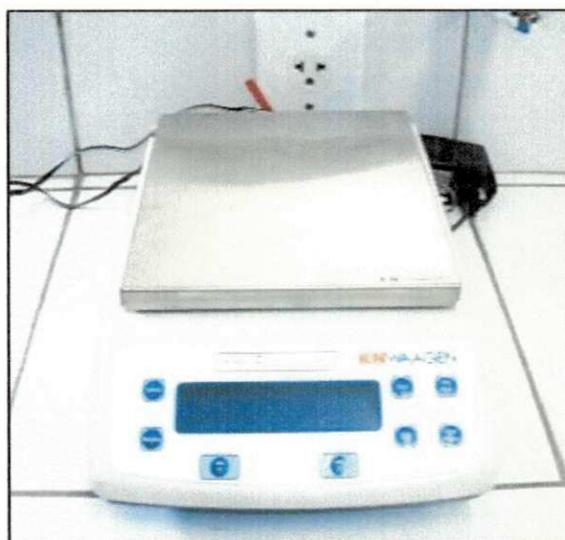


Figura 41 – Balança digital usada no trabalho de pesquisa

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

A estufa foi utilizada para determinar a massa seca (MS) de cada planta usada como amostra nos dois tratamentos. As plantas recém coletas foram colocadas em sacos

de papelão numerados e depois na estufa a temperatura constante de 75° C até atingirem o ponto de desidratação.

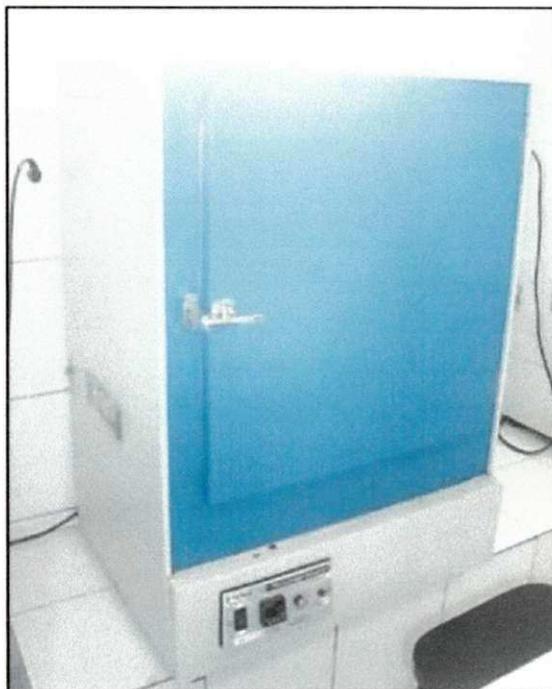


Figura 42 – Estufa usada na secagem das plantas

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.4. Preparo da cultivar

Nesta parte procurou-se ter cuidados no preparo das plantas para que não houvesse influência de outros fatores além do ambiente que estava sendo avaliado. O preparo das plantas para o experimento foi referenciado segundo Beltrão (2002), seguindo as normas corretas de experimentação de plantas em casa de vegetação.

3.4.1. Preparo das mudas

A espécie utilizada como índice de qualidade ambiental da casa de vegetação foi à alface (*Lactuca sativa*) variedade americana delícia.

3.4.1.1. Substrato utilizado

O substrato empregado no plantio das sementes da alface foi a vermiculita expandida sem qualquer tipo de mistura. Usou-se deste modo para evitar o favorecimento de algumas sementes na germinação. Encheram-se duas bandejas de polietileno de 200 células com o substrato e colocado 3 sementes por célula da bandeja.



Figura 43 – Vermiculita expandida usada na produção das mudas de alface

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.4.1.2. Plantio das sementes

As sementes foram semeadas no dia 17 de fevereiro de 2012. Seguiu-se o procedimento adequado de cultivo da cultura segundo recomendações de vários autores e da empresa que comercializa a semente. As plantas ficaram nas bandejas de polietileno por aproximadamente 36 dias, em uma casa de vegetação do Setor de Agricultura, em condições ambientais igualitárias, até atingirem cerca de 10 centímetros de altura.



Figura 44 – Germinação das sementes da alface utilizadas no trabalho experimental

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

3.4.1.3. Transplante

No dia 19 de março de 2012 as mudas de alface atingiram o tamanho adequado para o transplante. As plantas foram transplantadas às 08h00min da manhã. Antes de realizar o transplante, as plantas foram irrigadas com o intuito de agregar as partículas do substrato para formar um torrão, processo que facilita a retirada das mudas da bandeja sem que o substrato se desfça, evitando que as mudas, quando transplantadas, tenham contato imediato com o novo substrato que foi usado nos vasos.

No transplante foram escolhidas mudas saudáveis e que tivessem aproximadamente o mesmo tamanho, para os dois tratamentos, procurando uniformidade nas plantas que iriam ser testadas. Foram escolhidas 40 plantas ao todo para o experimento, sendo 20 plantas para o tratamento 1 e 20 plantas para o tratamento 2.

3.4.1.4. Preparo do substrato para os vasos

Para formular o substrato foi usada a terra do solo que compõe a área onde foi instalado o experimento junto com composto orgânico. Antes de formular o substrato foi feita uma coleta de solo e do composto orgânico para avaliar a fertilidade desses

dois componentes, logo após foi feita uma coleta do substrato já pronto para avaliar a fertilidade presente nele.

3.4.1.4.1. Análises do solo, do composto orgânico e do substrato elaborado

A coleta no solo foi realizada no dia 04 de novembro de 2011. Foram retiradas 12 amostras simples do terreno para forma uma amostra composta, como pode ser visto na figura 45 a seguir.



Figura 45 – Coleta de solo

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Tendo em vista o pequeno horticultor, como eles desenvolvem suas atividades hortícolas e agindo de forma agroecológica, no trabalho sugeriu utilizar a adubação orgânica. Para que a adubação não interferisse no desenvolvimento das plantas, favorecendo algumas plantas, e também para calcular a quantidade de adubo orgânico para a formulação do substrato foi preciso retirar uma amostra do composto orgânico (Figura 46) para análise de fertilidade.



Figura 46 – Coleta do composto orgânico

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

As amostras de solo e do composto orgânico foram realizadas no dia 04 de novembro de 2011 e enviada para o Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, Campus I da UFCG no dia 08 de novembro 2011.

Após os resultados das amostras de solo e do composto orgânico foi feito os cálculos para composição do substrato, chegando a formulação em volume de 3:1, ou seja, 3 partes de terra para 1 parte de composto orgânico. No processo de formulação do substrato procurou-se homogeneizar ao máximo a mistura feita entre os dois componentes, terra e composto orgânico (Figura 47).



Figura 47 – Misturando os componentes do substrato

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

A amostra do substrato foi retirada no dia 05 de março de 2012 e enviada para o Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, Campus I da UFCG no dia 07 de março 2012.

3.4.1.5. Irrigação

A irrigação das plantas foi feita manualmente com regador. Na fase inicial, ou seja, no estágio de plântula até a idade de transplante, as plantas foram irrigadas todos os dias as 08h00min da manhã. Depois de transplantadas, cada planta recebeu 4 litros de água por dia, sendo que 2 litros eram fornecidos as 08h00min e os outros 2 litros as 17h00min.

Buscou-se neste fornecimento de água, manter o substrato sempre úmido. Nos dias de chuva foi feita a diferença de quanto choveu e quanto precisaria ou não de complemento de água nas plantas. Esse procedimento foi possível ser realizado através do pluviômetro das estações meteorológicas utilizadas no experimento.

3.4.1.6. Tratos culturais

O único trato cultural realizado todos os dias foi o controle da erva espontânea que germinam nos vasos. Não se realizou nenhum controle fitossanitário, pois em segundo plano do trabalho avaliou-se a presença de pragas e doenças nos dois tratamentos.

3.5. Delineamento experimental

Para testar a qualidade do ambiente da casa de vegetação desenvolvida, foi realizado um experimento com plantas de alface e equipamentos para obtenção de dados ambientais dentro e fora da casa de vegetação. Para que isso acontecesse foi montada uma base experimental para realização do experimento, como pode-se observar na figura 48 a seguir.

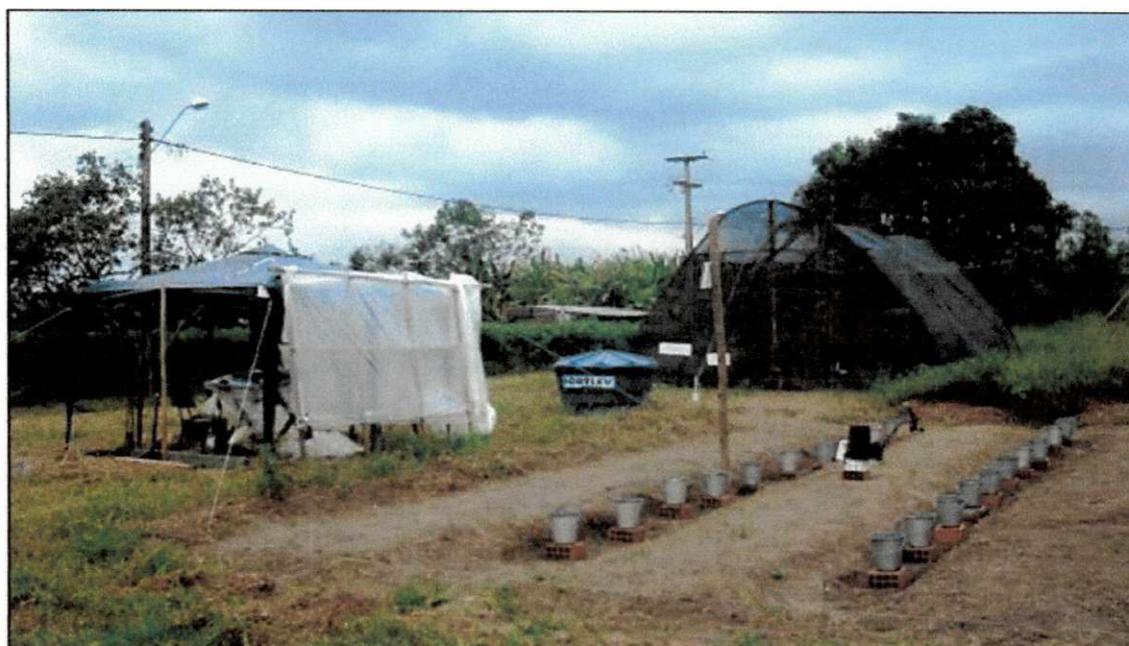


Figura 48 – Base Experimental

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

O delineamento experimental utilizado para avaliar o desenvolvimento das plantas foi o inteiramente casualizado com 2 tratamentos e 4 repetições. Cada repetição contendo 5 plantas, ao todo cada tratamento possuía 20 plantas. As plantas foram cultivadas em vasos de 4 kg pintados com cor alumínio refletiva, oferecendo para todas as plantas substrato e água em condições iguais. Os vasos foram colocados em cada ambiente em 2 filas com espaçamento de 1 metro entre as plantas de cada fila e 2 metros de distância aproximadamente entre as filas de plantas.

Os dados biométricos medidos foram; número de folhas (NF), altura das plantas (AP), diâmetro das plantas (DP), tamanho da raiz (TR), massa verde (MV) e massa seca (MS).

Para comparar o ambiente dentro e fora da casa de vegetação foi feita a análise de variância (ANOVA) e o teste “t” de comparação de médias, utilizando médias diárias dos 23 dias de coletas de dados realizados nos horários de 00h00min, 06h00min, 08h00min, 10h00min, 12h00min, 14h00min, 16h00min, 18h00min, 20h00min e 22h00min. Foram anotados dados meteorológicos de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Ao final do dia foi anotado a máxima e mínima dos dados ambientais analisados.

Para avaliar o custo benefício da edificação foi feito um orçamento dos custos para construção da edificação no comercio das cidades de Bananeiras e Solânea. Para

calcular a viabilidade da aquisição da casa de vegetação foi levado em consideração o orçamento feito dos custos, a quantidade de planta produzida na edificação e o preço unitário das culturas no comércio local.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise das Variáveis Ambientais

Para análise das variáveis do ambiente da casa de vegetação comparado com o ambiente natural foram estudadas as seguintes variáveis: temperatura do ar, umidade do ar e velocidade do vento, entre o período de 26 de março a 17 de abril de 2012.

4.1.1. Temperatura do ar

Na Figura 49 podem ser observadas as médias do ciclo diário de temperatura do ar, dentro e fora da casa de vegetação, ao longo dos 23 dias de coletas de dados.

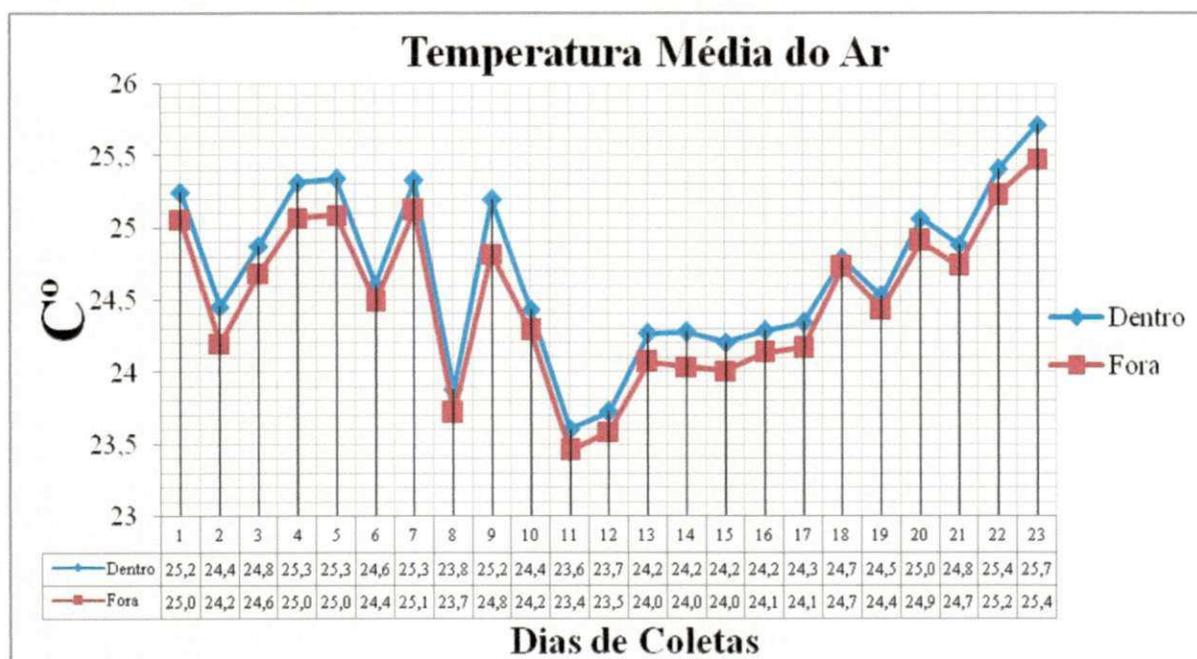


Figura 49 – Temperaturas médias dentro e fora da casa de vegetação

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Observa-se que a temperatura média diária dentro da casa de vegetação foi sempre um pouco maior do que a temperatura média externa, indicando um possível efeito estufa no interior da edificação. Para verificar essa hipótese foi feita a análise de variância (ANOVA) para comparação das médias ao longo dos 23 dias de coletas, com nível de significância a 5%. Na Tabela 1 podem ser vistos os valores obtidos para média e variância de cada ambiente.

Tabela 1 – Análise de variância realizada com as temperaturas médias do ar

Tratamentos	Média	Variância
Casa de Vegetação	24,69 ^a	0,33
Ambiente Natural	24,50 ^a	0,31

* Mesmo índice após as médias indicam que não houve diferença significativa.

Constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois ambientes estudados. Os valores médios diários de temperatura foram bastante próximos, concordando com as observações de Farias et al. (1993), onde os valores de temperatura e umidade relativa do ar, verificados no interior de uma estufa capela, localizada em Capão do Leão-RS, comparado com ambiente externo, ficaram bastante próximos. No entanto, Santana et al (2009) em um experimento realizado na região do Submédio no estado da Bahia com casa de vegetações sombreadas em 35%, 50% e a pleno Sol, encontrou valores de temperaturas menores e umidade relativa maiores no tratamento a 50% de sombreamentos do que nos outros tratamentos de 35% e a pleno Sol, discordando dos resultados obtidos no presente trabalho.

4.1.1.1. Temperatura do ar em função dos horários de coletas de dados

Na Figura 50 podem ser observadas as médias em função dos horários de coletas de dados de temperatura do ar, dentro e fora da casa de vegetação, ao longo dos 23 dias de coletas de dados.

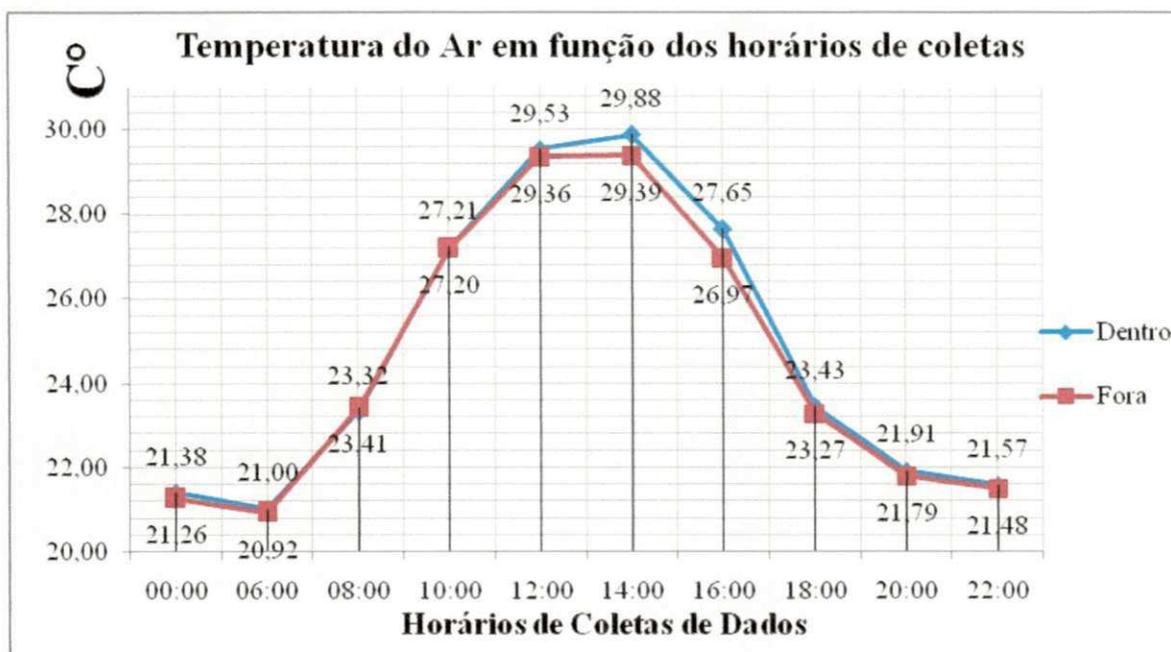


Figura 50 – Temperaturas médias do ar nos horários de coletas de dados dentro e fora da casa de vegetação

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Observa-se que a temperatura média dos horários de coletas dentro da casa de vegetação foi um pouco maior nos horários de 12:00 as 17:00 horas do que a temperatura média externa, indicando um pequeno aumento de temperatura no interior da edificação nos horários mais quente do dia. Nos outros horários não houve diferença em relação a temperatura, havendo igualdade nos resultados.

Para verificar essa hipótese foi feita a análise de variância (ANOVA) para comparação das médias dos horários de coletas ao longo dos 23 dias de coletas, com nível de significância a 5%. Na Tabela 2 podem ser vistos os valores obtidos para média e variância de cada ambiente.

Tabela 2 – Análise de variância realizada com as temperaturas médias do ar em função dos horários de coletas

Tratamentos	Média	Variância
Casa de Vegetação	24,69 ^a	0,33
Ambiente Natural	24,50 ^a	0,31

* Mesmo índice após as médias indicam que não houve diferença significativa.

4.1.2. Umidade do Ar

Na Figura 51 podem ser observadas as médias diárias de umidade do ar, dentro e fora da casa de vegetação, ao longo dos 23 dias de coletas. Observa-se na figura que umidade média diária dentro da casa de vegetação, ao longo dos 23 dias de coleta, esteve sempre um pouco maior do que a umidade média externa, indicando um acúmulo a mais de água no ar no interior da edificação.

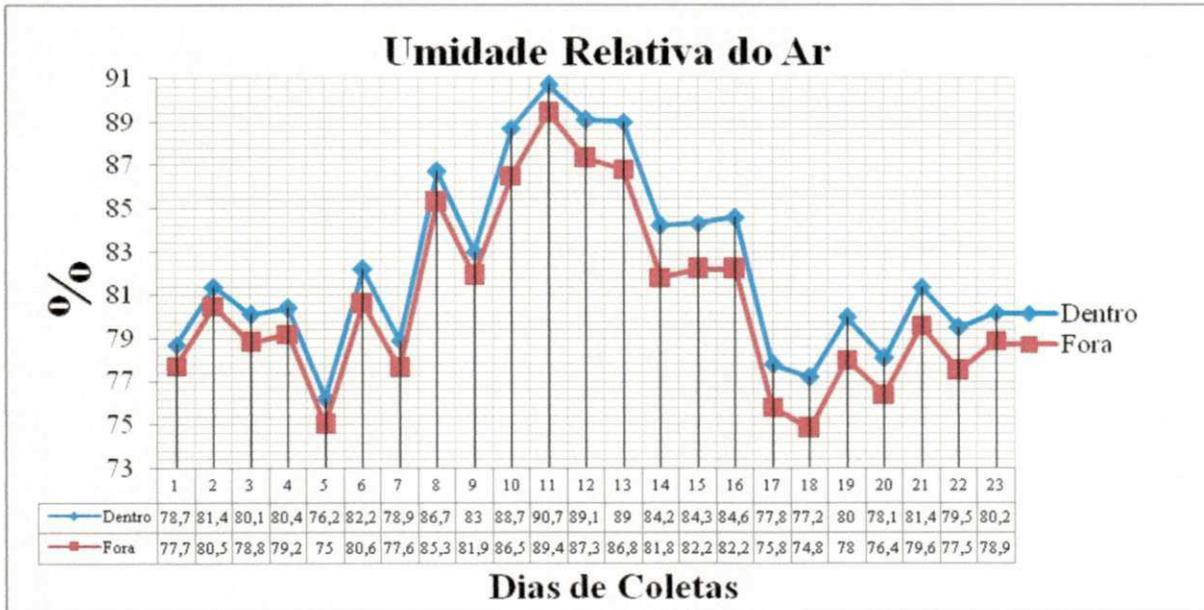


Figura 51 – Média diária da umidade relativa do ar dentro e fora da casa de vegetação

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Para verificar essa hipótese foi feita a análise de variância (ANOVA) para comparação das médias ao longo dos 23 dias de coletas, com nível de significância a 5%. Na Tabela 3 podem ser vistos os valores obtidos para média e variância de cada ambiente.

Tabela 3 – Análise de variância realizada com as umidades relativas médias do ar

Tratamentos	Média	Variância
Casa de Vegetação	82,27 ^a	17,66
Ambiente Natural	80,60 ^a	17,02

* Mesmo índice após as médias indicam que não houve diferença significativa.

Constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois ambientes estudados.

Faria Jr. (1997) em Ilha Solteira no estado de São Paulo, em estudo desenvolvido durante o período de verão verificou que os valores de umidade relativa foram superiores em condição interna.

4.1.2.1. Umidade Relativa do Ar em função dos horários de coletas de dados

Na Figura 52 podem ser observadas as médias em função dos horários de coletas de dados da umidade do ar, dentro e fora da casa de vegetação, ao longo dos 23 dias de experimento.

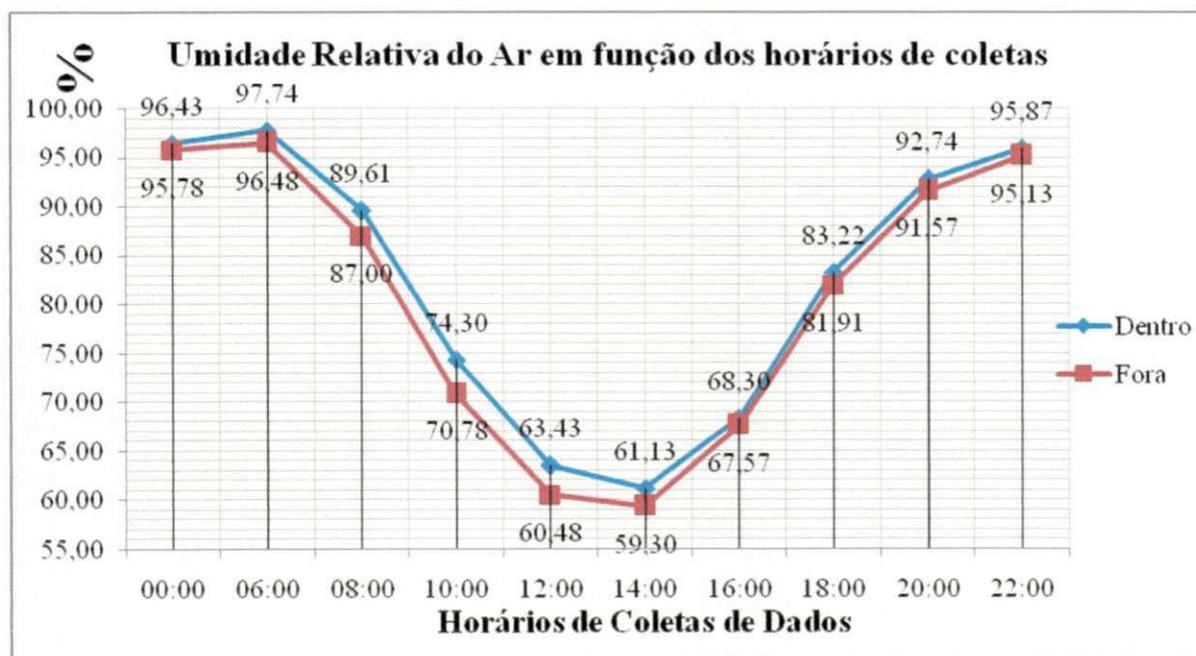


Figura 52 – Umidade do ar média dos horários dentro e fora da casa de vegetação

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Observa-se que a média da umidade do ar dos horários de coletas dentro da casa de vegetação nos horários mais quentes do dia foi um pouco maior, cerca de 2% a quase 3%. Nas horas mais frias do dia a umidade obteve diferença mais baixa de 1% a menos. Pode-se então afirmar através dos dados acima que houve um pequeno acúmulo de água

no ar nos horários mais quentes do dia no ambiente fornecido no interior da casa de vegetação.

Para verificar essa hipótese foi feita a análise de variância (ANOVA) para comparação das médias ao longo dos 23 dias de coletas, com nível de significância a 5%. Na Tabela 4 podem ser vistos os valores obtidos para média e variância de cada ambiente.

Constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois ambientes estudados.

Tabela 4 – Análise de variância realizada com as umidades relativas médias do ar em função dos horários

Tratamentos	Média	Variância
Casa de Vegetação	82,27 ^a	17,66
Ambiente Natural	80,60 ^a	17,02

* Mesmo índice após as médias indicam que não houve diferença significativa.

4.1.3. Velocidade do Vento

Na Figura 53 podem ser observadas as médias diárias de velocidade do vento, dentro e fora da casa de vegetação, ao longo dos 23 dias de coletas.

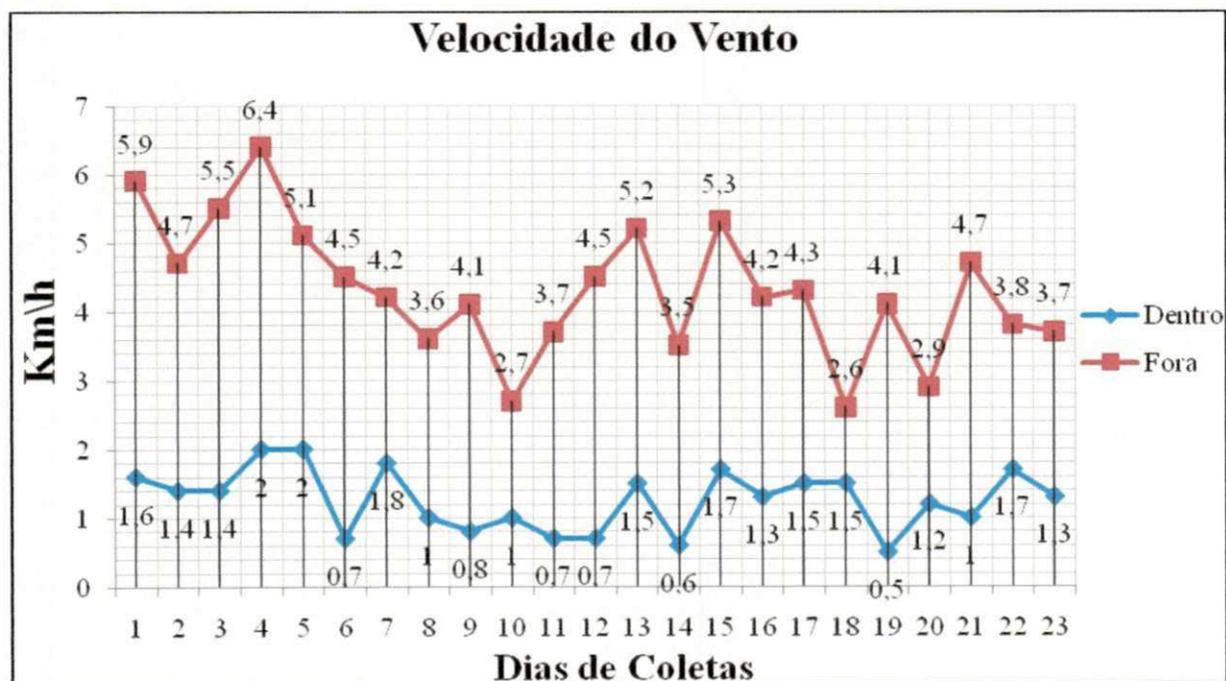


Figura 53 – Velocidade do vento dentro e fora da casa de vegetação

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Observa-se na figura que a velocidade do vento dentro da casa de vegetação foi muito inferior ao longo de todos os dias de coleta. Para confirmar essa hipótese foi feita a análise de variância (ANOVA) para comparação das médias ao longo dos 23 dias de coletas, com nível de significância a 5%. Na Tabela 5 podem ser vistos os valores obtidos para média e variância de cada ambiente.

Tabela 5 – Análise de variância realizada com as médias da velocidade do vento

Tratamentos	Média	Variância
Casa de Vegetação	1,26 ^a	0,20
Ambiente natural	4,31 ^b	0,95

* Índices diferentes após as médias indicam que houve diferença significativa.

Constatou-se que houve diferença estatisticamente significativa entre os dois ambientes estudados, como era de se esperar. Apesar da ventilação menor no interior da edificação comparado com o ambiente externo, a casa de vegetação proporcionou um ambiente com uma boa circulação de vento com média geral de 1,2 km/h, oscilando entre 0 a 14 km/h.

4.1.3.1. Velocidade Máxima do Vento

Na Figura 54 podem ser observadas as velocidades do vento máximas diárias, dentro e fora da casa de vegetação, ao longo dos 23 dias de coletas.

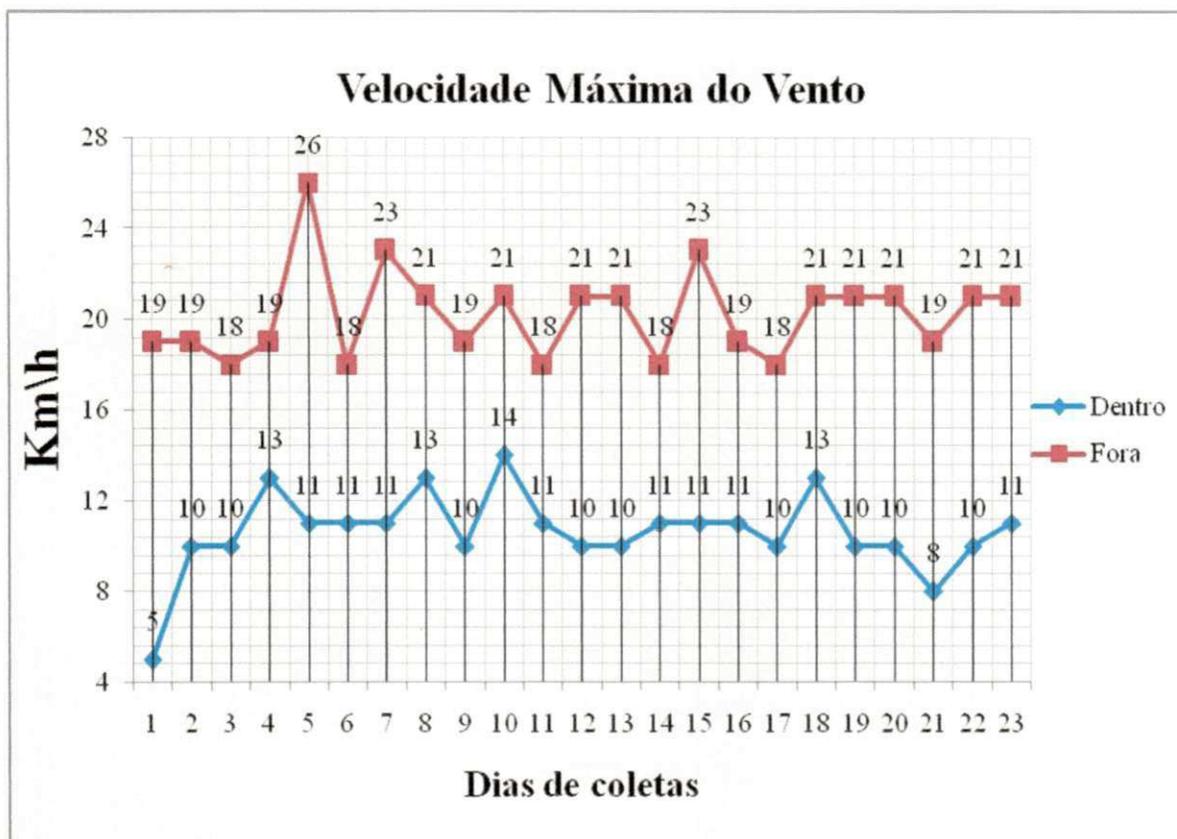


Figura 54 – Velocidade máxima do vento dentro e fora da casa de vegetação

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

A velocidade máxima do vento atingida no período de coleta de dados no interior da casa de vegetação foi de 14 km/h e fora da edificação de 26 km/h, havendo uma diferença entre os resultados na máxima dentro e fora de 12 km/h. Os dados da ventilação máxima externa e interna da edificação podem ajudar a compreender a força do vento imposta na edificação na região de estudo.

4.2. Análise Produtiva da Cultura da Alface

Para uma análise produtiva da casa de vegetação desenvolvida foi realizado um estudo comparativo por meio de plantas cultivadas dentro e fora da casa de vegetação, utilizando para isso as seguintes variáveis biométricas da cultura da alface: número de folhas, altura das plantas, diâmetro das plantas, tamanho de raiz, massa verde e massa seca.

4.2.1. Número de folhas

Na Tabela 6 podem ser vistos os resultados obtidos para número de folhas dentro da casa de vegetação e fora da casa de vegetação (ambiente natural).

Tabela 6 – Número de folhas dentro e fora da casa de vegetação

Identificação	Tratamentos		Identificação	Tratamentos	
	Dentro	Fora		Dentro	Fora
1	14	17	11	11	9
2	13	12	12	12	12
3	13	12	13	12	6
4	11	15	14	11	8
5	12	7	15	14	12
6	12	11	16	14	11
7	12	8	17	11	11
8	12	13	18	12	11
9	10	9	19	13	12
10	11	7	20	12	12

4.2.2. Altura das Plantas

Na Tabela 7 podem ser vistos os resultados obtidos para altura das plantas (cm) dentro da casa de vegetação e fora da casa de vegetação (ambiente natural).

Tabela 7 – Altura das Plantas (cm) dentro e fora da casa de vegetação

Identificação	Tratamentos		Identificação	Tratamentos	
	Dentro	Fora		Dentro	Fora
1	12,9	13,8	11	18,0	7,8
2	14,1	10,8	12	16,0	10,6
3	14,1	11,1	13	16,0	6,8
4	13,1	11,1	14	15,4	8,5
5	12,5	6,7	15	15,2	10,1
6	14,3	11,1	16	15,9	9,9
7	13,8	8,2	17	15,0	10,4
8	14,0	11,6	18	14,7	11,8
9	15,8	9,2	19	15,8	11,9
10	14,2	6,8	20	14,4	10,3

4.2.3. Diâmetro das Plantas

Na Tabela 8 podem ser vistos os resultados obtidos para o diâmetro das plantas (mm) dentro da casa de vegetação e fora da casa de vegetação (ambiente natural).

Tabela 8 – Diâmetro das Plantas (mm) dentro e fora da casa de vegetação

Identificação	Tratamentos		Identificação	Tratamentos	
	Dentro	Fora		Dentro	Fora
1	30	26	11	23,5	13
2	29	22,8	12	23	23
3	29,7	26	13	26	10,3
4	25	21,5	14	30	11,7
5	26,6	12	15	29,5	17,6
6	27	19	16	27,5	18
7	27	14,2	17	23	17,9
8	25	21,5	18	24	18
9	22	17,5	19	22,5	22,6
10	28	10	20	23,5	18,5

4.2.4. Tamanho de raiz

Na Tabela 9 podem ser vistos os resultados obtidos para o tamanho de raiz (cm) das plantas dentro da casa de vegetação e fora da casa de vegetação (ambiente natural).

Tabela 9 – Tamanho de raiz das plantas (cm) dentro e fora da casa de vegetação

Identificação	Tratamentos		Identificação	Tratamentos	
	Dentro	Fora		Dentro	Fora
1	18,3	15,8	11	12,5	13,2
2	24,2	17,1	12	16,7	12,2
3	19,5	17,8	13	19,2	14,4
4	17	13,8	14	17,3	25,8
5	23	13	15	19,7	22,2
6	16,5	15,7	16	16	17,4
7	14,8	13,3	17	15,7	23,5
8	16,8	15,2	18	21	24,8
9	18	14,7	19	18,2	30
10	15,9	11,7	20	16,5	17,6

4.2.5. Massa verde

Na Tabela 10 podem ser vistos os resultados obtidos para a massa verde das plantas (g) dentro da casa de vegetação e fora da casa de vegetação (ambiente natural).

Tabela 10 – Massa verde das plantas (g) dentro e fora da casa de vegetação

Identificação	Tratamentos		Identificação	Tratamentos	
	Dentro	Fora		Dentro	Fora
1	84	94,1	11	62,3	14,7
2	69,2	58,6	12	60,4	39,7
3	76,9	41,2	13	76,8	7,2
4	55,7	65,8	14	74,6	15,1
5	56,4	8,8	15	75,3	40,5
6	47,8	32,4	16	81,7	35,7
7	56,5	8,1	17	60,3	36,4
8	57,1	56,8	18	55,5	44,3
9	46,6	20,3	19	65,9	59,7
10	57	6,7	20	60,9	27,9

4.2.6. Massa seca

Na Tabela 11 podem ser vistos os resultados obtidos para a massa seca das plantas (g) dentro da casa de vegetação e fora da casa de vegetação (ambiente natural).

Tabela 11 – Massa seca das plantas (g) dentro e fora da casa de vegetação

Identificação	Tratamentos		Identificação	Tratamentos	
	Dentro	Fora		Dentro	Fora
1	9	6,4	11	4,8	0,3
2	7,9	5,2	12	6,6	2,3
3	8,5	1,9	13	8,7	0,2
4	3,9	5,7	14	6,2	0,8
5	4,8	0,3	15	8,2	2,3
6	2,3	1	16	7,4	2,2
7	4,1	0,5	17	4,9	1,9
8	3,2	3,8	18	3,7	3,6
9	3	0,5	19	4,5	4,2
10	4	0,3	20	5,4	1,6

4.2.7. Análise estatística das variáveis biométricas da cultura da alface

Para verificar se houve diferenças estatísticas significativas na alface, cultivada dentro e fora (ambiente natural) da casa de vegetação desenvolvida, foram realizadas análises de variância (ANOVA), com nível de significância a 5%, para cada uma das variáveis biométricas estudadas. Na Tabela 10 podem ser observados os resultados obtidos por meio das análises realizadas.

Tabela 12 – Comparação entre médias de variáveis biométricas da cultura da alface dentro da casa de vegetação e no ambiente natural

Ambiente	Número de folhas (cm)	Altura das Plantas (cm)	Diâmetro das Plantas (cm)	Tamanho de Raiz (cm)	Massa Verde (g)	Massa Seca (g)
Casa de vegetação	12,10 a	14,76 a	26,09 a	17,84 a	64,04 a	5,56 a
Ambiente Natural	10,75 b	9,92 b	18,06 b	17,46 a	35,70 b	2,25 b

* Índices diferentes após as médias indicam que houve diferença significativa.

Observa-se na tabela anterior que, com exceção do tamanho de raiz, houve diferenças significativas em todas as variáveis biométricas estudadas, sendo as maiores médias obtidas para a alface cultivada dentro da casa de vegetação. Assim, pode-se dizer que houve sensível melhoria na cultura da alface, quando produzida dentro da casa de vegetação desenvolvida.

Com relação ao número de folhas houve diferença significativa entre os tratamentos, assim como na altura das plantas e no diâmetro das plantas, sendo que as plantas cultivadas na casa de vegetação tiveram médias bem maiores. Segundo Whatley e Whatley (1982), plantas mantidas em sombreamento tendem a ser mais altas e ter uma área foliar maior em relação as que crescem em plena luz do sol, isso porque quando as plantas crescem em pleno sol, a luz intensa favorece o desenvolvimento de células longas em paliçada, muitas vezes dispostas em duas ou três assentadas, enquanto o sombreamento favorece a produção de uma maior quantidade de parênquima lacunoso, isto vem a confirmar o que Kendrick e Frankland (1981) observaram, afirmando que plantas mantidas em sombreamento tendem a ser mais altas e ter uma área foliar maior em relação as que crescem em plena luz do sol.

No tamanho das raízes não houve diferença significativa, aparentemente o ambiente não interferiu no desenvolvimento das raízes das plantas, e provavelmente o substrato oferecido (igual nos dois tratamentos) seja mais determinante nesse aspecto.

Na massa verde e seca houve diferença significativa, sendo o tratamento da casa de vegetação com valores bem mais altos do que o tratamento em ambiente natural.

Santana et al (2009) em experimento desenvolvido no estado da Bahia na região do Submédio do São Francisco no município de Juazeiro, utilizando alface roxa em três ambientes (Pleno no Sol e em duas casas de vegetação com sombreamento a 35% e a 50%) chegaram a resultados bem semelhantes aos resultados obtidos no presente trabalho, em relação ao número de folhas, altura das plantas, diâmetro das plantas e massa verde para os tratamentos em Pleno Sol e o de 50% de sombreamento. Com relação à massa seca, as médias não diferem entre si, diferentes do presente trabalho onde houve diferença significativa entre os tratamentos.

4.3. Análise Econômica da Casa de Vegetação

4.3.1 Custo para construção da casa de vegetação

A casa de vegetação foi construída utilizando materiais na sua estrutura de baixo custo no mercado. O procedimento de construção foi bastante simples com duração de no máximo 15 dias para sua construção. A mão de obra utilizada na construção foi mínima precisando de no máximo 2 pessoas. A durabilidade mínima da edificação foi estimada em 6 meses já que desde da sua construção até o presente momento não houve dano que impedisse o uso normal da edificação.



Figura 55 – Casa de vegetação rústica desenvolvida no trabalho

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Para avaliar a vantagem de obter a casa de vegetação desenvolvida no trabalho foram levados em consideração vários aspectos, como; custo total do material, mão de obra, duração da edificação e transporte do material. Através de discussões feitas entre o grupo de trabalho chegou-se a definir dois orçamentos, um contendo todas as despesas possíveis para construção da edificação e o outro com menor custo retirando algumas despesas adicionais.

a) Orçamento total

Neste orçamento foram levadas em consideração todas as despesas possíveis para construção da casa de vegetação visando agricultores que não tenham grande parte dos materiais na sua propriedade.

Tabela 13 – Orçamento total inicial da casa de vegetação

Material	Quantidade	Unidade	Preços unitários RS	Preço R\$
Bambu	32 colmos	-	-	200,00
Lança Chama	1	-	-	29,80
Botijão de Gás	1	-	-	32,00
Tela sombrite	66	m ²	9,60	633,60
Linha de pedreiro	6 rolos	Rolo de 100m	2,50	15,00
Cimento	1/2	Saco	20,00	20,00
Brita	0,5	m ³	90,00	45,00
Arcia	0,5	m ³	36,00	18,00
Liga de borracha	50	-	1,00	50,00
Fita crepe	4	-	2,50	10,00
Mão de obra	2 x 15	diária	30,00	900,00
Cano PVC	12	metros	3,00	36,00
Transporte dos Bambus	30	km	5,00	150,00
TOTAL	-	-	-	2.139,40

O bambu foi contabilizado através de visitas em propriedades rurais que possuíam bosques da planta. Em conversas com os donos das propriedades chegou-se a conclusão que a maioria não cobraria a retirada de 32 colmos de bambu em suas propriedades, os proprietários rurais que cobraram, pediram em torno de R\$ 100,00 a R\$ 200,00 pelos 32 colmos.

Neste orçamento, o material com o preço mais alto foi a tela de sombrite, que apesar do seu custo elevado é um material de alta durabilidade. Outros custos bastante significativos foram à mão de obra local do município de Solânea e Bananeiras para 15 dias de execução da obra da edificação e o frete do carro para transportar os bambus. Também foram contabilizadas as ligas de borrachas como se fosse adquirida no comércio local. O orçamento foi realizado entre os meses de novembro de 2011 a abril de 2012. Outro orçamento total foi feito pensando no horticultor na condição de construir novamente a edificação após 6 meses. Nesse caso foram retirados os valores referentes ao lança chama e o telado de sombrite já adquiridos. Dessa forma chega-se a um custo total de R\$ 1.476,00.

b) Orçamentos reduzidos

Pensando-se na possibilidade do proprietário rural ter grande parte dos materiais na sua propriedade, além de usar alguns materiais recicláveis e reaproveitados. Foram feitos dois orçamentos. A Tabela seguinte mostra o orçamento reduzido inicial.

Tabela 14 – Orçamento reduzido inicial da casa de vegetação

Material	Quantidade	Unidade	Preços unitários	Preço R\$
Bambu	32 colmos	-	-	00,00
Lança Chama	1	-	-	29,80
Botijão de Gás	1	-	-	32,00
Tela sombrite	66	Metros	1 m ² / R\$ 9,60	633,60
Linha de pedreiro	6 rolos	100 metros	100 m/ R\$ 2,50	15,00
Cimento	1/2	Saco	1 saco/ R\$ 20,00	20,00
Brita	0,5	m ³	1m ³ / R\$ 90	45,00
Areia	0,5	m ³	1m ³ / R\$ 36	00,00
Liga de borracha	50	-	1 liga/ R\$ 1	00,00
Fita crepe	4 rolos	45m	1 rolo/ R\$ 2,5	10,00
Mão de obra	2	-	15 dias / R\$ 30 diária	00,00
Cano PVC	12	Metros	1m/ R\$ 3	36,00
Transporte dos Bambus	30	Km	1km/5 R\$	00,00
TOTAL	-	-	-	821,40

Nesse primeiro orçamento reduzido foi retirado o custo com o bambu, areia e mão de obra, levando em consideração que o horticultor tivesse esses recursos na sua propriedade. Também foi retirado o custo com as ligas de borracha que poderá ser substituída por câmaras de ar reaproveitadas ou recicladas.

Também foi realizado uma contabilidade, levando em consideração que a estrutura da edificação tivesse durabilidade de 6 meses ou que o horticultor só utiliza-se a edificação na época de verão (época indicada para uso da edificação). Neste orçamento foi retirado o custo com o sombrite, já que o telado pode ser usado varias vezes pelo seu pontecial de durabilidade. Dessa forma chegou-se a um custo total de R\$ 187,80 para reconstrução da casa de vegetação.

4.3.2. Estimativa da produção na casa de vegetação

Para se estimar a produção da cultura da alface na casa de vegetação foi sugerida uma estimativa, inicialmente, para a quantidade de plantas que poderia ser cultivada dentro da casa de vegetação rústica com 7m de largura por 12m de comprimento. As dimensões sugeridas para os canteiros são de 2m de largura por 12m de comprimento e com espaçamentos de 0,5m entre ruas. Dessa forma a casa de vegetação pode conter três canteiros, compreendendo uma área de 24m² por canteiro, como pode ser visto na Figura 56. Essa sugestão pode ser para culturas com espaçamentos em torno de 0,30 m, como; coentro, acelga, cenoura, couve, morango e etc.

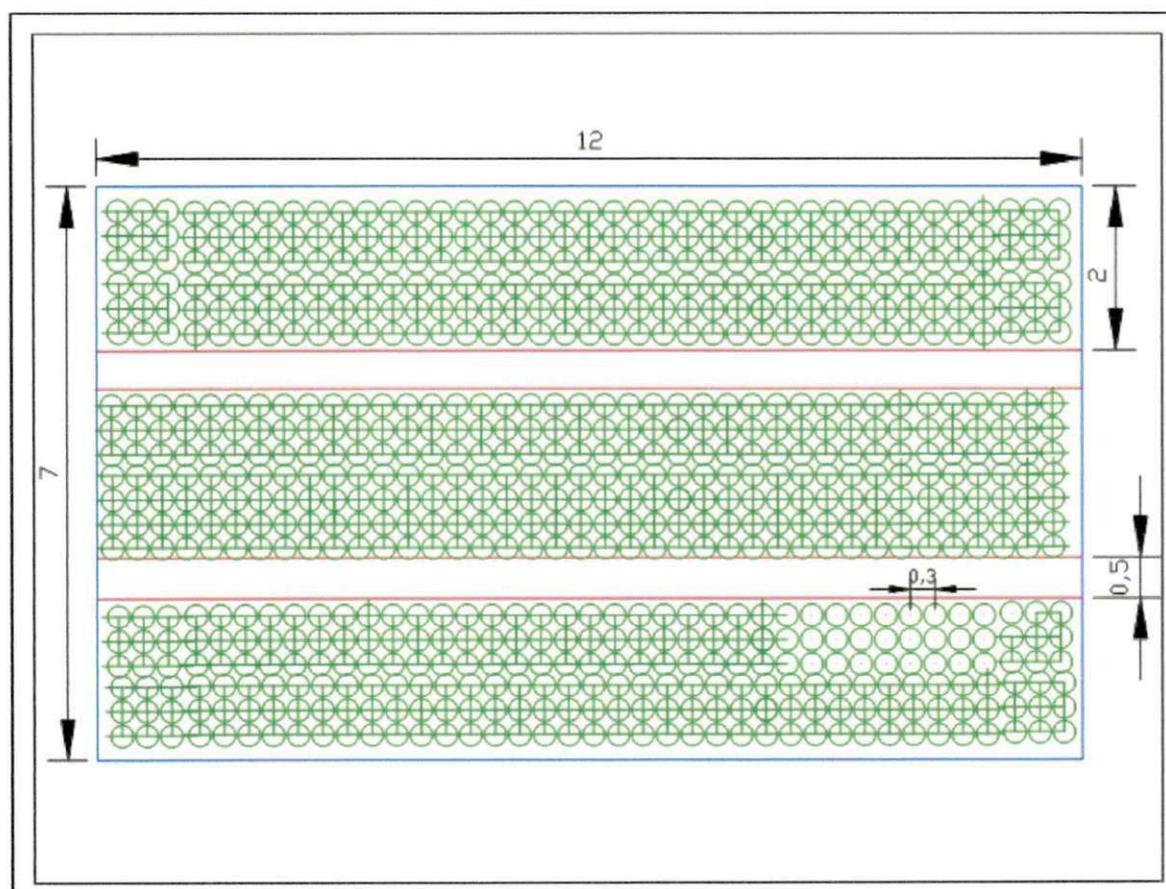


Figura 56 – Sugestão de canteiros e espaçamentos dentro da casa de vegetação

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Em caso de culturas com espaçamentos maiores aconselhasse utilizar toda a área disponível pela casa de vegetação, que no caso é 84 m². Para um melhor entendimento a figura abaixo (Figura 57) pode-se observar com ficaria a distribuição de culturas com

espaçamento de 0,8 metros entre linhas e 0,4 metros entre plantas, que nesse caso sugerido iria conter 263 plantas. Este espaçamento pode ser utilizado para culturas como; tomate, pimentão e etc.



Figura 57 – Sugestão de espaçamentos dentro da casa de vegetação

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

4.3.3. Viabilidade econômica da casa de vegetação

Para verificação da viabilidade econômica da casa de vegetação desenvolvida foi realizada uma análise econômica simples, comparando o custo adquirido na construção e a produção de algumas culturas na casa de vegetação. Essa análise foi levado em consideração o cultivo de plantas na situação atual dos horticultores da região onde foi desenvolvido o trabalho.

4.3.3.1. Cultura da Alface

Considerando-se o espaçamento entre plantas de 30 cm entre plantas, conforme a Figura 58, então poderá ser cultivada aproximadamente 267 plantas por canteiro, formando um total de 800 plantas cultivadas dentro da casa de vegetação.

A alface possui o ciclo vegetativo de 70 dias, sendo que, durante 30 dias as mudas ficam em bandejas ou copinhos e os 40 dias restantes no local definitivo, para atingir o ponto de colheita. Atualmente, a alface é vendida no comércio local dos municípios de Bananeiras e Solânea por R\$ 0,50, R\$ 0,75 e R\$ 1,00, para realizar análise foi adotado o preço de R\$ 0,75. Chegou-se aos seguintes resultados.

- O horticultor vendendo seu produto diretamente ao consumidor, durante o ciclo de produção que é 40 dias que ficará na casa de vegetação, então com quatro colheitas nos seis meses de produção, terá uma receita bruta de R\$ 2.400,00, onde cada colheita terá uma receita bruta de R\$ 600,00. Dessa forma, constatam-se a inviabilidade econômica da construção, pois sendo o orçamento total de R\$ 2.139,40, o horticultor ficaria com um pequeno lucro de R\$ 260,60.
- Considerando-se orçamento inicial reduzido o horticultor conseguiria pagar a instalação e teria uma receita bruta de R\$ 1.578,60, tornando possivelmente viável a construção da casa de vegetação rústica. Considerando-se a reconstrução da edificação após seis meses e as 4 colheitas nos seis meses, o horticultor teria um lucro de R\$ 2.212,20.

4.3.3.2. Cultura do Morango

Considerando-se o espaçamento entre plantas de 30 cm entre plantas, então poderão ser cultivadas aproximadamente 267 plantas por canteiro, formando um total de 800 plantas cultivadas dentro da casa de vegetação.

O morango possui o ciclo vegetativo em média de 60 a 80 dias após o plantio das mudas, para atingir o ponto de colheita. A produtividade média esperada é de 1,2 kg por planta e o preço médio anual de comercialização é de R\$ 4,00/kg. Chegou-se aos seguintes resultados.

- O agricultor vendendo seu produto diretamente ao consumidor, após aproximadamente 3 meses que a cultura permanecerá na casa de vegetação, terá em uma colheita com produção aproximada de 960 kg. Sua receita bruta será R\$ 3.840,00 nos três meses. O tempo de duração da casa de vegetação rústica é estimado em seis meses, então teria duas colheitas, totalizando uma receita de R\$ 7.680,00. Dessa forma, constatam-se a viabilidade econômica da construção

da edificação, pois sendo o orçamento total da casa de vegetação de R\$ 2.139,40, o horticultor ficaria com um lucro de R\$ 5.540,00.

- Considerando-se orçamento inicial reduzido o horticultor conseguiria pagar a instalação e teria um lucro R\$ 6.858,60. Considerando-se a reconstrução da edificação após seis meses, o horticultor teria um lucro de R\$ 7.492,20, tornando altamente viável a construção da casa de vegetação rústica.

4.3.3.3. Cultura do Tomate

Considerando-se a variedade IPA 6 em espaçamento de 30 cm entre plantas e entre linhas de 80 cm, então poderão ser cultivadas aproximadamente 350 plantas na área total da casa de vegetação de 84 m². Uma planta de tomate da variedade IPA 6 produz em média 3,5 kg em condições de campo na região que foi desenvolvido esse trabalho. Chegou-se aos seguintes resultados.

- O horticultor produzindo em uma área total de 84 m² terá em uma produção aproximada de 1.225 kg por colheita. O quilo do tomate custa em média no comercio local R\$ 5,00/kg. Sua receita bruta será então de R\$ 6.125,00. Dessa forma, acredita-se ser viável economicamente a construção da casa de vegetação rústica, pois sendo o orçamento total da casa de vegetação de R\$ 2.139,40 o horticultor ficaria com um lucro de R\$ 3.985,60.
- Considerando-se orçamento inicial reduzido o horticultor conseguiria pagar a instalação e teria um lucro R\$ 5.303,60. Considerando-se a reconstrução da edificação após seis meses, o horticultor teria um lucro de R\$ 5.937,20.

4.3.4. Custo de casa de vegetação convencional

Em orçamentos solicitados a duas empresas nacionais, especializadas em vendas de estufas e casas de vegetação, em 28 de março de 2012, foi possível avaliar o custo de estufas convencionais oferecidas no mercado nacional.

A primeira empresa ofereceu dois orçamentos para uma estufa com dimensões de 7,00 m de largura por 15,00 m de comprimento, altura na lateral livre de 3,20 m e altura no topo de 4,80m, com área total de 105 m².

A primeira proposta (orçamento A) foi de um modelo com estrutura totalmente galvanizada, com fixação de filmes e telas em perfil de alumínio e molas em aço e um kit-tirante. Essa proposta está descrita na Tabela seguinte.

Tabela 15 - Orçamento A oferecido pela primeira empresa

Qtd	Produto	Valor	
		R\$	
01	Estufa Modelo Plant-TOP-7 de 7m de Larg. x 15m de Comp.= 105 m ²	R\$	6.070,00
01	Bobina de Filme Agrícola Difusor de Luz 9x20 de 0,150 Micras	R\$	513,00
01	Bobina de Tela Leve para Laterais, Frente e Fundo de 3x45x50%	R\$	326,00
01	Porta de Aço Galv. 1,10m x 2,20m com Tela Leve de 50% Preta	R\$	360,00
+	Frete e Montagem para a Cidade de Bananeiras –PB	R\$	9.626,00
Valor Total da Estufa + Opcionais		R\$	16.895,00

Na segunda proposta (orçamento B) o modelo sugerido possui a parte superior galvanizada e o restante da estruturada formada por mourões de madeira; fixação de filmes e telas com caibros e ripas e um kit-tirante. Essa proposta está descrita na Tabela seguinte.

Tabela 16 – Orçamento B oferecido pela primeira empresa

Qtd	Produto	Valor	
		R\$	
01	Estufa Modelo Plant-MIX-7 de 7m de Larg. x 15m de Comp. = 105 m ²	R\$	4080,00
01	Bobina de Filme Agrícola Difusor de Luz 9x20 de 0,150 Micras	R\$	513,00
01	Bobina de Tela Leve para Laterais, Frente e Fundo de 3x45x50%	R\$	326,00
01	Porta de Aço Galv. 0,80m x 2,20m com Tela Leve de 50% Preta	R\$	360,00
+	Frete e Montagem para a cidade de Bananeiras –PB	R\$	9626,00
Valor Total da Estufa + Opcionais		R\$	14.905,00

A segunda empresa ofereceu um orçamento para uma casa de vegetação totalmente galvanizada com dimensões iguais a da casa de vegetação desenvolvida no presente trabalho, isto é, com 7 metros de largura por 12 de comprimento, portanto com 84 m² de área. Essa proposta está descrita na Tabela seguinte.

Tabela 17 – Orçamento oferecido pela segunda empresa

Orçamento		
Qtd	Produto	Valor R\$
01	Estufa agrícola de estrutura metálica de 7m de Larg. x 12m de Comp. – 84 m ²	*
01	Filme de cobertura transparente com espessura de 150 Micras, com tratamento contra raios UV	*
01	Tela de fechamentos 30% sombra para Laterais, Frente e Fundo	*
01	Porta tipo correr de Aço Galv. 1,50m x 2,50m com Tela Leve de 30% sombra	*
+	Frete para a cidade de João Pessoa –PB	*
Valor Total da Estufa + Opcionais		23.721,00

*valores não oferecidos pela empresa.

Como pode se observar, pelas propostas apresentadas, o custo da aquisição da casa de vegetação convencional é, provavelmente, inviável para a realidade financeira dos pequenos horticultores, mesmo que se leve em conta a maior durabilidade e a garantia que as empresas oferecem, em média de 5 anos, para essas casas de vegetação.

4.3.2. Vantagens e Desvantagens da Casa de Vegetação a Baixo Custo

Como qualquer outra construção ou atividade desenvolvida, a casa de vegetação rústica possui suas vantagens e desvantagens.

4.3.2.1. Principais vantagens

1. O bambu na região de estudo, é facilmente encontrado e não possui valor comercial, podendo ser usado sem nenhum custo. Em um mapeamento feito com um GPS de navegação dos bambuzais na região de estudo foi constatado a presença abundante da planta. Na Figura 58 pode-se observar a distribuição espacial dos bosques de bambus nos municípios de Bananeiras e Borborema, por meio da sobreposição dos pontos obtidos com o GPS em uma imagem de satélite gerada pelo programa *Google Earth* no dia 02 de fevereiro de 2012 com data da imagem de 26 de maio de 2010.

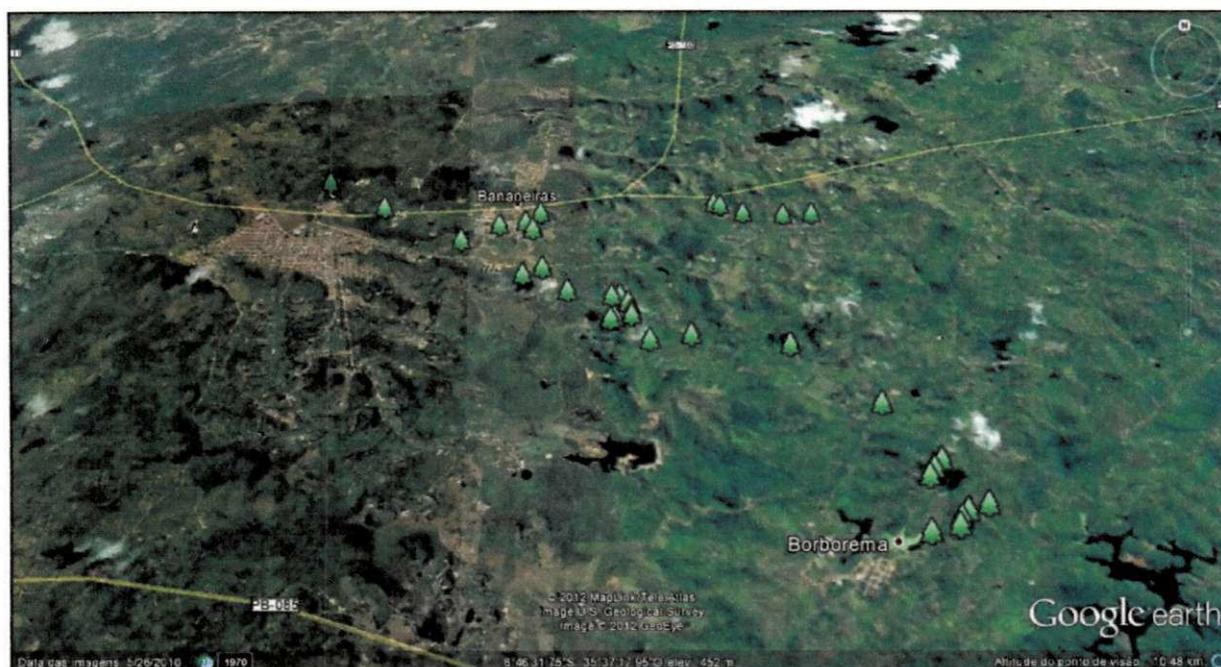


Figura 58 – Mapeamento de bosques de bambu nos municípios de Bananeiras e Borborema na Paraíba

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Foram mapeados 33 boques de bambu, com média de 12 touceiras de plantas por bosques. A principal espécie encontrada nos municípios citadas foi a *Bambusa vulgaris*.

Fato interessante no mapeamento é que a maioria dos bosques de bambu encontrado na região foi plantada em encostas de áreas de declive bastante acentuado, para evitar erosão e deslizamento de terras, mostrando outra função importante do uso do bambu no meio rural. A Figura seguinte ilustra essa aplicação do bambu.

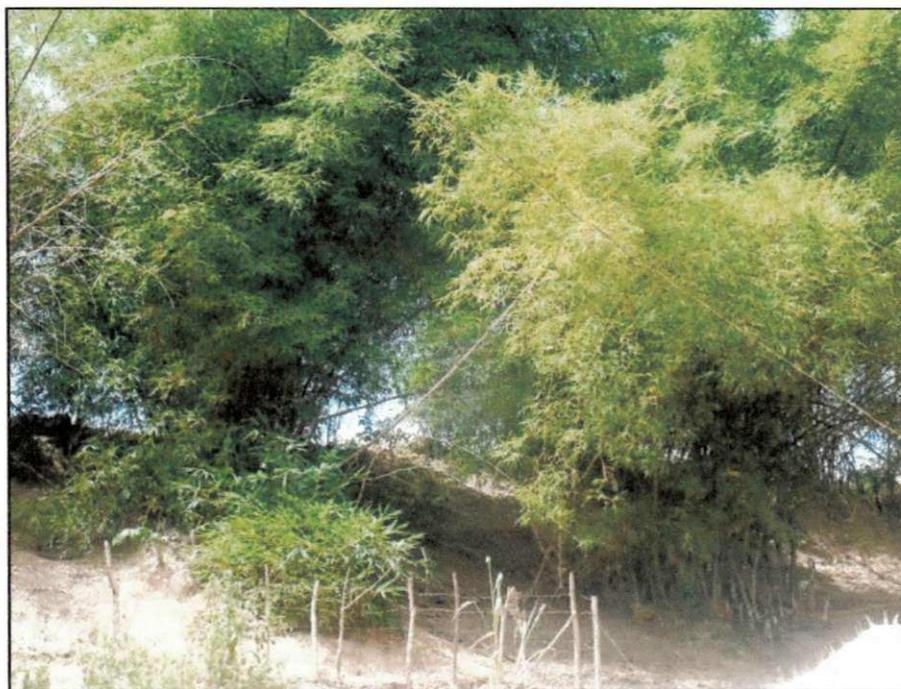


Figura 59 – Bambus plantados nas encostas de estradas

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

2. Uso de materiais facilmente encontrado no comercio local. Materiais como: tubos de PVC, cimento, areia, brita, fio de náilon para alinhamento, ligas de borracha e arame são encontrados no comercio das maioria das cidades. A tela de sombrite foi encontrada no comercio de Solânea, mas é indicado que procure em maiores centros urbanos e próximos da região de estudo, como Campina Grande e João Pessoa por encontrar melhor preço, além de ser um material leve e fácil de transportar.

3. Sanidade e Uniformidade das plantas produzidas no interior da edificação. As plantas de alface cultivadas dentro da casa de vegetação demonstraram plantas saudias e uniformes comparadas com plantas de alface produzidas em ambiente natural.

4. Mão de obra. Para construção da edificação, são necessárias apenas duas pessoas. Na construção da casa de vegetação do presente trabalho utilizaram-se a ajuda de dois jovens de comunidade rural. O interessante é demonstrar a possibilidade de construir com mão de obra familiar, sem necessidade de treinamento e sem se preocupar em contratar mão de obra.



Figura 60 – Mão de obra utilizada na construção da casa de vegetação

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

5. Facilidade na Construção. A casa de vegetação não possui nenhuma dificuldade na sua construção. O importante é que o horticultor tenha um andaime ou uma escada. O tempo para construção para esse tipo de casa de vegetação é de aproximadamente 10 dias, onde o trabalhador trabalhe seis horas por dia, três horas pela manhã e três a tarde, em horários que o Sol possua incidência mais fraca, dependendo da eficiência dos trabalhadores esse número de dias pode diminuir. A parte mais trabalhosa e demorada da edificação é a fixação do telado na estrutura.

4.3.2.2. Principais desvantagens

1. Durabilidade. A casa de vegetação ficou pronta no dia 14 de novembro de 2011 e o trabalho de pesquisa foi concluído no dia 20 de maio de 2012. No decorrer desse tempo o bambu foi atacado pelo caruncho (*Dinoderus minutus*), coleóptero conhecido como praga do bambu, responsável pelos furos feitos em alguns colmos de bambus da estrutura dos arcos e das colunas centrais de sustentação dos arcos, como pode ser observado na figura seguinte.

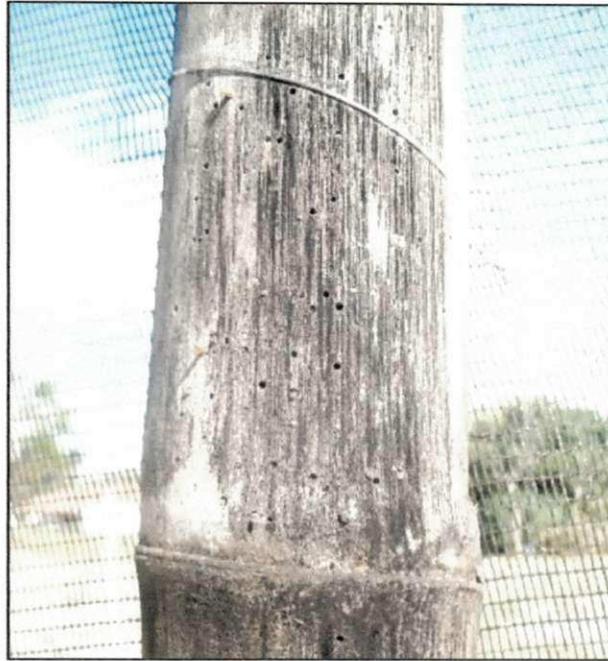


Figura 61 – Bambu atacado pelo caruncho (*Dinoderus minutus*)

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Isso mostra a baixa resistência dessa espécie de bambu (*Bambusa vulgaris*) ao ataque do inseto, além da baixa eficiência do tratamento usado nos bambus. Alguns colmos de bambu partiram-se, devido ao uso do arame na amarração dos bambus, pois o arame penetra e desgasta as fibras que compõe o colmo do bambu. Como pode ser observado na figura seguinte.

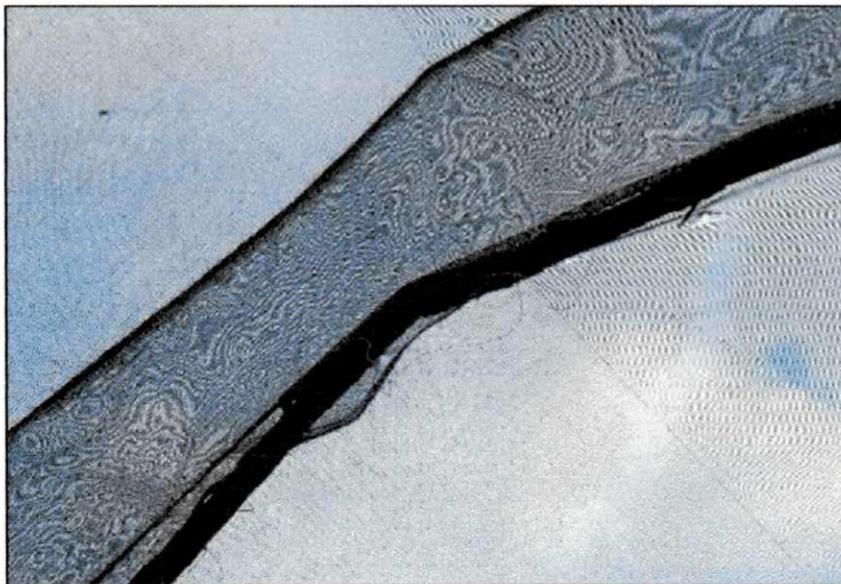


Figura 62 – Colmo de bambu com quebra provocada pelo uso do arame

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Uma solução para esse problema seria fazer as amarrações com as ligas de borracha para evitar a quebra dos colmos. Outro problema encontrado foi o desgaste e ressecamento das ligas de borracha. A figura seguinte ilustra esse problema.

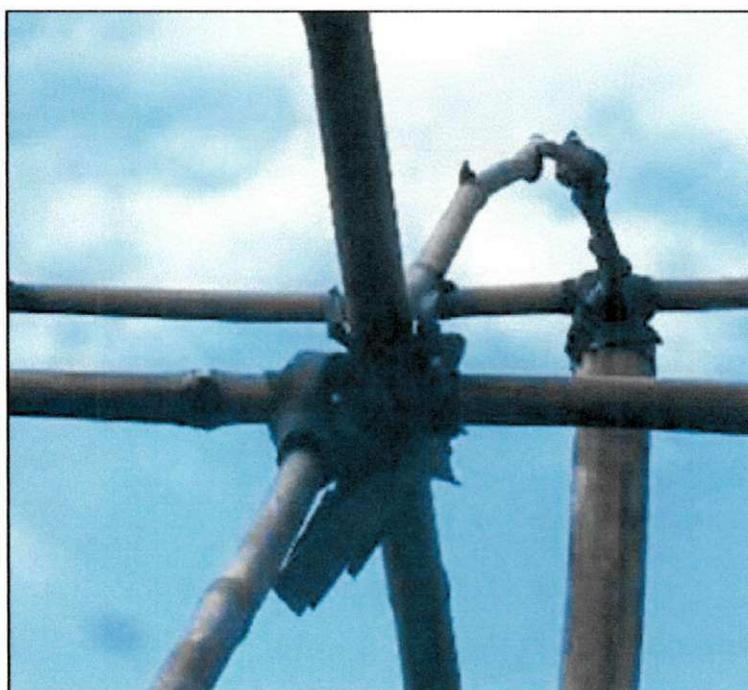


Figura 63 – Desgaste das ligas de borracha

Fonte: PEREIRA NETO, J. S. (2012)

Possivelmente corrigindo esses pequenos problemas ocasionados no decorrer do tempo, ou seja, fazendo-se pequenos trabalhos de manutenção, a durabilidade da casa de vegetação desenvolvida neste trabalho poderá chegar a 1 ano, e dessa forma seria economicamente viável sua aquisição, levando em consideração todos os parâmetros da análise da viabilidade da edificação.

5. CONCLUSÕES

Com relação aos valores médios de temperatura e de umidade do ar não houve diferenças significativas entre os dois ambientes estudados. Com relação aos valores médios de velocidade do vento pode-se constatar que a velocidade do vento dentro da casa de vegetação é significativamente menor.

Apesar de não ter medido a radiação no trabalho de pesquisa, acredita-se que a radiação foi uma das variáveis climáticas que mais influenciou o desenvolvimento da alface no interior da edificação.

Nas variáveis agronômicas, concluiu-se que, com exceção do tamanho de raiz, houve diferenças significativas em todas as variáveis biométricas estudadas, podendo-se afirmar que houve sensível melhoria na cultura da alface, quando produzida dentro da casa de vegetação rústica. Esse melhor desempenho provavelmente ocorreu pela redução da radiação direta oferecida pela cobertura de sombrite a 50% e pela diminuição da incidência de vento forte nas plantas.

Acredita-se que a casa de vegetação rústica é indicada para época de verão, pois em situações de ambiente quente a edificação diminui a radiação direta nas plantas, pelo uso do sombrite e pela altura da cumieira, e a desidratação pela ação do vento. Em época de clima frio onde a radiação é menor, a casa de vegetação poderá diminuir ainda mais a radiação incidente do Sol, contribuindo com o menor fornecimento de energia solar para plantas, apesar de ajudar na ação direta da chuva.

A casa de vegetação rústica é viável economicamente, quando for possível usar grande parte dos materiais disponíveis na propriedade do agricultor e também utilizando mão-de-obra familiar. Deve-se usar todos os conhecimentos possíveis de uso e conservação dos materiais utilizados na construção da casa de vegetação rústica. É importante que o horticultor cultive culturas de maior densidade populacional e de maior valor agregado no mercado para que ele possa pagar o investimento feito e ainda possa ter um bom lucro.

6. REFERÊNCIAS

ALPI, A.; TOGNONI, F. **El cultivo en invernadero**. Lisboa: Presença, 1984. 196p.

BEJAN, A. **Transferência de Calor**. São Paulo, 1996. Brasil: Edgard Blücher, 540 p.

BERALDO, A. L.; AZZINI, A. **Bambu: Características e aplicações**. Guaíba: Livraria Editora Agropecuária, 2004. 180p.

BELTRÃO, N. de M.; FIDELIS FILHOS, J.; FIGUEIRÊDO, I. C. de M.; **Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola**. Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande, v.6, n.3, p.547-552, 2002.

BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M.; STEFANEL, V.; ANDRIOLO, J. L.; MEDEIROS, S. L. P. **Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.1, n.1, p.43-49, 1993.

BRITO, A. A. A. **Casa de Vegetação com Diferentes Coberturas: desempenho em Condições de Verão**. Viçosa-MG: UFV, 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **I – Levantamento Exploratório. Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. II – Interpretação para uso Agrícola dos Solos do Estado da Paraíba**. M.A./CONTAB/USAID/BRASIL. (Boletim DPFF.EPE-MA, 15 - Pedologia, 8). Rio de Janeiro. 1972. 683p.

CAEIRO, J. G. B. de M.; **Construção em Bambu**. Lisboa-Portugal: FAUTL. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Arquitetura, 2010.

CAMACHO, M. J., ASSIS, F. N. de., MARTINS, S. R., MENDEZ, M. E. G. **Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.3, p.19-24, 1995.

CASSILHAS, A. M. **Determinação da eficácia luminosa natural e da variação das condições de exposição de superfícies transparentes à luz.** Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, PIBIC, CNPq, 2000, 48p. (Relatório final)

COSTA, E. C. **Arquitetura ecológica. Condicionamento térmico natural.** São Paulo: Edgard Blücher, 1982, 264p.

DANTAS, F. F. **Estudo do termossifão em galpões para frangos de corte com cobertura de telhas cerâmicas e de cimento-amianto.** Viçosa-MG: UFV, 1995. 62p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R.; BERLATO, M. A.; OLIVEIRA, A. C. B. **Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.1, n.1, p.51-62, 1993.

FARIA JUNIOR, M. J. de A. **Avaliação de diferentes arquiteturas de estufas, coberturas do solo com filme plástico, em híbridos de Pimentão (*Capsicum annum* L.).** Jaboticabal, 1997, 102p. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista/UNESP.

FELIPPE, G. M. Desenvolvimento. In: FERRI, M. G. (coord.). **Fisiologia Vegetal.** São Paulo: EPU; EDUSP, 1986. v.2, p.01-37 .

FREIRE, W. J.; BERALDO, A. L. **Tecnologias e materiais alternativos de construção.** Campinas: Ed. da UNICAMP, 2003. 319 p.

HERTER, F. G.; REISSER JUNIOR, C. **Balanço térmico em estufas plásticas, RS.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.5, n.1, p.60, 1987.

INCROPERA, F. P. e DEWITT, D. P., **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa.** 4. ed. Rio de Janeiro, Brasil: LTC, 1998. 494 p.

JIE, H., KONG, L. S. **Growth and photosynthetic responses of three aeroponically grown Lettuce cultivars (*Lactuca sativa* L.) to different rootzone temperatures and growth irradiances under tropical aerial conditions.** Journal of Horticultural Science and Biotechnology, v.73, n. 2, p. 173-180, 1998.

KENDRICK, R.E.; FRANKLAND, B. **Fitocromo e crescimento vegetal.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1981. 76p. Larcher, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RIMA. 2000. 531p.

KIMBALL, B. A., **Simulation of the Energy Balance of a Greenhouse.** Phoenix, EUA: U. S. Water Conservation Laboratory, 1972. 19 p.

LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura.** Porto Alegre - RS: PW, 1997. 192 p.

LEAL, M. A. de A.; CAETANO, L. C. S.; FERREIRA, J. M. **Estufa de baixo custo: modelo PESAGRO-RIO.** 2. ed. Niterói: PESAGRO-RIO, 2006. 30 p. (PESAGRO-RIO. Informe Técnico, 33).

LOPÉZ, O. H. - **“Bambu, su Cultivo y Aplicaciones en Fabricación de Papel, Construcción, Arquitectura, Ingeniería, Artesanía”**, Estudios Tecnicos Colombianos Ltda, Cali, Colombia, 1974.

MARTINS, G. **Uso de casa-de-vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão.** Jaboticabal, 1992, 65p. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista/UNESP.

NAGAI, H. Alface. In: FAHL, I. L., CAMARGO, M. B. P., PIZZINATTO, J. L., BETTI, J. A., MELO, A. M. T., FURLANI, A. M. C. (Eds). **Instruções Agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6 ed. Campinas-SP: Instituto Agronômico de Campinas, 1998. p.173-174.

OLIVEIRA, M. R. V. de. **O emprego de casas de vegetação no Brasil: Vantagens e Desvantagens**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.30, n 8, p.1049-60, 1995.

OLIVEIRA, M. R. V. de.; FERREIRA, D. N. M.; MIRANDA, R. G.; MESQUITA, H. R. **Estufas, sua importância e ocorrência de pragas**. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1992. p.7. (EMBRAPA-CENARGEN. Comunicado Técnico, 11).

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425p

ORNSTEIN, S. W., ROMERÓ, M. **Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel; EDUSP, 1992.223p.

PAES, J. B.; OLIVEIRA, A. K. F.; OLIVEIRA, E.; LIMA, C. R.. **Caracterização físico-mecânica do laminado colado de bambu (*Dendrocalamus giganteus*)**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 41 - 51, 2009.

PAIVA, M.C. **Produção de hortaliças em ambiente protegido**. Mato Grosso: SEBRAE, 1998. 78p.

PANDURO, A. M. R. **Análise do comportamento da alface (*Lactuca sativa L.*) sob diferentes condições de iluminação**. Piracicaba-SP: ESALQ; USP, 1986, 129p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, 1986.

PEREIRA, M. A. D. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru: Canal 6, 2007. 235 p.

REICHARDT, K. A água: absorção e translocação. In: FERRI, M. G. (coord.). **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU; EDUSP, 1979. v.1, p. 3 -24.

REIS, N. V. B. **Construção de estufas para produção de hortaliças nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste**. Circular Técnico 38 - ISSN 1415-3033. Brasília – DF. EMPRAPA Hortaliças, 2005.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima. Acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre-RS: D. C. Luzzatto Editores, 1985. 240 p.

RODRIGUES, J. L. M. T. C. **Projeto, construção e teste de casa de vegetação para a produção de alface na Região de Viçosa-MG**. Viçosa-MG: UFV, 1997. 59p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

SANTANA, C. V. da S.; ALMEIDA, A. C. de; TURCO, S. H. N. **Produção de Alface Roxa em Ambientes Sombreados na Região do Submédio São Francisco – BA**. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil). v.4, n.3, p. 01 06-julho/setembro de 2009.

SILVA, J. C. B. V.; LIMA, N. de; OLIVEIRA, V. M. de. **Estufa Ecológica uso do Bambu em Bioconstruções**. Curitiba: CPRA, 2011. 32 p.

SCHNEIDER, P. S. e VIELMO, H. A.. **Desenvolvimento de Mecanismos Visando o Controle Térmico do Ambiente Interno de Estufas Para Plasticultura**. Relatório FAPERGS- SEBRAE, Porto Alegre-RS, 2000.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura, a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. Porto Alegre-RS: Plasticultura Gaúcha, 1997. 297p.

TIBIRIÇÁ, A. C. G. **Janelas: análise sistêmica para desempenho ambiental**. Florianópolis-SC: UFSC, 1997. 2 v. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

VAZQUEZ, M. S. V. **Estudo comparativo da morfogênese foliar em seis cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.)**. Piracicaba-SP: ESALQ; USP, 1986, 129p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, 1986.

VIANELLO, R. L., ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa; Imprensa Universitária, 1991. 449p.

VILLELE, O. **Le contexte climatique et culturel de la serre. 1 - La serre, agent de modification du climat**. In: L'INRA ET LES CULTURES SOUS SERRE. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1983. p.21-7.

WHATLEY, J. M., WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: EPU/EDUSP, 103p. 1982.

WIEN, H. C. Lettuce. In: WIEN, H. C. **The physiology of vegetable crops**. Nova Iorque: Cab International, 1997.