



CASA DE VEGETAÇÃO DE BAIXO CUSTO: CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

OLIVEIRA, H. B. P.¹, SANTANA L. M.¹, SANTOS, C. E. R.¹, MAZZINI-GUEDES R. B.².

¹Graduando(a) do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná.

²Vice-coordenadora e professora do departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná.

Palavras-chave: construções rurais, cultivo protegido, estrutura de madeira, estufa.

Resumo

O cultivo protegido de plantas vem se estabelecendo no Brasil, sendo um sistema muito utilizado para a produção de olerícolas, plantas ornamentais e mudas, no entanto, pode ser um sistema de alto custo dependendo do material construtivo e dos equipamentos empregados. O objetivo deste trabalho foi construir uma casa de vegetação e estudar sua viabilidade quanto ao custo e às condições ambientais em seu interior. Para isso, foi construída com madeira de eucalipto, perfazendo um total de 67,85 m², e revestida com polietileno translúcido de 150 µm de espessura. A temperatura, a umidade e a radiação fotossinteticamente ativa foram medidas em seu interior e comparadas com os dados climáticos do local. Após a finalização da construção e o período de avaliações, verificou-se ser possível a construção a custos cerca de 60% menores do que os disponíveis no mercado. Além disso, as condições ambientais em seu interior refletiram as condições naturais da região durante o período monitorado.

A LOW COST GREENHOUSE: CONSTRUCTION AND ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Keywords: rural constructions, protected cultivation, wood structure, plant conservatory.

Abstract

Protected cultivation of plants, which has been implemented in Brazil, is a system used to produce vegetables, ornamental plants, and seedlings. However, it may be a high cost system depending on the constructive material and equipments used. The objective of this study was to build a greenhouse and analyze its feasibility regarding its costs and environmental conditions indoors. Thus, it was built with eucalyptus wood, comprising 67.85 m² total area, and coated with translucent polyethylene of 150 µm thickness. Air temperature, humidity, and photosynthetically active radiation were measured indoors and compared to local climatic data. After the construction was finished, as well as the evaluation period, it was verified that it is possible to build it at costs around 60% lower than those found in the market. Furthermore, environmental conditions indoors reflected the natural ones in the region during the monitored period.

INTRODUÇÃO:

Desenvolvido em Israel, o sistema de cultivo protegido de plantas já não é mais uma novidade no Brasil, tendo essa prática se intensificado na última década, pois esse tipo de manejo permite manter um controle, parcial ou total, das condições ambientais sob as quais a espécie a ser cultivada irá se desenvolver (BRITO, 2000). Tem sido muito utilizado para a produção de hortaliças, plantas ornamentais e mudas de várias espécies (OLIVEIRA, 1995).

Ao longo do tempo, surgiram diferentes modelos de casas de vegetação, desde estruturas simples até modelos mais complexos e tecnificados, cada qual com sua solução construtiva, visando a atender às mais variadas exigências do cultivo vegetal (SGANZERLA, 1997) e se adaptar a condições ambientais diversas (PEREIRA NETO et al., 2014).

Assim, existem modelos mais rústicos, utilizando como material estrutural principal a madeira ou o bambu, até modelos em aço galvanizado, os quais apresentam também um custo elevado e, por isso, são praticamente inacessíveis à grande parte dos produtores (SILVA; LIMA; OLIVEIRA, 2018). Além da estrutura, existem modelos com controle térmico, de umidade e de luminosidade, mas cada uma dessas tecnologias torna seu custo final ainda mais elevado. Originalmente, a cobertura de um ambiente como esse era feita com vidro devido as suas propriedades físicas. Atualmente, entretanto, o polietileno de baixa densidade (PEBD) é o material mais utilizado porque, além de possuir propriedades como a transparência, é flexível, barato e facilita o manuseio (PURQUERIO; TIVELLI, 2006).

Na busca por soluções diversas para esse tipo de

cultivo e com o avanço das novas tecnologias voltadas para essa prática, tornar a construção e o uso desse sistema economicamente viável passou a ser algo cada vez mais buscado, principalmente por pequenos produtores e agricultores familiares que apresentam condições socioeconômicas diferenciadas (MARY et al., 2007).

Assim, o objetivo deste trabalho foi construir uma casa de vegetação de baixo custo e estudar sua viabilidade quanto às condições ambientais em seu interior visando ao cultivo de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido, e posteriormente construído, no Campus Avançado de Jandaia do Sul, pertencente à Universidade Federal do Paraná (UFPR), localizado na cidade de Jandaia do Sul/PR (23°35'51" S e 51°39'02" O, a 807 m de altitude). Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cfa – clima temperado úmido com verão quente. A temperatura média anual é 18,3°C e a média da precipitação anual atinge 1.485 mm. O período chuvoso concentra-se entre os meses de dezembro e janeiro e ultrapassa 250 mm, sendo julho e agosto os meses de estiagem.

Para definir o modelo de casa de vegetação a ser construído, foi preciso adaptar suas dimensões ao local, considerando o espaço disponível, a proximidade a uma fonte de água e as condições climáticas incidentes, principalmente a posição do sol, a radiação solar e o vento, uma vez que o município possui incidência de ventos com velocidade média acima de 10,8 km.h⁻¹.

Assim, as dimensões da área a ser construída foram dispostas considerando a existência de canteiros de tijolos de uma antiga horta no local (Figura 1A).

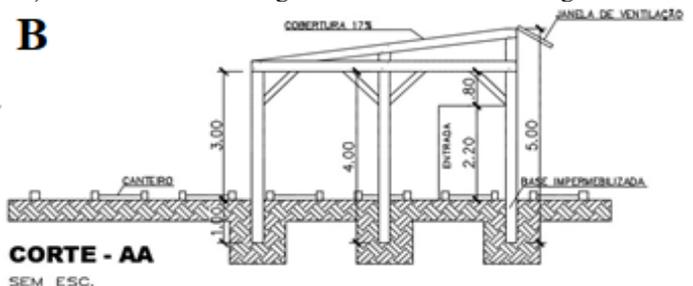
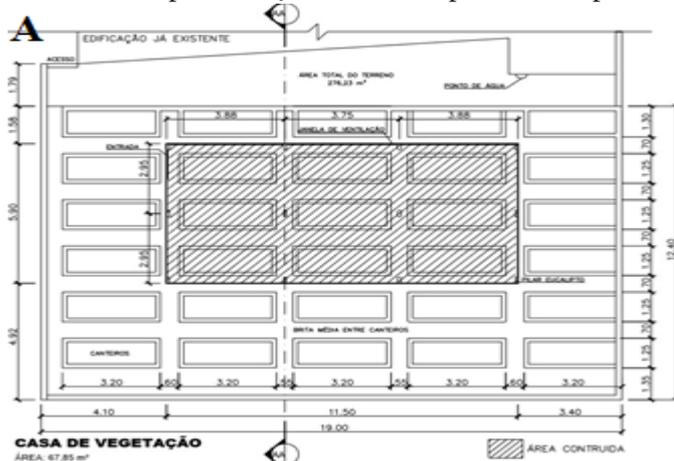


Figura 1. Projeto da casa de vegetação: implantação (A) e corte transversal AA (B)

Definiu-se então a casa de vegetação de 11,5 m de comprimento x 5,9 m de largura x 4 m de altura em seu maior pé direito e 3 m de altura em seu menor pé direito, sendo a cobertura de uma água com 17% de inclinação (Figura 1B).

A estrutura principal, ou seja, pilares, vigas e tesouras, foi construída de madeira de eucalipto (*Eucalyptus* sp., Myrtaceae), pois é um material de fácil acesso na região, sendo impermeabilizada com uma tinta asfáltica visando à maior durabilidade e resistência da madeira em contato com a umidade (Figura 2A). Os pilares, espaçados igualmente entre si ao longo do comprimento e da largura, foram enterrados à profundidade de 1,0 m, buscando a maior resistência da estrutura contra a incidência de ventos. Os pilares centrais também foram dispostos no

interior e no centro do vão para maior sustentação da cobertura. Além disso, foram instalados tirantes nas partes frontal e posterior da casa de vegetação, usando arame galvanizado BWG 12, com diâmetro de 2,77 mm, para maior resistência estrutural.

A casa de vegetação foi revestida em sua totalidade com polietileno translúcido de 150 μ m de espessura (Figura 2B) e, na parte mais alta, foram instaladas duas janelas com o objetivo de reduzir a temperatura no ambiente interno em períodos mais quentes (Figura 2C). Uma mistura de brita n° 1 e n° 2 foi usada para cobrir o solo em seu interior entre os canteiros da antiga horta, que foram mantidos, visando à prevenção do desenvolvimento de plantas invasoras e à facilitação de futuros tratamentos culturais.



Figura 2. Casa de vegetação construída: estrutura de madeira de eucalipto impermeabilizada com tinta asfáltica (A), revestimento com polietileno de 150 μ m de espessura (B) e janelas superiores (C).

Durante 15 dias, a temperatura e a umidade relativa do ar, máximas e mínimas, foram monitoradas no interior da casa de vegetação por meio de dois termo-higrômetros (Figura 3), sendo um instalado próximo à porta e, o outro, mais ao fundo da casa de vegetação, uma vez que as condições de entorno do local influenciam diretamente a incidência desuniforme de radiação solar sobre a casa de vegetação, consequentemente influenciando a temperatura interna. Além disso, a radiação fotossinteticamente ativa também foi medida ao longo de um dia, de hora em hora, por meio de um medidor Quantum Light Meter (LightScout®) para a verificação da presença e manutenção de luminosidade adequada ao crescimento vegetal, em comparação à luminosidade natural externa.



Figura 3. Termo-higrômetros instalados no interior da casa de vegetação para monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Construção e custos da casa de vegetação

A casa de vegetação foi construída deslocada 5° do sentido Leste-Oeste, conforme a configuração do local permitiu, com área total interna de 67,85 m² e ao custo final de R\$3.220,65 (Tabela 1). Por ter como objetivo o baixo custo, buscou-se reduzir ao máximo os valores com materiais, podendo a mão de obra ser de proprietários e funcionários da área rural. De fato, a mão de obra necessária é pouca, já que duas pessoas

são suficientes para construir a casa de vegetação em sua totalidade. Por ser a estrutura de madeira impermeabilizada, poderá ter grande durabilidade desde que tomados certos cuidados (LARSSSEN, 2012), como a própria impermeabilização. No entanto, pequenos reparos provavelmente serão necessários, principalmente no revestimento de polietileno, dependendo da incidência de ventos e do ataque de animais.

Tabela 1. Materiais e mão de obra para a construção da casa de vegetação com área total de 67,85 m² (2019)

Item	Quantidade	Unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Madeiramento (estrutura)	195,0	m	-	1.743,60
Polietileno (150 µm)	200,0	m ²	5,00	1.000,00
Tinta asfáltica (impermeabilização)	4,5	L	31,28	140,80
Dobradiças (para as janelas superiores)	8,0	un.	0,75	6,00
Arame (travamento da estrutura)	6,0	kg	15,00	90,00
Brita (cobertura do chão)	0,5	m ³	92,50	46,50
Peças para fixação (pregos, parafusos, etc.)	-	un.	-	143,75
Mão de obra (perfuração do solo)	-	-	-	50,00
Total (R\$)	-	-	-	3.220,65

No orçamento, considerou-se desde o preparo da madeira para a construção até os últimos detalhes da obra (Tabela 1). Gastos com mão de obra foram efetuados somente para a perfuração mecânica do solo a 1 m de profundidade para a alocação de pilares, o que poderá também ser feito facilmente caso exista um perfurador de solo na propriedade.

Considerando projetos comerciais de estruturas para cultivo protegido com área total construída similar à obtida neste estudo, a média de investimento seria o triplo do valor que foi gasto. No entanto, projetos comerciais são feitos, geralmente, com estruturas de aço galvanizado que são mais caras, mas apresentam maior estabilidade e durabilidade, além de proporcionarem maior controle do ambiente interno, caso o proprietário opte por usar equipamentos e sensores de controle de temperatura, umidade, luminosidade, etc.

Além disso, o custo total da casa de vegetação deste estudo poderá ser reduzido caso o produtor opte por usar outro material estrutural que possa estar disponível em sua propriedade, como o bambu, que também é, comprovadamente, viável (MARY et al., 2007; PEREIRA NETO et al., 2014). No entanto, Mary et al. (2007) relatam que a estrutura de bambu deve

ser adaptada às dimensões da casa de vegetação, como qualquer outro material. Além disso, o polietileno usado como revestimento da casa de vegetação poderá ser substituído por polietileno de menor espessura que, embora tenha um custo mais baixo, poderá ter sua durabilidade reduzida. Ainda, por serem mais baratas, telas de sombreamento também poderão ser usadas em substituição ao polietileno. No entanto, conforme cita Beltrão, Fidelis Filho e Figueirêdo (2002), essas telas permitem que o vento passe parcialmente, dependendo da trama, o que também ameniza a temperatura interna. Assim, a escolha do tipo de material deverá ser feita de acordo com as condições ambientais do local e da espécie a ser cultivada.

Com relação ao tamanho da casa de vegetação, vale destacar que sua área final disponível para o cultivo protegido seria suficiente para compor parte da renda de um produtor. Portanto, como descreve Teruel (2010), um estudo preliminar deve ser feito para que a instalação promova uma relação custo-benefício adequada ao produtor. Assim, as espécies escolhidas para serem cultivadas sob esse sistema, caso seja o único local de cultivo protegido, devem apresentar alto rendimento, elevado valor agregado ou suprir

deficiências da produção local e regional em períodos de entressafra ou inadequados para a produção vegetal, como épocas de frio ou estiagem. Além disso, deve-se conhecer os diferentes processos que interferem no desenvolvimento vegetal, dentre eles o meio físico, que compreende as questões ambientais (ANDRIOLO, 1999).

Condições do ambiente no interior da casa de vegetação

Durante a coleta dos dados, feita de agosto a

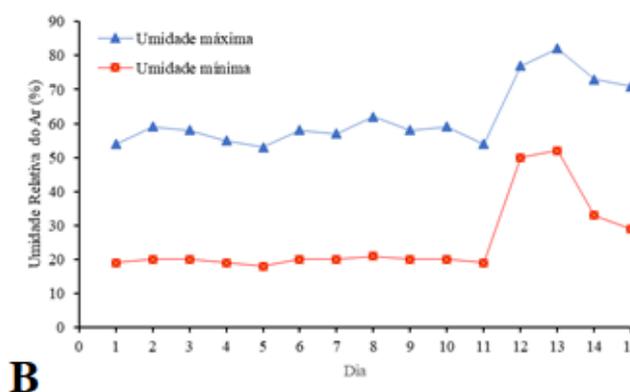
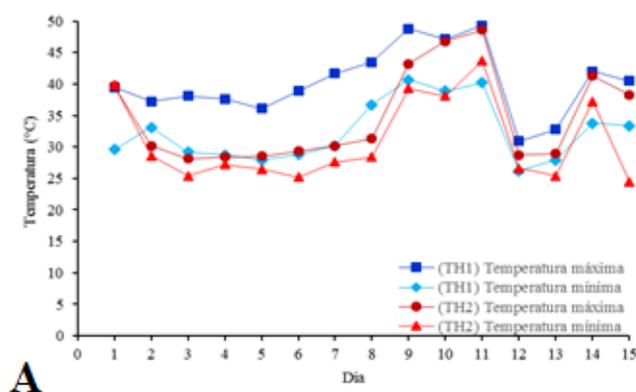


Figura 4. Temperaturas máximas e mínimas [termo-higrômetro 1 (TH1), mais próximo à entrada, e termo-higrômetro 2 (TH2), mais ao fundo da casa de vegetação] (A) e umidade relativa do ar máxima e mínima (B) no interior da casa de vegetação.

Não houve grandes variações de temperatura, embora o termo-higrômetro 2 tenha mostrado menor amplitude térmica. Os dados observados, entretanto, refletem a temperatura externa, como também observado por Dayan et al. (1986) e Pereira Neto et al. (2014). Assim, a alta temperatura ocorrida do dia 09 ao dia 11, com máxima ultrapassando 40°C, resultou, de fato, de um período de 70 dias de estiagem com temperaturas crescentes que, inclusive, também influenciou na umidade do ar tanto no interior da casa de vegetação como na região (Figura 4B).

É normal que casas de vegetação, por vezes, atinjam altas temperaturas internas. No entanto, tal condição não pode permanecer durante um período muito longo sob pena de influenciar negativamente no metabolismo vegetal, podendo, até mesmo, levar as plantas à morte. Nesse sentido, tanto a porta de acesso à estufa como as janelas superiores poderão ficar abertas durante os períodos mais quentes do ano, ou as horas mais quentes do dia, a fim de aumentar a circulação do ar interno e minimizar o calor (BELTRÃO; FIDELIS FILHO; FIGUEIRÊDO, 2002).

setembro de 2019, observaram-se temperaturas muito altas que poderiam inviabilizar o cultivo de plantas em seu interior. No entanto, conforme monitorado (Figura 4A), houve diferença de temperatura entre o termo-higrômetro 1, instalado próximo à entrada da casa de vegetação, com temperaturas mais altas, e o termo-higrômetro 2, instalado mais ao fundo (Figura 3), onde existe um certo sombreamento durante algumas horas do dia e, conseqüentemente, temperaturas mais amenas.

A umidade se manteve uniforme em todo o interior da casa de vegetação, independente das diferenças de temperatura, do dia 1 ao dia 11 de monitoramento (Figura 4B). Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia, essas características são comuns para esse período do ano. Mesmo que as medidas deste estudo sejam feitas em um ambiente fechado como a casa de vegetação, como não é totalmente vedada para se impor maior controle ambiental, ou não é totalmente controlada, certamente sofrerá influências do meio externo.

A queda brusca de temperatura a partir do dia 11 (Figura 4A), assim como o aumento repentino da umidade a partir do mesmo dia (Figura 4B), ocorreu por causa do resfriamento do ar causado pela chuva. Houve, por vezes, temperaturas máximas muito altas medidas pelo termo-higrômetro 1, localizado mais próximo à entrada da casa de vegetação, mas também não houve grandes flutuações entre as médias das temperaturas máximas e mínimas medidas, com uma diferença média de apenas 6,4°C, variação menor do que ocorre normalmente no local. Dados coletados

a partir do termo-higrômetro 2 confirmaram que existem diferenças de ambiente dentro da casa de vegetação, que recebe certo sombreamento mais ao fundo durante uma parte do dia. Nessa área, a variação térmica foi ainda menor (média de 4,1°C) e a temperatura se manteve mais estável durante a maior parte dos dias e das noites.

A diferença de temperatura no interior da casa de vegetação, sendo uma média de 5,3°C entre os dois termo-higrômetros, mostra sua versatilidade para a implementação simultânea de diversos cultivos e culturas que requerem condições diferentes para o desenvolvimento e crescimento vegetal. Além disso, houve uma variação mínima entre as médias das temperaturas internas (33,2°C) e a externa (33,3°C), indicando que, além de manter a temperatura do ambiente, a casa de vegetação ainda oferece outras vantagens, como a proteção contra intempéries.

Com relação à radiação fotossinteticamente ativa, embora exista uma pequena diferença entre a natural e aquela presente dentro da casa de vegetação, as medidas também seguiram o padrão da radiação externa. Ao longo de um dia, foi possível verificar que houve algumas quedas bruscas na radiação, tanto dentro como fora da casa de vegetação, que corresponderam às horas mais nubladas do dia, sendo essa uma situação atípica, ou seja, foi específica do dia que as medições foram feitas (Figura 5). Como ocorreu para temperatura, verificou-se que a radiação no local mais próximo à entrada da casa de vegetação permaneceu mais alta e que o sombreamento, mais ao fundo, influenciou negativamente na quantidade de luz disponível para as plantas em seu interior.

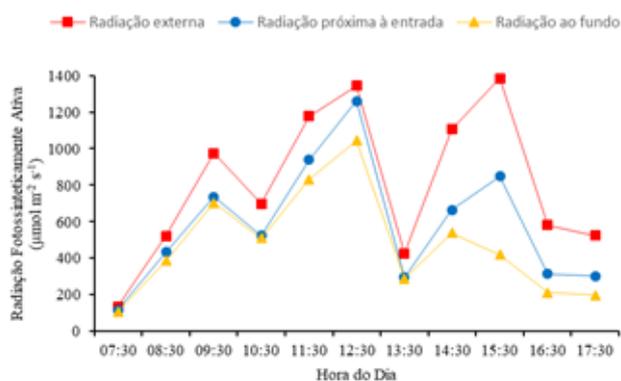


Figura 5. Radiação fotossinteticamente ativa natural e no interior da casa de vegetação.

No entanto, independentemente do local no interior da casa de vegetação, a radiação disponível, tanto nas horas do dia de maior incidência como ao longo do mesmo, é suficiente para o cultivo comercial de muitas espécies vegetais. Entretanto, conforme mencionam Beltrão, Fidelis Filho e Figueirêdo (2002), o revestimento da casa de vegetação deve estar sempre limpo para que não bloqueie a luminosidade que passa para seu interior. Além disso, fornece proteção contra o vento, bastante incidente na região, e mantém a temperatura mais estável em seu interior, provando ser uma solução viável.

De maneira geral, portanto, as condições ambientais no interior da casa de vegetação são determinadas pelas condições climáticas externas, mas também pelo modelo da estrutura e material de revestimento (DAYAN et al., 1986), conforme observado neste trabalho.

CONCLUSÃO

1. A casa de vegetação construída tem um custo de aquisição de material cerca de 60% mais baixo que uma estufa comercial, quando usado material de baixo custo disponível na região.

2. As condições ambientais no interior da casa de vegetação, como temperatura, umidade relativa do ar e radiação fotossinteticamente ativa refletiram as condições naturais da região durante o período monitorado, provando ser uma estrutura versátil para o cultivo protegido de diversas espécies vegetais.

LITERATURA CITADA

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Editora da UFSM, 1999. 142p.

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

BRITO, A. A. A. **Casa de vegetação com diferentes coberturas: desempenho em condições de verão**. 2000. 83f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa.

DAYAN, E.; ENOCH, H. Z.; FUCHS, M.; ZIPORI, I. Suitability of greenhouse building types and roof cover materials for growth of export tomatoes in the Besor region of Israel. II. Effect on fresh and dry matter

production. **Biotronics**, v.15, p.71-79, 1986.

LARSSSEN, C. **Comparativo de custos entre sistemas construtivos em alvenaria e madeira de uma edificação residencial popular**. 2012. 95f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUÍ, Ijuí.

MARY, W.; KENMOCHI, C. S.; COMETTI, N. N.; LEAL, P. M. Avaliação de estrutura de bambu como elemento construtivo para casa de vegetação. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p. 100-109, 2007.

OLIVEIRA, M. R. V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.8, p.1049-1060, 1995.

PEREIRA NETO, J. S.; MINÁ, A. J. S.; SOUZA, C. B. DE; LOPEZ NETO, J. P. Casa de vegetação rústica para agricultura familiar. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.2, p.355-363, 2014.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2006. 11p.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 4.ed. Porto Alegre: Plasticultura Gaúcha; Campinas: Instituto Campineira, 1997. 342p.

SILVA, J. C. B. V.; LIMA, N. DE; OLIVEIRA, V. M. **Estufa ecológica: uso do bambu em bioconstruções**. Curitiba: CPRA, 2018. 32p.

TERUEL, B. J. Controle automatizado de casas de vegetação: variáveis climáticas e fertigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p.237-245, 2010.