



# Secador solar

---

Informa sobre a construção de secador solar utilizando vidros laminados, temperados entre outras especificidades

---

Agência USP de Inovação - AUSPIN

---

Fevereiro/2020

Resposta Técnica	SANTIAGO, Luiz Paulo Ferreira Secador solar Agência USP de Inovação - AUSPIN 11/2/2020 Informa sobre a construção de secador solar utilizando vidros laminados, temperados entre outras especificidades
<b>Demanda</b>	<b>Gostaria de construir secadores solares usando vidros retos que normalmente são usados em ônibus circulares municipais. Como os vidros têm vários tamanhos e formatos, quero saber quais as técnicas para cortar e furar estes vidros, criando um padrão de construção destes secadores? Para fazer a estrutura de suspensão destas placas, pensei em usar perfis T de aço carbono para fixação das placas, porém quais seriam as pinturas que não exalariam cheiro para os produtos e evitariam a oxidação? Será necessário uma cola ou selante para fixar os vidros nestes perfis, que não solte cheiro e não contamine os produtos que estarão sendo secos. Não gostaria de usar nada de plástico, pois normalmente os plásticos quando são aquecidos soltam Bisfenol A que é prejudicial à saúde. Quero saber, estes vidros quando aquecidos pelo sol soltariam algum tipo de componente químico?</b>
Assunto	Fabricação de fornos industriais, aparelhos e equipamentos não elétricos para instalações térmicas, peças e acessórios
Palavras-chave	Construção; desidratação da fruta; secador solar; vidro laminado; vidro temperado



Salvo indicação contrária, este conteúdo está licenciado sob a proteção da Licença de Atribuição 3.0 da Creative Commons. É permitida a cópia, distribuição e execução desta obra - bem como as obras derivadas criadas a partir dela - desde que dado os créditos ao autor, com menção ao: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - <http://sbrt.ibict.br/>

Para os termos desta licença, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

O Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT fornece soluções de informação tecnológica sob medida, relacionadas aos processos produtivos das Micro e Pequenas Empresas. Ele é estruturado em rede, sendo operacionalizado por centros de pesquisa, universidades, centros de educação profissional e tecnologias industriais, bem como associações que promovam a interface entre a oferta e a demanda tecnológica. O SBRT é apoiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI e de seus institutos: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT.



TÊCPAR



## Solução apresentada

### Introdução

De acordo com Feiden *et al.* (2015), a secagem ou

desidratação tem por objetivo reduzir o conteúdo de água da fruta ou vegetal, de 60% a 90% para 8% a 10%, interrompendo o processo natural de deterioração biológica, atividades bacterianas, transformação enzimática e oxidação, preservando suas principais características como: cor, aroma, sabor e textura (FEIDEN *et al.*, 2015, p. 01).

A desidratação de determinados alimentos é uma maneira de prolongar o tempo de vida útil dos produtos. De maneira geral, secadores solares são equipamentos que contribuem para acelerar o processo de desidratação de diversos alimentos utilizando, única e exclusivamente, a luz solar como fonte de energia. Trata-se de um procedimento significativamente econômico que converte energia solar em energia térmica, realizando, assim, a desidratação natural do alimento desejado por meio do efeito estufa (ARAUJO, 2018).

Embora exista diversos tipos de secadores, com as mais variadas fontes de energia, os secadores solares são muito mais favoráveis, “tanto em termos econômicos e ambientais quanto de inclusão social, pois permite maior participação de pequenos produtores no processamento industrial de frutas” (ARAUJO, 2018, p. 02). Desde 2004, o pesquisador Osmar José Romeiro de Aguiar, engenheiro florestal da Embrapa Amazônia Oriental (Belém/PA), vem desenvolvendo, em parceria com a instituição francesa Escola Nacional de Engenharia Rural, Águas e Florestas de Nancy, um modelo de secador solar agroflorestal significativamente promissor (EMBRAPA, 2009).



**Figura 1** - Montagem de secador solar. Fonte: (EMBRAPA, 2009).

### Construção de secador solar

Esclarece-se que o secador solar agroflorestal desenvolvido pela Embrapa servirá de referência e base para as questões tratadas nesta resposta técnica, sobretudo pelas vantagens que o modelo sugere apresentar. Como no banco de dados do SBRT há material abordando de forma ampla os processos de construção deste modelo de secador, levaremos em consideração apenas as especificidades apresentadas/demandadas pelo/pela solicitante, indicando, no item *Conclusões e recomendações*, o referido material existente.

Para tratarmos da questão apresentada envolvendo a utilização de vidros retos/planos provenientes de ônibus de frota municipal, tomaremos como referência os seguintes documentos normativos:

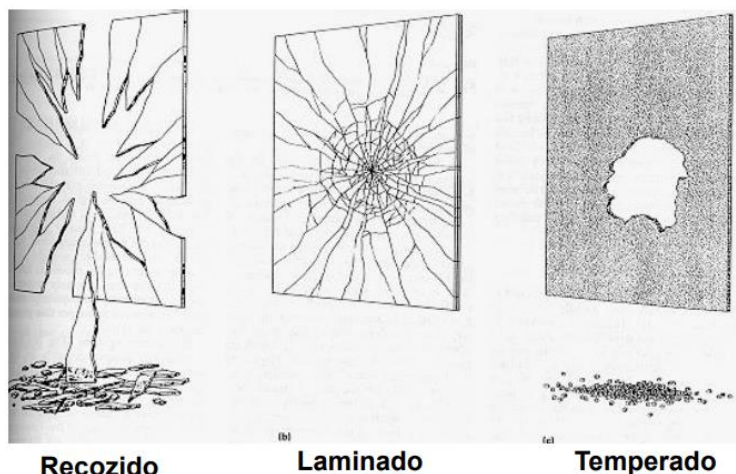
- a. RESOLUÇÃO Nº. 254, de 26 de Outubro de 2007: Estabelece requisitos para os vidros de segurança e critérios para aplicação de inscrições, pictogramas e películas nas áreas envidraçadas dos veículos automotores, de acordo com o inciso III, do artigo 111 do Código de Trânsito Brasileiro – CTB;
- b. ABNT NBR 15570, de 20 de Abril de 2009, que institui as *Especificações técnicas para fabricação de veículos de características urbanas para transporte coletivo de passageiros*.

De acordo com as normas citadas, os vidros de segurança utilizados em veículos automotivos devem ser laminados e temperados. Como bem resume a RESOLUÇÃO Nº. 245, em seu Art. 2º

Para circulação nas vias públicas do território nacional é obrigatório o uso de vidro de segurança laminado no para-brisa de todos os veículos a serem admitidos e de vidro de segurança temperado, uniformemente protendido, ou laminado, nas demais partes envidraçadas (RESOLUÇÃO Nº. 245, 2007)

Ao precisarmos os parâmetros mínimos exigidos para a fabricação de vidros de segurança utilizados em qualquer veículo móvel urbano, identifica-se, assim, as especificidades estruturais dos vidros citado pelo/pela solicitante. Convém, ainda, esclarecermos as características estruturais de cada tipo de vidro.

De acordo com o pesquisador Samuel Marcio Toffoli, professor do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI/USP), os vidros temperados são submetidos a um tipo de tratamento denominado de *têmpera*, tratamento térmico onde o vidro comum passa por um aquecimento seguido de rápido resfriamento. (TOFFOLI, 2013). Já os vidros *laminados*, submetidos ao laminamento, são constituídos por duas folhas de vidro com uma camada/película de PVB entre elas. O PVB, poli(vinil butiral), é um polímero borrachoso com 0,76 mm de espessura, possuindo o mesmo índice de refração do vidro, apresentando ótima capacidade de absorção de impacto ao fratura-se (TOFFOLI, 2015).



**Figura 2** – Vidros recozido, laminado e temperado. Fonte: (TOFFOLI, 2013).

De acordo com CEBRACE, espécie de sociedade entre as empresas Saint-Gobain (França) e a NSG (Japão), os dois maiores grupos produtores de vidro plano do mundo, o vidro laminado “possui outros benefícios, como a redução de ruídos externos (quando comparado aos vidros comuns) e a proteção contra raios UV (Ultravioleta), pois o PVB barra 99,6% dos raios solares UV” (CEBRACE, [201-?]). Neste sentido, e esta é uma informação importante, o vidro laminado, aqueles instalados nos para-brisas dos ônibus, não são indicados no fabrico de secadores solares, uma vez que ele teria o efeito contrário ao desejado, pois a produção de calor no interior do secador seria inibido, afetando o efeito estufa esperado.

Outra consideração a ser observada diz respeito ao vidro temperado. De acordo com diversas fontes consultadas, empresas especialistas no ramo, o vidro temperado não pode ser cortado ou perfurado. Nas palavras de Fábrica...([201-?]), “o corte do vidro temperado é impossível, portanto a fabricação é sobre medida” (FABRICA..., [201-?]). Já para Cortar... ([201-?]), “realmente, não é possível cortar vidro temperado, todo corte deve ser realizado antes do processo de temperamento, ou ele pode se danificar totalmente” (CORTAR..., [201-?]). Ainda de acordo com Vidro... (2017), quando se decide construir algo em que o uso de vidros temperados são obrigatórios, a pessoa deve fazer sua solicitação considerando “exatamente do tamanho que deseja e com os recortes e/ou furos necessários. Orifícios para hastes, parafusos, polimento das arestas e lapidação das bordas, devem ser feitos antes da têmpera” (VIDRO..., 2017).

Como se pôde observar, qualquer modelo de secador solar que venha fazer uso de vidros temperados deverá, necessariamente, realizar todos os recortes e furos do mesmo antes de efetuada o processo de *têmpera*.

Em parágrafos anteriores destacou-se que o vidro laminado detém os efeitos dos raios ultravioletas (UV) e, por este motivo, não é recomendado o seu uso na fabricação de secadores solares. No entanto, convém esclarecermos sobre em que condições ele pode ou não ser cortado/perfurado. Segundo a Associação Brasileira de Distribuidores e Processadores de Vidros Planos (ABRAVIDRO), “se uma das lâminas de vidro em sua composição tiver passado pelo processo de *têmpera*, o laminado não pode ser cortado” (ASSOCIAÇÃO..., 2018).

Nas situações em que as lâminas do vidro laminado não passaram pelo processo de *têmpera*, “o ideal é fazê-lo de modo automático, com máquinas apropriadas para esse tipo de chapa” (ABRAVIDRO..., 2018). Contudo, caso haja a necessidade de realizar o corte manualmente, deve-se usar

régua limpa sobre a chapa na dimensão em que pretende cortá-la e, então, utilize um riscador manual. Em seguida, vire o vidro e faça a mesma operação na outra face na mesma posição, para que os cortes sejam coincidentes nos dois lados. Por fim, flexione a chapa para baixo para destacá-la, até a área cortada das lâminas abrir, e corte a película intermediária com um estilete (ABRAVIDRO..., 2018).



**Figura 2** – Corte da película PVB por meio de estilete. Fonte: (ABRAVIDRO, 2018).

Embora o vidro laminado exija a utilização de estilete para cortar a película de PVB, o processo de corte deste se realiza nos mesmos moldes dos vidros comuns, sem esquecer de que o corte deve ser realizado nos dois lados do vidro. Não entraremos em detalhe sobre as ferramentas, manuais e elétricas, para realizar este tipo de corte, uma vez que no banco de dados do SBRT há outras respostas técnicas que abordam esta questão, devidamente indicadas no item *Conclusões e recomendações*.

Por fim, trataremos de duas questões levantadas pelo/pela solicitante: tintas para a pintura de perfis T de aço carbono que controle o processo de oxidação do metal e não exale cheiro e; cola ou selante, de preferência não plastificado, capaz de fixar os vidros nos perfis T.

Basta uma rápida busca na internet para se constatar uma ampla variedade de antioxidante sem cheiro disponíveis no mercado. A escolha do melhor produto irá variar, levando sempre em consideração as necessidades e as condições de investimento que se deseja realizar, assim como a boa manutenção dos mesmos. Neste sentido, pode-se dar maior atenção na construção de uma câmara de estufa que não coloque a estrutura metálica em maiores riscos de corrosão.

Analisando o secador solar desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental (Belém/PA) e outros experimentos, devidamente relacionados no item Fontes consultadas, chega-se à conclusão de que é fundamental o controle da umidade relativa no interior do secador, ou seja, a eficiência do sistema de secagem deve ter como princípio um sistema de ar que iniba a condensação do vapor, evitando a contaminação dos alimentos e a umidade que contribuiria para a corrosão dos perfis T de aço de carbono. Neste sentido é fundamental que haja a instalação do sistema de chaminé que promoverá a circulação do ar no interior da câmara (BRANDÃO, 2008):

A estufa é orientada no sentido onde possa haver melhor aproveitamento do regime de ventos, pois isso favorece o fluxo de ar interno. O ar sempre renovado internamente impede que a umidade do ar alcance níveis indesejáveis dentro da estufa. Umidade interna fora de controle representa risco de contaminação do produto em secagem (BRANDÃO, 2008).

O secador solar desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental (Belém/PA) foi construído com paredes transparentes de policarbonato, polímero altamente resistente. Além do policarbonato outros materiais plásticos (PVC e fita adesiva especial de dupla face) compõem a construção do equipamento. Nos estudos realizados pela Embrapa não houve nenhuma referência ao fato de que este material poderia, submetido a altas temperaturas, emitir Bisfenol A (BRANDÃO, 2008).

Como se sabe, a substância Bisfenol A “é utilizada, principalmente, na produção de policarbonato e em vernizes epoxi” (ANVISA, [201?]). Embora a ANVISA reconheça a polêmica a em torno do Bisfenol A, a agência informa:

Segundo os especialistas, devido à considerável incerteza relacionada com a validade e relevância destas observações referentes a baixas doses de BPA seria prematuro afirmar que estas avaliações fornecem uma estimativa realista do risco à saúde humana. No entanto, estes resultados devem orientar estudos a fim de reduzir as incertezas existentes (ANVISA, [201-?]).

Como se pode observar, não é possível afirmar com toda a certeza que o Bisfenol A ofereça real riscos à saúde humana e, conseqüentemente, exale algum tipo de substância estando sobre altas temperaturas emitidas pela luz solar/ultravioleta (UV). Não houve, por parte das referências consultadas, nenhuma menção de que vidros comuns, temperados ou laminados, assim como materiais plásticos possam emitir algum tipo de substância por esta submetido a variação de temperatura de um secador solar em questão, que pode chegar a temperatura interna de 35 °C mais alta que a temperatura do ambiente externo (BRANDÃO, 2008).

## Conclusões e recomendações

Procuramos, de forma breve, apresentar informações básicas sobre a utilização de peças e assessorio específicos para a construção de um modelo de secador solar. Para mais informações sobre o modelo de secador solar agroflorestal desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental (Belém/PA), sugerimos que entre em contato com a referida instituição:

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Tv. Dr. Enéas Pinheiro s/n – Bairro Marco  
Belém/PA  
CEP: 66095-903  
Tel.: (91) 3204-1000

Site: <<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

Lembramos que no banco de dados do SBRT há uma série de Respostas Técnicas que abordam esta temática. Neste sentido, sugerimos, como fonte de informações complementares, a leitura das respectivas respostas técnicas:

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTA TÉCNICAS. **Desidratador solar**. Resposta elaborada por: Guilherme Leite Cunha. Araraquara – SP: Sistema Integrado de Respostas Técnicas - SIRT/UNESP, 2013. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/acesoRT/2511>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTA TÉCNICAS. **Estufa para secagem de plantas medicinais**. Resposta elaborada por: Vânia Maria Corrêa de Campos. Belo Horizonte – MG: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/acesoRT/5296>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTA TÉCNICAS. **Secadores para plantas medicinais**. Resposta elaborada por: Gabriela Destro Borges. São Paulo – SP: Agência USP de Inovação. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/acesoRT/34361>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

Lembramos que nossas respostas são elaboradas por meio de busca e análise das informações disponíveis em fontes especializadas (documentos, bases de dados e especialistas) e, portanto, nem sempre completas, não exaustivas. Assim, para a correta análise da sua demanda, recomenda-se buscar consultoria técnica especializada na área.

#### Fontes consultadas

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – **ANVISA**. Bisfenol A. Brasília – DF, [201-?]. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/embalagens/bisfenol-a>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

ARANTES, M. S. T. *et al.* Avaliação de um secador solar para secagem de resíduos de pupunha. **IV Congresso Internacional de Biomassa – CIBIO/2019**, Curitiba – PR, 25, 26 e 27 jun. 2019. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/207391/1/2019-AAC-EdsonL-CIBIO-Avaliacao.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

ARAUJO, Caio Vitor Marcio. **Construção de secador solar utilizando materiais recicláveis**. 2018. 13f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharelado em Ciência e Tecnologia - Universidade Federal Rural do Semiárido, 2018. Disponível em: <[http://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/1520/1/CaioVMA\\_ART.pdf](http://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/1520/1/CaioVMA_ART.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES E PROCESSADORES DE VIDROS PLANOS. - **ABRAVIDRO**. Conhecendo alguns cuidados necessários para cortar vidro laminado. São Paulo – SP, 2018. Disponível em: <<https://abravidro.org.br/punoticias/conheca-os-cuidados-necessarios-para-cortar-vidro-laminado/>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15570**: Transporte - Especificações técnicas para fabricação de veículos de características urbanas para transporte coletivo de passageiros. Rio de Janeiro – RJ, 2009. Disponível em: <[https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Comissoes/DireitosFundamentais/Acessibilidade/NBR\\_15570-2009\\_Transp\\_Coletivo\\_Urbano.pdf](https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Comissoes/DireitosFundamentais/Acessibilidade/NBR_15570-2009_Transp_Coletivo_Urbano.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2020.

BRANDÃO, Izabel Drulla. **Secador solar para produtos agroflorestais**. Belém – PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 4 p. (Área de Comunicação Empresarial – Embrapa Amazônia Oriental). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/87665/1/Digitalizar0001.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

CORTAR vidro temperado. [S.I]: **Vidraçaria IDEAL**, [201-?]. Disponível em: <<http://www.avidracaria.com.br/cortar-vidro-temperado>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

FABRICA de vidro. Osasco – SP: **Fabrica de Vidro**, [201-?]. Disponível em: <<http://www.fabricadevidro.com.br/vidro-temperado.php>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

FEIDEN, A. *et al.* **Desidratação de frutas utilizando secador solar**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2015. 5 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 98). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139108/1/COT98.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

OS TIPOS de vidro desconhecido. **CEBRACE**. [S.I], [200-?]. Disponível em: <<https://www.cebrace.com.br/#!/enciclopedia/interna/os-tipos-de-vidro>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

TOFFOLI, Samuel. **Estrutura e formação dos vidros**. São Paulo – SP, 2013. 43 slides. Disponível em: <[http://www.pmt.usp.br/pmt5783/AulaCer%C3%A2mica3\(Vidros\)-2013.pdf](http://www.pmt.usp.br/pmt5783/AulaCer%C3%A2mica3(Vidros)-2013.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2020.

VIDRO temperado pode ser cortado?. [S.I]: **VIMINAS Vidros Especiais**, 2017. Disponível em: <<https://viminas.com.br/blog/vidro-temperado-pode-ser-cortado>>. Acesso em: 11 fev. 2020.