

MANUAL DE CONSTRUÇÃO DE UMA ESTUFA EXPERIMENTAL DE BAMBU



Fabiano Ostapiv
Gabriel Gouranga Ostapiv
Lucas de Krishna Ostapiv

VIRTUHAB
UFSC / UTFPR

2020

MANUAL DE CONSTRUÇÃO DE UMA ESTUFA EXPERIMENTAL DE BAMBU

Fabiano Ostapiv -

Prof. Dr. Eng. Mecânica - fabianoostapiv@utfpr.edu.br

Gabriel Gouranga Ostapiv

Eng. Mecânico - gabrielostapiv@gmail.com

Lucas de Krishna Ostapiv

Acadêmico de Eng. Civil, UTFPR-PB - lucasostapiv@alunos.utfpr.edu.br

Ostapiv, F., Ostapiv, G., Ostapiv, L.K., “Manual de construção de uma estufa experimental de bambu” Grupo de pesquisa Virtuhab, UFSC, 19 pág., 2020.

RESUMO

O Manual de Construção de uma Estufa Experimental de Bambu, tem como objetivo mostrar, através de imagens e explicações, os principais passos construtivos necessários para a execução de uma estufa de bambu e algumas técnicas construtivas usadas para trabalhar com este material construtivo alternativo. Na estrutura da estufa foram usados colmos de *Dendrocalamus asper* o bambu gigante e de *Phyllostachys aurea* a cana da Índia. No revestimento da estufa de 42 m², usou-se filme plástico translúcido adequado para esta finalidade. Havendo bambu disponível a estufa torna-se barata e de rápida execução mas exige mão de obra especializada, devido às particularidades construtivas exigidas no trabalho com o bambu. Por ser um trabalho experimental algumas das soluções construtivas usadas não são as mais adequadas e podem ser modificadas, melhoradas ou substituídas, como indicado no texto.

PALAVRAS-CHAVE: Arquitetura Sustentável. Construção de Bambu. Estufa para Cultivo.

INTRODUÇÃO

Este manual foi desenvolvido em parceria com o grupo de pesquisa VIRTUHAB da UFSC, a partir dos trabalhos da empresa PATOBAMBOO, empresa incubada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná do campus Pato Branco e formada por acadêmicos dos cursos de engenharia mecânica e civil.

A estufa apresentada neste manual foi desenvolvida e construída no início de 2020, no município de Itapejara do Oeste - PR, para a *Luese Óleos Essenciais*, empresa que também teve sua origem nos programas incubatórios da UTFPR-PB.



Figura 1: Estudantes e professores da UTFPR-PB no início da obra e peças de bambu.

A realização da estufa experimental apresentada neste manual faz parte de um estudo que tem como objetivo desenvolver, avaliar e validar o produto estufa de bambu e testar algumas técnicas construtivas, usando como matéria-prima o bambu gigante e a cana da Índia. Por ser um trabalho experimental, algumas soluções mostradas neste manual já foram modificadas. Por exemplo, foram desenvolvidas soluções alternativas para eliminar as ripas de bambu dobradas no fogo, usadas nas laterais do telhado da estufa.

Estufas agrícolas

Estufa é um tipo de construção usada para abrigo de plantas. Normalmente tem estrutura leve, as paredes e a cobertura são feitas com material translúcido,

geralmente filmes plásticos, com a finalidade de receber e armazenar energia solar na forma de calor, criando um microclima diferenciado. Além disso, as estufas protegem as plantas por restringirem o acesso de insetos, moluscos e outros animais, funcionando como uma barreira efetiva.

Normalmente a estrutura das estufas é construída com materiais metálicos, existindo variações com o uso de tubos plásticos, madeira e concreto. O bambu como material construtivo é uma alternativa viável, barata e sustentável para a este tipo de obra. Na Figura 2 são mostrados desenhos simplificados da estufa modular construída com bambu gigante, *Dendrocalamus asper* e cana da índia, *Phyllostachys aurea*.

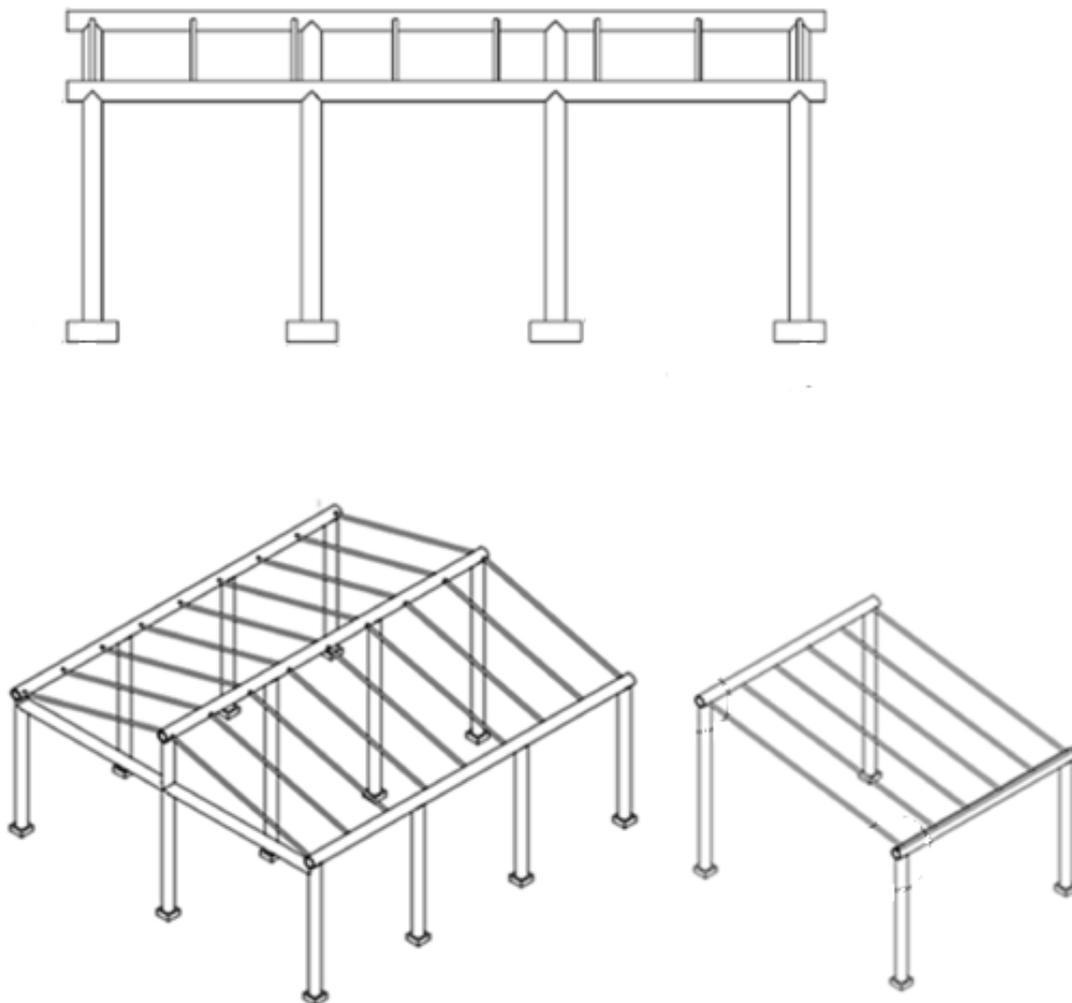


Figura 2: Desenhos da estufa usando tubos com as bases das colunas em concreto.

O bambu é um material alternativo, técnica e economicamente viável, que pode ser usado na construção de diferentes tipos de estufas agrícolas. Neste manual será mostrado o passo a passo construtivo de uma estufa experimental de bambu com 42 m² de área, 7 m de comprimento por 6 m de largura.

MATERIAIS UTILIZADOS

Para a construção da estufa experimental utilizaram-se duas espécies de bambu.

- *Dendrocalamus asper*, espécie entouceirante também conhecida no Brasil como bambu gigante ou bambu balde.
- *Phyllostachys aurea*, espécie alastrante também conhecida como cana-da-índia ou bambu de vara de pesca.

Os colmos de bambu gigante de uma touceira bem estabelecida podem atingir até 30 m de altura. Para o uso em estruturas, geralmente são aproveitados até uns 20 metros de comprimento do colmo. No entanto, os colmos maduros abatidos apresentam vários defeitos, especialmente tortuosidade. Assim muitos pedaços dos colmos precisam ser eliminados no processo de retirada das peças de bambu a serem utilizadas na estrutura.

Para racionalizar a etapa de corte das peças na mata, tendo em vista o produto final é necessário treinamento específico com mestres bambuzeiros experientes. Evidentemente é com a prática, estudo e espírito investigativo que vem a maestria.

Na Tabela 1 mostra que foram utilizados apenas quatro colmos de bambu gigante para construir a estrutura “pesada” da estufa, a parte útil dos colmos abatidos ficou em torno de 20 metros por colmo, fazendo um total de 80 metros lineares de bambu gigante. No caso da cana da índia, 5 metros por colmo, 150 metros no total.

Tabela 1: Espécies e número de colmos usados

Espécie de bambu	Quantidade de colmos	Diâmetro médio da base (cm)	Comprimento linear total (m)
<i>Dendrocalamus asper</i>	4	18	80
<i>Phyllostachys aurea</i>	30	5	150

Na Tabela 2 é descrita a quantidade e o comprimento das peças de bambu usadas na estrutura da estufa.

Tabela2: Tipos de peças de bambu usadas na estrutura da estufa com sobremedida para ajuste final.

Bambu gigante (<i>D. Asper</i>)		
Finalidade	Quantidade	Comprimento (m)
Colunas laterais	8	2,7
Colunas centrais	4	3,7
Vigas	3	6,5
Vistas (tesouras)	4	3,5
Travessas	2	3,2
Bambu cana da índia (<i>P. Aurea</i>)		
Finalidade	Quantidade	Comprimento (m)
Tesouras	20	3,5
Ripamento	8	5

Todas as peças de bambu gigante usadas na estrutura da estufa foram retiradas de apenas 4 colmos maduros de uma touceira adulta de *Dendrocalamus asper*. Foram usadas 30 varas de *Phyllostachys aurea*. O material estocado e pronto para ser usado é mostrado na Figura 3. Na Figura 4 são mostrados os detalhes da sujeira existente nos colmos e que precisa ser removida.



Figura 3: Segmentos de colmos de bambu gigante e cana da Índia usados na estufa.



Figura 4: Colmos sujos de bambu gigante e detalhe dos líquens sobre os colmos.

Na etapa de seleção dos colmos ainda na touceira ou no bambuzal é importante observar:

- A idade dos colmos. É preciso escolher colmos maduros que não sejam muito jovens ou muito velhos. A presença de líquens e sujeira, como mostrado na Figura 4, indica colmos maduros e adequados para serem usados na estrutura.
- Descartar os colmos que apresentem defeitos do tipo furos, anomalias, podridão, rachaduras, doenças e infestação de insetos.
- Verificar a linearidade dos colmos.
- Verificar o comprimento útil dos colmos.
- Verificar se não ocorre uma variação brusca do diâmetro do colmo ao longo do seu comprimento.

Como pode ser visto na Figura 5, em um bambuzal alastrante de cana da Índia apenas uma parcela pequena de colmos poderá ser utilizada na construção de estruturas como a cobertura de uma estufa, a maior parte dos colmos é inadequada para esta finalidade. Se o bambuzal não é manejado o número de colmos inadequados existentes tende a ser muito maior que em outro bambuzal no qual é feito o manejo.

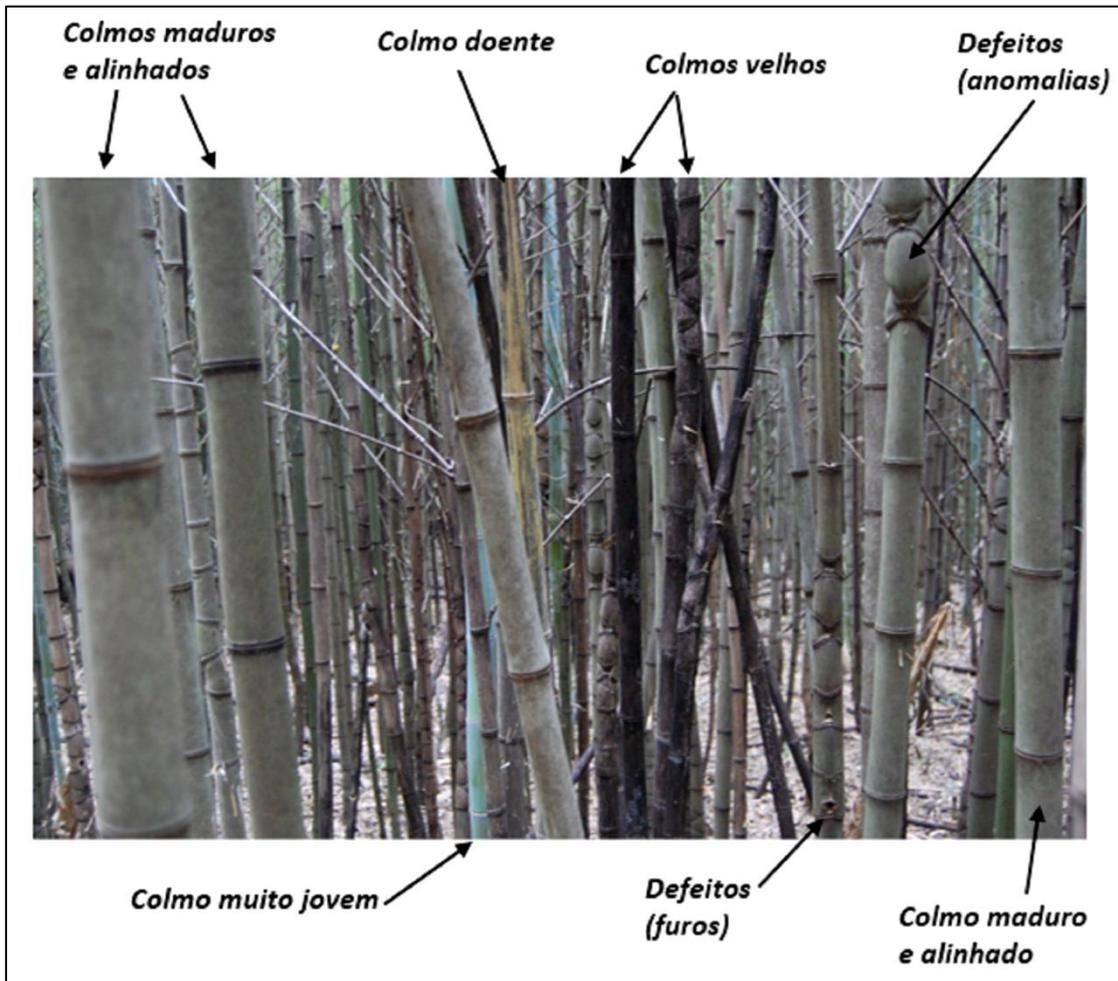


Figura 5: Interior de um bambuzal de cana da Índia não manejado, identificação e seleção de colmos.

PASSO A PASSO CONSTRUTIVO

Depois de colhidos, a limpeza é uma etapa fundamental. É mais simples e eficiente realizar a limpeza dos colmos antes de começar o tratamento ou uma construção. Na Figura 6 é mostrado o uso de uma escova de aço para remover a sujeira mais “grossa” da superfície externa dos colmos de bambu gigante, mostrada em detalhe na Figura 4.



Figura 6: Limpeza dos colmos de bambu gigante usando escova de aço.

Após a escovação os colmos podem ser feita a limpeza fina, lavando os colmos com água e sabão. Uma alternativa mais eficiente que dispensa a escovação dos colmos é o uso de máquinas de alta pressão, tipo lava a jato. Na Figura 7 são mostrados detalhes de colmos de bambu gigante, lavados e posteriormente envernizados.



Figura 7: Colmos de bambu gigante escovados, lavados e envernizados.

Os colmos de bambu usados na estufa experimental não estavam completamente secos, como mostra sua coloração verde. É recomendada a aplicação de verniz ou tinta com as peças de bambu secas, ou seja, com teor de umidade em torno de 15%. Esta condição é seguramente atingida quando os colmos perdem a cor verde e ficam amarelados.

Na Figura 8 são mostrados alguns resíduos, gerados após o corte das peças de bambu gigante no comprimento necessário para serem utilizados na estufa (destopamento). São mostradas também treliças metálicas encaixadas dentro das colunas de bambu, para isso é preciso retirar alguns diafragmas internos da base da peça.



Figura 8: Ponteiras dos colmos destopados e peças com treliça metálica para ser usada como colunas.

Para realizar o corte dos diafragmas da parte da base das peças de bambu que serão usadas como colunas e permitir a introdução das treliças metálicas, o ideal é usar uma ferramenta de corte apropriada como um formão para madeira com cabo longo. O uso de motosserras com sabre pequeno também é possível; neste caso, é preciso cuidado no momento de realizar o corte, pois cortes longitudinais inadequados podem induzir o aparecimento de trincas na peça de bambu, especialmente se o bambu ainda não estiver completamente seco.

Na Figura 9 é mostrado o corte do bambu usando motosserra. Para obter um acabamento razoável na peça, neste tipo de operação, é necessário girar a peça de bambu para finalizar o corte, caso contrário a saída da serra produzirá pequenas lascas na casca do colmo, deixando a região toda “arrepiciada”, prejudicando significativamente o acabamento da peça.



Figura 9: Corte de peças de bambu gigante usando motosserra e aplicação de preservante com pincel.

Na viga central da estufa, foram introduzidos os colmos de cana da Índia através de furos radiais. Na Figura 10 é mostrada a execução destes furos. Inicialmente é marcado o diâmetro do furo usando a peça de cana da Índia como referência. Com uma furadeira de mão são feitos vários furos sobre a marcação na viga.



Figura 10: Fazendo marcação e furos para encaixe de colmo de cana da Índia no bambu gigante.

Com um formão é executado, então, o furo maior que é finalizado com uma grosa tipo meia cana, como mostrado na Figura 11. Como as peças de cana da Índia apresentam uma grande variação no diâmetro, esta técnica de furação é mais adequada que o uso de serras tipo copo.



Figura 11: Usando formão e grosa para terminar e ajustar o furo e encaixe realizado.

Após a furação das vigas é importante marcar os peças macho e fêmea, como mostrado nas Figuras 11 e 12.



Figura 12: Marcação do furo 7 e pares de peças de cana da Índia para serem ajustadas na viga mestra.

Para melhorar o apoio e o contato entre as peças tubulares de bambu que se unem em direções ortogonais, como é o caso das vigas e colunas, é necessário fazer encaixes tipo “boca de peixe” no topo das colunas de bambu que passam a apoiar melhor as vigas do telhado. Na Figura 13 é mostrada uma maneira de fazer este tipo de encaixe usando furadeira, formão, serrote e grosa.



Figura 13: Furação e corte do encaixe tipo boca de peixe na ponta de uma peça de bambu gigante.

A posição dos encaixes boca de peixe nas colunas já define o alinhamento geral das colunas na estrutura, que deve ser feita da melhor forma possível. Este alinhamento inicial deve ser previamente definido com as peças de bambu no solo. Nesta etapa deve ser considerada a não linearidade de cada peça de bambu, tanto das colunas como das vigas.

Depois de finalizado o preparo das colunas elas são encaixadas nas pontas das treliças metálicas que já foram concretadas nas sapatas, como mostrado na Figura 14.



Figura 14: Colocação das primeiras colunas, fundação em concreto com esperas de treliças de aço.

Para concretar as colunas de bambu nas sapatas as mesmas precisam ser alinhadas e escoradas. Na Figura 15 é mostrado o uso de um esquadro metálico para fazer a conferência visual do prumo de uma coluna e colunas escoradas com ripas.

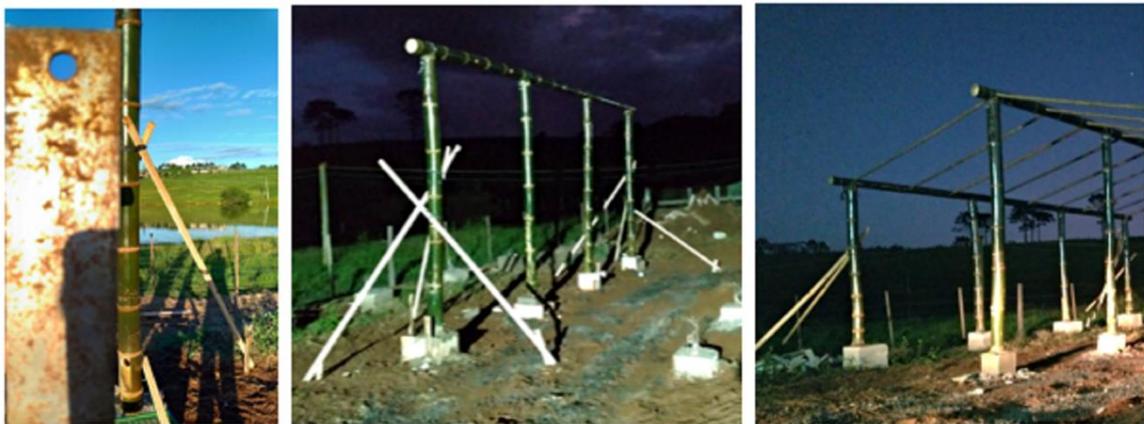


Figura 15: Alinhamento visual de coluna e escoramento de colunas de bambu para concretagem.

Como as peças de bambu são tubos segmentados, elas são muito mais leves que peças de madeira maciça com a mesma dimensão; assim, um trabalhador consegue movimentar com certa facilidade colunas de bambu de 20 cm de diâmetro e 4 m de comprimento, como mostrado na Figura 16.



Figura 16: Movimentação e manuseio das colunas de bambu por trabalhador.

A integridade do filme plástico da cobertura da estufa é importante, pois aumenta a durabilidade ou vida útil da estrutura. Por isso o cuidado com pontas e arestas cortantes que possam rasgar ou perfurar o plástico da cobertura durante a montagem, o manuseio ou sob a ação dos ventos.

As vigas são unidas e fixadas sobre as colunas por meio de arames e barras de aço roscada com porcas e arruelas. As barras metálicas são passadas pela coluna de bambu através de furos passantes, orientados paralelamente ao eixo da viga a ser suportada, ou seja, os furos devem ser feitos no ponto mais baixo do encaixe tipo boca de peixe, logo abaixo do primeiro diafragma, para que o bambu não rache.

Na amarração podemos usar cintas metálicas, cordas ou arames. É importante aplicar tensão suficiente nestes elementos de amarração para garantir o contato entre as peças, mas não muita, pois poderiam surgir trincas na coluna de bambu a partir dos furos, mesmo que este esteja depois do primeiro diafragma como o caso da Figura 17.

Na amarração com arame torcido, o número de voltas de arame no entorno das peças de bambu deve ser par. Deve haver o mesmo número de fios de um lado e do outro do ponto de torção, evitando, assim, o rompimento de fios de arame no momento de tensionamento.



Figura 17: Detalhe da boca de peixe e da amarração das peças usando barra roscada e arame de aço.



Figura 18: Colunas de bambu, detalhes dos furos para introdução do concreto, das treliças metálicas usadas, no momento de sua concretagem nas sapatas e com o concreto já curado.

Depois de curado o concreto no pé das colunas centrais, deve-se encaixar as peças de cana da Índia em suas posições, uma ponta na viga central já concretada e a outra na viga lateral ainda solta. Podemos ver essa etapa na Figura 19.



Figura 19: Encaixe das varas de cana da Índia nos furos da viga mestra.

Para fazer esse encaixe pode ser necessário realizar um último ajuste nos orifícios das vigas de bambu gigante ou nas varas de cana da Índia, detalhe mostrado na Figura 20.



Figura 20: Ajuste final do furo número 18 usando grosa.

Somente depois de encaixadas as peças de cana da Índia nas vigas laterais é que se deve apurar e fazer o escoramento e a concretagem das colunas laterais, através do furo feito na base da coluna, mostrado na Figura 18.

Na Figura 21 é possível ver um trabalhador fazendo ajustes na estrutura usando um jipe como andaime e uma vista das peças que ainda não foram encaixadas.



Figura 21: Estrutura da estufa antes de concretar as colunas laterais, usando o jipe como andaime.

Após a cura do concreto da base das colunas laterais, é interessante fazer uma cinta de tijolos no perímetro da base para elevar o nível do chão da estufa através de aterramento, a fim de evitar a entrada de água da chuva pelo chão. Na Figura 22 é possível ver esses detalhes e também um trabalhador sobre a viga central da estrutura da estufa.



Figura 22: Trabalhador sobre a estrutura, detalhe da cinta de tijolos no chão.

Na Figura 23 são mostradas varas de cana da índia fixadas paralelamente às vigas laterais da estufa, como se fossem o ripamento de um telhado comum.

As ripas de bambu dobradas foram fixadas sobre a parte final das tesouras para melhorar o escoamento das águas no final da cobertura e reforçar a estrutura.

O processo de dobra é feito utilizando calor. Com o auxílio de um maçarico a ripa de bambu é aquecida, dobrada e amarrada para resfriar e manter a forma. Finalmente a ripa dobrada pode ser amarrada ao redor das vigas laterais da estrutura, também mostrado na Figura 23.



Figura 23: Ripa de bambu cana da índia, dobrada no calor, usada para melhorar a saída de água da chuva. Detalhe de amarração destas ripas em volta da viga lateral.

Depois de montada e ajustada toda a estrutura a próxima etapa é a colocação e fixação do filme plástico na cobertura. Nesta estufa utilizaram-se ripas de madeira, parafusos e um grampeador para fixar o plástico.

Uma vez posicionado sobre a estrutura, o filme plástico foi enrolado em duas ripas e disposto sobre a viga central, como mostrado na Figura 24. A partir daí, o filme foi desenrolado, esticado e grampeado na estrutura.



Figura 24: Colocação do filme plástico na cobertura e nas paredes laterais da estufa e detalhe do filme enrolado sobre a estrutura do telhado.

Inicialmente para deixar o filme plástico bem esticado é necessário o auxílio pelo menos cinco pessoas: quatro para segurar o filme esticado e uma para fazer a fixação. Assim que a base de uma das paredes da estufa tenha sido fixada, então o trabalho pode seguir com três pessoas. Existem técnicas diferentes para esticar o plástico da estufa como o uso de rolos e catracas. O processo adotado na estufa de bambu é um dos mais simples.

A operação de cobertura e fechamento da estufa deve ser realizada de preferência em um dia sem vento, pois mesmo uma brisa leve já dificulta o processo. Com vento moderado a operação torna-se inviável e pode representar perigo aos trabalhadores. Na Figura 25 é mostrado um momento crítico de ação de vento leve sobre o material a ser usado na cobertura da estufa.



Figura 25: Ação de vento leve sobre o filme plástico ainda solto sobre a cobertura da estufa de bambu.

Na Figura 26 é mostrado o filme plástico já fixado sobre o telhado e nas paredes laterais da estufa. É importante que o plástico fique bem esticado, esta medida diminui o risco de estragos causados pelo vento durante o uso da estufa e aumenta significativamente a vida útil do revestimento.



Figura 26: Filme plástico já esticado e fixado sobre o telhado e nas paredes laterais da estufa.

Na Figura 27 é mostrada uma etapa do processo de fixação do filme plástico nas fachadas da estufa. O trabalhador sobre a escada fixa o filme plástico grampeando-o na tesoura de bambu gigante que faz a vista traseira da cobertura. Foram fixadas duas varas de bambu na parede traseira, paralelamente a tesoura. Estas peças são necessárias para dar acabamento e para esticar o plástico na região entre o beiral e a parede, mostrado ao fundo da estufa, na vista interna da Figura 27.



Figura 27: Trabalhador no alto da escada para fixar o filme plástico de uma parede e vista interna da estufa fechada.

Na Figura 28 é mostrada a estufa quase finalizada. Para fazer a porta fixou-se uma coluna de bambu a 1,5 m de distância de uma das colunas laterais da frente da estufa. Recortou-se verticalmente o filme plástico da parede frontal no qual foi fixada uma peça de bambu na parte inferior, constituindo assim uma porta de enrolar.



Figura 28: Vista frontal e traseira da estufa de bambu quase finalizada.

Durante a execução da cobertura, verificou-se que seria mais adequado e possivelmente os resultados seriam melhores caso fosse feito o fechamento com o filme plástico inicialmente nas paredes frontais e traseira e somente depois na cobertura e nas paredes laterais.

CONCLUSÕES

Por ser um material alternativo, sustentável, resistente e disponível no meio rural os bambus podem ser utilizados para a construção de estufas agrícolas, substituindo materiais tradicionais como o aço, o concreto e a madeira. No entanto, o trabalho com o bambu exige preparo técnico e uma certa experiência da mão de obra, devido as particularidades construtivas com o material.

A vida útil da estrutura de bambu é geralmente menor que estruturas de metal, concreto ou plástico. Se alguns cuidados forem tomados como, evitar o contato de água nos pés das colunas e nas vigas, bem como proteger as peças de bambu contra os raios ultra violeta do sol, a estrutura de bambu pode apresentar vida útil superior a 10 anos.

Como a estrutura de bambu pode ser executada rapidamente apresentando custo final significativamente menor que estruturas similares feitas com outros materiais causando impacto ambiental negativo menor.

Neste manual foi mostrado como fazer a estrutura de uma estufa agrícola usando o bambu gigante e a cana da Índia. Este tipo de estufa é uma alternativa viável e atrativa para os usuários deste tipo de construção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16032: Estrutura de estufa e viveiro agrícola – Requisitos de projeto, construção e reparação.** Rio de Janeiro, 2012.

OSTAPIV, F. **Produção e uso de materiais compósitos bambu-PET na construção civil popular.** Capítulo de: Bambus no Brasil, da Biologia à Tecnologia. 1ª ed. ICH-Instituto Ciência Hoje, pág. 494 a 510, RJ, 2017.

OSTAPIV, F. **O bambu como material de engenharia - Produtos, processos, ensaios e modelamento.** Projeto de Extensão 234/2018. UTFPR - Campus Pato Branco. Pró-Reitoria de Relações Empresariais e Comunitárias, Diretoria de Extensão, Pato Branco, PR, 2018.

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.