

DESENVOLVIMENTO E FABRICAÇÃO DE UMA ESTUFA MODULAR EM BAMBU (PHYLLOSTACHYS AUREA)

Wellington Bazarim Verissimo

Felipe Frizon

Universidade Tecnológica Federal Do Paraná - Via do Conhecimento, s/n - KM 01 - Fraron, Pato Branco /PR
wellington_7@outlook.com; frizon@alunos.utfpr.edu.br

Pedro Franchi Ruiz

Fabiano Ostapiv

Bruno Bellini Medeiros

Universidade Tecnológica Federal Do Paraná - Via do Conhecimento, s/n - KM 01 - Fraron, Pato Branco /PR
pedro_franchi@yahoo.com; fabianoostapiv@utfpr.edu.br; brunomedeiros@utfpr.edu.br

Resumo. Em busca de novas alternativas aos materiais de fontes não renováveis, o bambu pode substituir as tecnologias convencionais, por agregar diversas vantagens como o baixo custo, vasta disponibilidade no território nacional, alta resistência à tração, boa resistência à compressão, leveza, entre outros motivos. O presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento e fabricação de uma estufa modular em bambu da espécie *Phyllostachys Aurea*. Essa estrutura tem como finalidade a utilização em canteiros e hortas domésticas visando um controle climático e de pragas, descartando assim a utilização de agrotóxicos.

Palavras chave: Bambu. Estufa. Sustentabilidade. Polímero. Fabricação.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o cultivo de alimento orgânico em hortas domésticas vem sendo uma alternativa ao consumo de produtos cultivados à base de agrotóxicos e ao alto preço dos produtos orgânicos comerciais. Visando driblar as adversidades climáticas e criar um ambiente propício à agricultura orgânica, as estufas se apresentam como uma considerável solução. Hoje há no mercado vários materiais utilizados para fabricação dessas estruturas, porém demandam alto custo e matéria prima não renovável como os polímeros (PVC - Cloreto de Polivinila) e os materiais metálicos.

Repensando o uso de materiais na construção para torná-la mais sustentável do ponto de vista ambiental, o bambu aparece como uma proposta eficaz. Isso pois ele é um material com excelentes propriedades mecânicas ao mesmo tempo que não é poluente, não requer grande consumo de energia em seu processo de preparo, sua fonte é renovável e de baixo custo.

Mesmo possuindo diversos pontos positivos, o bambu ainda é um material sem muito valor econômico em nossa sociedade por ser uma matéria prima que não possui uma cadeia produtiva consolidada. A falta de conhecimento técnico para aplicação do bambu como elemento estrutural limita os benefícios apresentados por esse material. Visando mitigar esse problema, a proposta do presente trabalho consistiu em desenvolver o processo construtivo de uma estufa em bambu do tipo túnel baixo, de pequenas dimensões para aplicação no cultivo protegido em hortas e pequenos canteiros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O bambu é uma planta pertencente à Família das Gramíneas, *Gramineae* ou *Poaceae*. Ele é representante da subfamília *Bambusoideae* que é dividida em duas tribos: a primeira é a *Bambuseae*, também conhecida como lenhosos por apresentarem espécimes de maior porte; a segunda é a *Olyrae* com espécimes de menor porte, os quais são chamados de herbáceos (BERALDO; PEREIRA, 2016).

Segundo Beraldo (2016) o bambu é o recurso natural que se renova em menor intervalo de tempo, não havendo nenhuma outra espécie florestal que possua maior velocidade de crescimento e de aproveitamento por área, conferindo assim ao bambu um tempo médio de 3 a 6 meses para um broto atingir sua altura máxima.

A forma cônica apresentada pelo bambu é devido a inexistência de crescimento radial, ou seja, o colmo já surge com seu diâmetro máximo e vai diminuindo até a extremidade final da planta.

Em sua anatomia o bambu é constituído por: colmo, folhas, ramificações, rizoma e raiz. Os colmos são formados por entrenós ocultos separados transversalmente por diafragmas, conferindo assim rigidez e resistência à planta.

Segundo Andriolo (1999), as culturas no sistema protegido tornaram-se comuns dentro do ramo da horticultura, onde as plantas necessitam de um cuidado maior e os consumidores optam por hortaliças frescas ao longo de todos os períodos do ano. Contudo, de acordo com Purquerio & Tivelli (2010) o clima é um dos principais fatores que influenciam a produção de hortaliças. No verão, as chuvas demasiadas danificam as plantas e criam condições favoráveis para o aparecimento de doenças. Por outro lado, o frio e os ventos do inverno acabam prolongando o ciclo dessas culturas.

Ao utilizar estufas agrícolas obtém-se um controle parcial das condições climáticas intemperismo como: temperatura, umidade do ar, radiação, solo, vento e composição atmosférica. Com isso, segundo Cermeño (1990) o cultivo em ambiente protegido apresenta vantagens quantitativas e qualitativas comparado ao cultivo em campo aberto, uma vez que a produtividade no primeiro sistema pode ser de 2 a 3 vezes maior. Esse sistema também possui qualidade superior nas plantas cultivadas e permite a realização de cultivos em épocas que normalmente não seriam escolhidas para a produção ao ar livre

Lonax (2018) define que as estufas podem ser divididas nos modelos apresentados a seguir e na Figura 1:

- **Arco Tubo:** Trata-se de um modelo simples e econômico onde se utiliza tubos de PVC em formato de arco. É indicada para culturas baixas, como morango e alface.
- **Arco Treliçado:** Por apresentar um maior espaçamento interno e alta resistência ao vento, essas estufas são indicadas para o cultivo de hortifrutigranjeiros, tais como tomate e pimentão. A estrutura é geralmente produzida com material metálico e seus arcos são formados por treliças, aumentando assim a resistência global da estufa.
- **Arco dente de serra:** Visando o aumento da ventilação interna, essa estufa apresenta aberturas superiores reguláveis por meio de janelas, reduzindo assim a temperatura.
- **Capela:** Recebe esse nome por assemelhar-se a construção de uma igreja. A estrutura é indicada para regiões com contraste térmico, pois inibe que a água condensada na lona caia sobre as plantas.
- **Londrina:** Geralmente utilizada no cultivo de uva, esse tipo de estufa apresenta cobertura com leve inclinação para o escoamento de água.

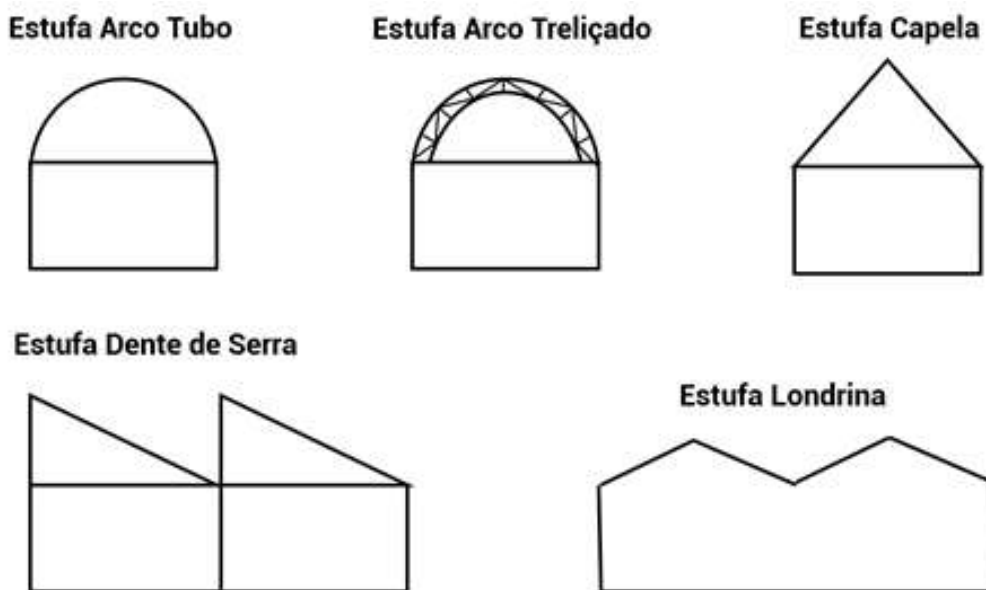


Figura 1 - Modelos de estufa quanto ao seu tipo estrutural (Os Autores, 2020)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O fluxograma descrito na Figura 2 apresenta a sequência de processos realizados para a fabricação da estufa em bambu. Iniciou-se o estudo com a análise de uma literatura base a fim de conhecer os diferentes tipos de geometrias existentes para o cultivo de hortaliças. Assim optou-se por uma geometria do tipo capela conforme Figura 1, pois segundo Purquerio & Tivelli (2010) esse tipo de estrutura é de fácil montagem, alta retenção de luz solar e reduz acúmulo de resíduos na cobertura.

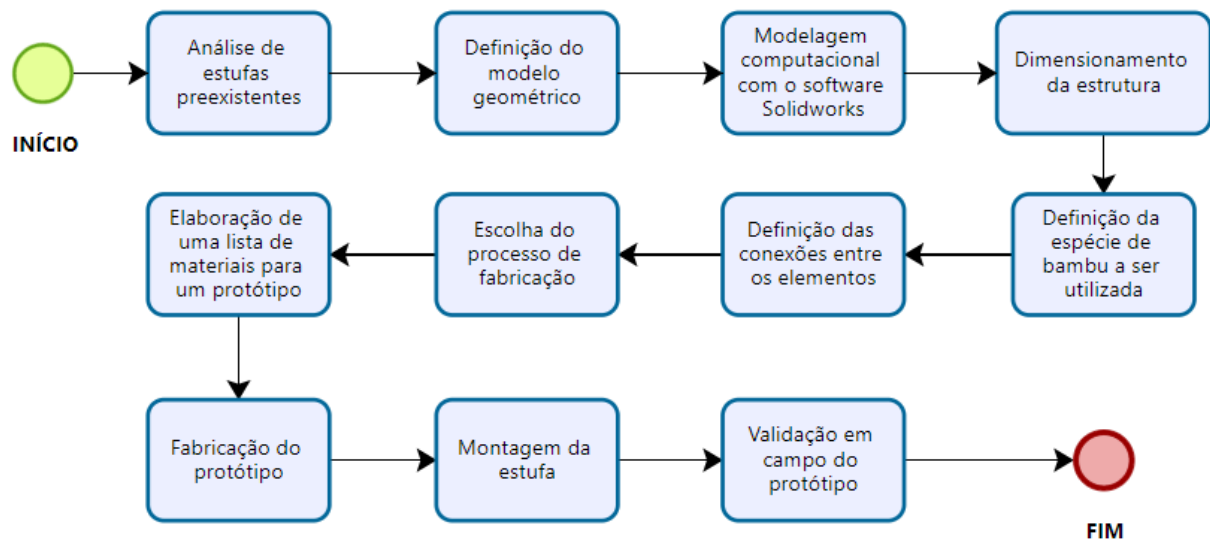


Figura 2 - Fluxograma do processo de fabricação de uma estufa modular constituída de bambu (Os Autores, 2021)

Definido o modelo da geometria como capela, foi criada uma modelagem computacional com o auxílio do software *Solidworks 2018* os tubos de bambu são representados na cor verde e as conexões em PVC na cor marrom. Essa etapa foi realizada com o intuito de facilitar o processo de montagem e o dimensionamento dos componentes a serem fabricados durante o processo construtivo. A representação esquemática da modelagem em uma vista isométrica é representada na Figura 3.



Figura 3 - Vista isométrica da estufa em modelagem computacional (Os Autores, 2020)

Após a modelagem com as possíveis dimensões foram geradas as vistas ortogonais da estrutura conforme a Figura 4. As dimensões de altura e ângulo da cobertura foram escolhidas para que seja possível a movimentação de utensílios de jardinagem na manutenção das cultivares, garantindo também uma boa ergonomia ao indivíduo. As dimensões de largura e comprimento foram escolhidas visando o cultivo de diferentes hortaliças em várias configurações de espaçamento entre plantas.

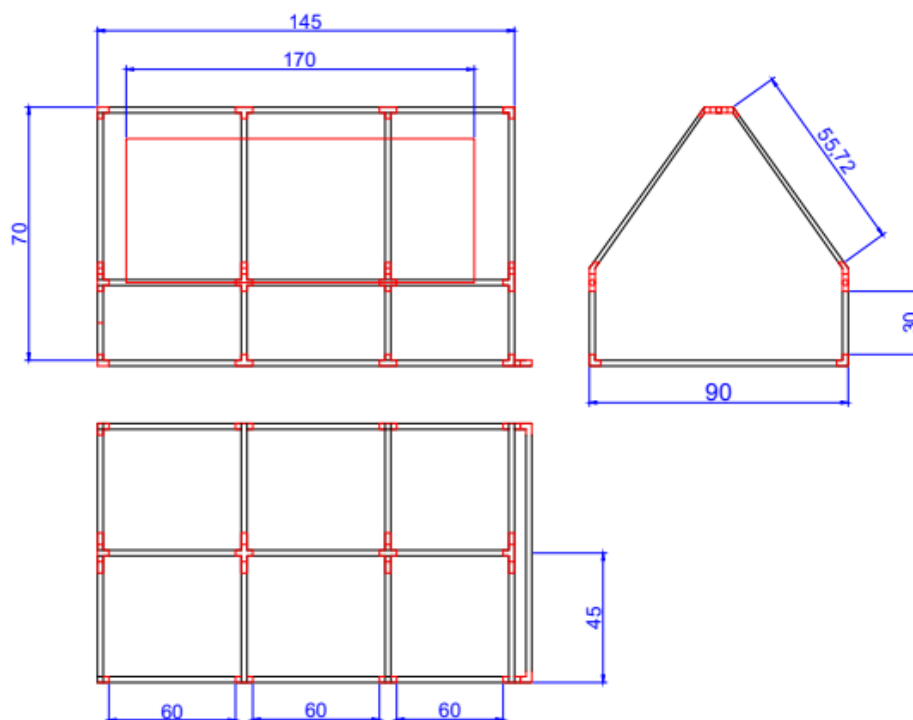


Figura 4 - Vistas ortogonais da estufa em bambu (Os Autores, 2020)

Para determinação da espécie a ser utilizada foi selecionado o Bambu Cana da Índia (*Phyllostachys aurea*). Esse bambu foi pensado por ser uma espécie que possui uma vasta disponibilidade em território nacional, boa resistência mecânica, suporta tratamento superficial contra pragas e intemperismo, além de possuir baixa produção de resíduos durante o processo e principalmente pois atende o diâmetro requerido pelos elementos de conexão (OSTAPIV, 2019).

Com a definição do diâmetro dos tubos de bambu em aproximadamente 25 mm, foram escolhidas então às conexões em PVC de $\frac{3}{4}$ polegadas como elemento de união entre os tubos. Essa escolha foi pensada visando a facilidade de manuseio e baixo custo se comparado com os demais materiais de conexão. O esquema de junção com conexões em PVC é demonstrado na Figura 5.

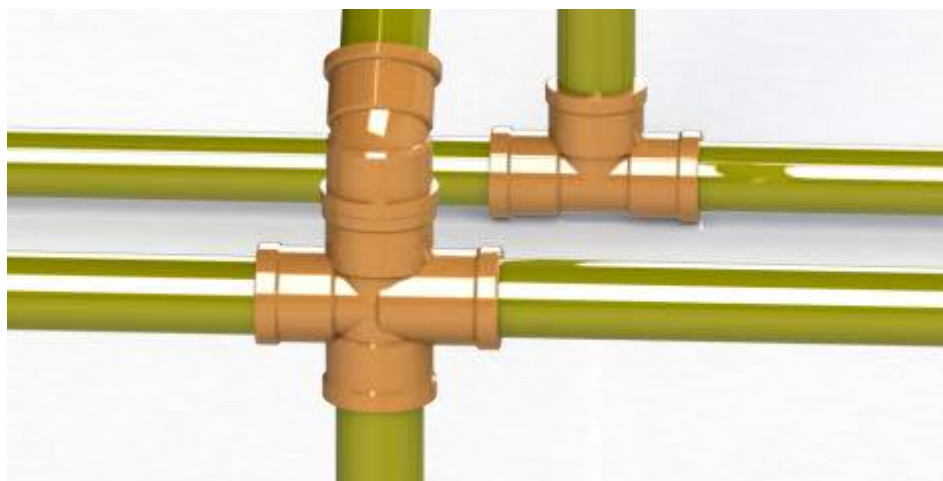


Figura 5 - Representação esquemática das conexões entre os elementos de bambu (Os Autores, 2020)

A fim estimar o custo do protótipo, foi realizado um orçamento contendo: as conexões de PVC, as varas de bambu nº 2, as cupilhas de travamento, o sombrite 50%, o filme plástico de 100 microns (difusor) e velcro para o fechamento da estufa. A quantidade de cada elemento utilizado na fabricação é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Relação de materiais utilizados na fabricação da estufa e sua respectiva quantidade (Os Autores, 2020)

Materiais	Quantidade
Bambu cana da Índia tratado n°2 [m]	20
Cotovelo 90° 3/4 [und]	4
Tee 3/4 [und]	14
Cruzeta 3/4 [und]	6
Cotovelo 45° 3/4 [und]	16
Filme plástico [m²]	5
Sombrite 70% [m²]	2
Tubo de PVC 3/4 [m]	8
Contra pino 1/8 x 1 1/2 [und]	50
Velcro [m]	7

Com a escolha das dimensões da geometria, a espécie de bambu e as conexões, foi então definido o processo de fabricação a ser utilizado. Devido a falta de base de dados na aplicação desta tecnologia foi criado um processo de fabricação artesanal, com auxílio de ferramentas elétricas e manuais. Esse processo iniciou com a colheita dos bambus selecionando-os com um comprimento de aproximadamente 4 metros. Após essa etapa foi realizado o corte utilizando uma serra de arco, este procedimento foi realizado na lua minguante, pois nessa fase há um menor fluxo de seiva na planta.

Após o corte foi necessário que o bambu ficasse estocado durante 3 meses para a secagem das varas, em seguida foi aplicado o tratamento superficial com a utilização de fogo através um maçarico para aquecer as peças e assim eliminar a seiva por exsudação, diminuindo o ataque de pragas como caruncho e cupim.

Em seguida com as medidas pré estabelecidas conforme Figura 4 as varas de bambu foram cortadas no comprimento correto com auxílio de uma serra de arco. Com uma furadeira elétrica e broca 4 mm foram executados os furos passantes entre as conexões e os tubos de bambu conforme a indicação vermelha da Figura 6, onde é demonstrado o posicionamento do furo entre as peças e a fixação do contra pino (cupilha) de $\frac{1}{8} \times 1 \frac{1}{2}$ polegadas. A indicação verde demonstra a soldagem das conexões PVC através da utilização de adesivo plástico PVC a qual garantirá alinhamento entre as partes.

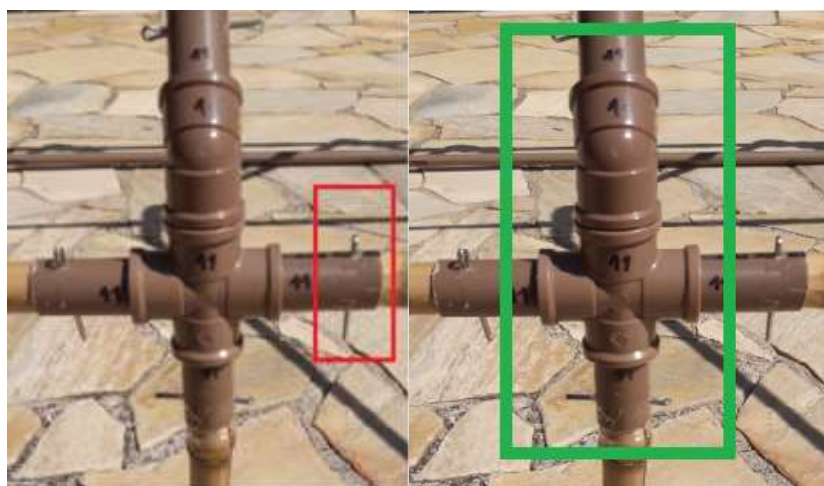


Figura 6 - Conexões entre os elementos de bambu (Os Autores, 2020)

Após a soldagem de todas as peças foi realizado a montagem da estrutura conforme indica a Figura 7 (Esquerda), estando todas as peças posicionadas, foram então travadas utilizando os contra pinos (cupilhas) de modo que esses fiquem voltados para o interior da estufa, evitando assim danos por perfurações no filme plástico. Com o “esqueleto” montado foram retiradas as medidas das superfícies para confecção da cobertura, sendo a parte inferior feita utilizando

sombrite 50% para permitir o fluxo de ar e as demais áreas em filme plástico transparente para permitir a entrada de luz solar. Utilizando uma parte do conceito das estufas arco dente de serra foram inseridas janelas nas laterais da estufa, essas aberturas possuem fechamento através de velcro, possibilitando regular a entrada de ar e consequentemente a temperatura no interior. Além de permitir o controle do ar as janelas possibilitam o manejo das culturas dentro da estufa, a Figura 7 (Direita) demonstra as aberturas comentadas.



Figura 7 - Estrutura da estufa após a montagem e travamento (Os Autores, 2020)

Para melhor entendimento de montagem da estufa modular desenvolveu-se um manual de instruções com a finalidade de facilitar a montagem entre as peças e a localização dos elementos. Na Tabela 2 estão demonstradas as siglas dos itens e a descrição dos materiais utilizados e suas respectivas quantidades.

Tabela 2. Relação de itens e descrição dos materiais utilizados na fabricação da estufa e sua respectiva quantidade (Os Autores, 2020)

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
BH	BAMBU HORIZONTAL 60 CM	9
BP	BAMBU PILAR 30 CM	8
BA	BAMBU ARCO 70 CM	8
CL	CRUZETA LATERAL	4
CT	CRUZETA DO TELHADO	2
TLD	TEE LADO DIREITO	2
TLE	TEE LADO ESQUERDO	2
TT	TEE DO TELHADO	2
TB	TEE DA BASE	8
JO	JOELHO	4
UB	UNIÃO DA BASE	2
CB	CANO DA BASE PVC ¾"	10
CP	CUPILHA ¼" x 1"	50
CO	COBERTURA	1

Conforme a Tabela 2 e a Figura 8 é possível identificar os itens, assim iniciar o processo de montagem conforme a sequência abaixo:

1- Começa-se com a montagem pelo telhado conectando as cruzetas (CT) e os TEEs (TT) com os bambus (BH), travando-as nas furações com as cupilhas (CP);

Atenção: as cupilhas nunca devem tocar a lona com as pontas de abertura, sempre com a costas;

2- Utiliza-se a estrutura virada com o topo para baixo e conecta-se os bambus (BA) às cruzetas (CT) e os TEEs (TT) travando as furações com as cupilhas (CP);

OBS: utilizar a estrutura virada com o topo para baixo irá facilitar na continuação da montagem;

3- Vira-se a estrutura e conecta-se os bambus (BA) às cruzetas (CL) e os TEEs (TLD & TLC) interligados com os bambus (BH) travando as furações com as cupilhas (CP);

- 4- Conecta-se os bambus (BP) as cruzetas (CL) e os TEEs (TLD & TLC) travando as furações com as cupilhas (CP)
 - 5- Conecta-se os bambus (BP) e os canos de PVC (CB) aos TEEs (TB), conecta-se também os joelhos de 90° aos TEEs (TB) dos cantos para fazer o travamento da estufa. Com isso é necessário preencher o cano (CB) com areia através da abertura na união (UB) travando as furações com as cupilhas (CP);
 - 6- Coloca-se a cobertura (CO) sobre a estrutura e por último é feita a fixação através de velcros contidos no filme plástico;
- OBS: indica-se que a montagem da cobertura seja feita por duas pessoas para evitar rasgos na lona;

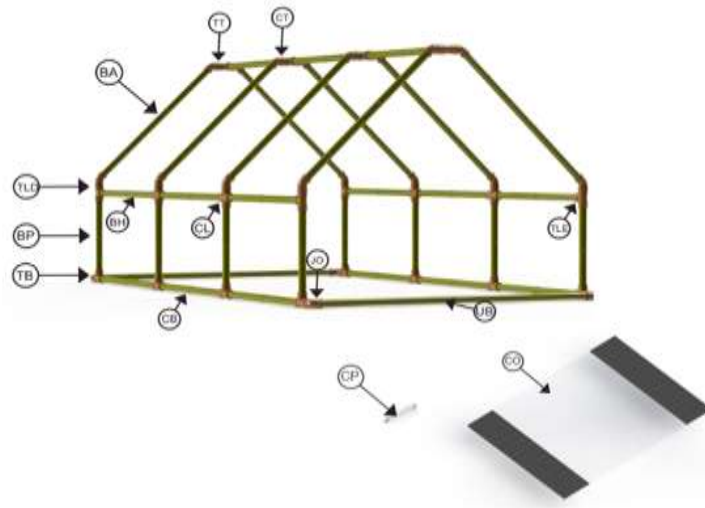


Figura 8 - Esquema indicativo de montagem da estufa (Os Autores, 2020)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a validação da estufa, ela foi levada a campo onde foram analisados os efeitos climáticos e a qualidade das cultivares plantadas em seu interior. Essas cultivares tratam-se de 40 mudas de alface americana (*Lactuca sativa L*) que apresentaram visualmente um ótimo crescimento conforme visto na Figura 9, baixo índice de ataque de pragas como insetos e lagartas, baixa perda de umidade do solo e alta maciez nas folhas.

Foi verificado em campo que a estrutura se manteve intacta mesmo em condições severas de intemperismo. Esse fato foi verificado ao submeter a estufa aos efeitos do ciclone bomba que atingiu o sul do Brasil em 2020, decorrente as velocidades atípicas que o vento atingiu se fez necessário a utilização de blocos de concreto para reforçar a fixação da estrutura ao solo, isso pois o peso proporcionado pela areia nos tubos da base não seria suficiente para suportar essa ação do vento.



Figura 9 - Aplicação em campo da estufa modular (Os Autores, 2020)

5. CONCLUSÕES

Concluimos que é possível a utilização do bambu *Phyllostachys Aurea* como matéria prima de baixo custo na fabricação de estufas modulares. Além de sua resistência a estufa provou sua funcionalidade como um controlador climático e inibidor de pragas, melhorando a qualidade das cultivares plantadas em seu interior. Portanto, comparando seu custo de fabricação e resíduos gerados com tecnologias convencionais, a utilização do bambu como elemento estrutural se demonstrou satisfatória.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco -PR por permitir o uso das instalações para desenvolvimento do projeto.

7. REFERÊNCIAS

- ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria, Editora UFSM, 1999. 141p
- BERALDO, A.L.; PEREIRA, M. A. R. **Bambu de corpo e alma**. Bauru – SP: Canal 6 Editora. 2016. 2ª edição. 352 p
- CERMEÑO, Z. S. **Estufas instalação e manejo**. Lisboa: Litexa. 1990. 355p
- LONAX. **Tipos de estufas para cultivo protegido**. 2018. Disponível em: <https://lonax.com.br/estufa-agricola-para-cultivo-protegido/>. Acesso em: 06 out. 2020.
- OSTAPIV, F. Os principais bambus no Brasil. Capítulo de: Bambu – Caminhos para o desenvolvimento sustentável no Brasil. 1ª ed., pág.13-28, Virtuhab, UFSC, Florianópolis, SC, 2019.
- PURQUERIO, L.F.V.; TIVELLI, S.W. **Manejo do ambiente em Cultivo Protegido**. Piracicaba – SP: IAC, Instituto Agrônomo de Campinas. 2010.

8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

DEVELOPMENT AND MANUFACTURE OF A MODULAR GREENHOUSE IN BAMBOO (PHYLLOSTACHYS AUREA)

Wellington Bazarim Verissimo

Felipe Frizon

Universidade Tecnológica Federal Do Paraná - Via do Conhecimento, s/n - KM 01 - Fraron, Pato Branco /PR
wellington_7@outlook.com; frizon@alunos.utfpr.edu.br

Pedro Franchi Ruiz

Fabiano Ostapiv

Bruno Bellini Medeiros

Universidade Tecnológica Federal Do Paraná - Via do Conhecimento, s/n - KM 01 - Fraron, Pato Branco /PR
pedro_franchi@yahoo.com; fabianoostapiv@utfpr.edu.br; brunomedeiros@utfpr.edu.br

Abstract. Looking for new alternatives to materials from non-renewable sources, bamboo can replace conventional technologies, by adding several advantages such as low cost, wide availability in Brazil, high tensile strength, good compressive strength and lightness, among other reasons. The present work aims to present the development and manufacture of a modular bamboo greenhouse of the *Phyllostachys Aurea* species. This structure is intended to be used in flower beds and domestic vegetable gardens to control climate and pests, thus eliminating the use of pesticides.

Keywords: Bamboo, Stove, Sustainability, Polymer, Manufacturing

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.