

## TECNOLOGIA SOCIAL PARA O PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS: AVALIAÇÃO, DIMENSIONAMENTO E APLICAÇÃO

*SOCIAL TECHNOLOGY FOR FOOD PROCESSING: EVALUATION, DESIGN AND APPLICATION*

NASCIMENTO, Gustavo Costa<sup>1</sup>; HAYASHI, Cybele Ayaka<sup>2</sup>; BRANDÃO, Natali Alcântara<sup>3</sup>;  
CAMPELO, Pedro Henrique<sup>4</sup>; CLERICI, Maria Teresa Pedrosa Silva<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup>Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA),  
Universidade Estadual de Campinas

<sup>4</sup>Professor Doutor do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa

<sup>5</sup>Professora Doutora do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de  
Campinas

**mclerici@unicamp.br**

**RESUMO.** A Tecnologia Social (TS) é uma forma de desenvolvimento tecnológico que busca estar diretamente ligadas às pessoas, território e diferentes realidades que envolvem o grupo social o qual será beneficiado. A secagem solar é uma tecnologia simples e limpa, capaz de auxiliar a agricultura familiar, hortas urbanas, farmácias vivas, no processamento de vegetais para o aumento de sua conservação, do valor agregado, concentração de nutrientes, diminuição de desperdícios e necessidade de transporte. As especiarias são exemplos de vegetais que podem ser secos. Esse trabalho teve três principais objetivos: i) avaliação de TS relacionadas ao processamento de alimentos; ii) dimensionamento de secador solar e realização de testes de secagem de especiarias; e iii) aplicação das especiarias em pães. Para o primeiro foram utilizados dados do banco de tecnologias e os princípios da TS. Em seguida utilizou-se referências de secadores de modelo simples e sanitário. E por fim, os pães foram produzidos em panificadora automática e foram avaliados tecnologicamente (volume específico, atividade de água, firmeza do miolo e cor). Nota-se que os trabalhos de TS possuem limites relacionados principalmente a questões de autonomia e a relação com o meio ambiente, e potencialidades ligadas a resolução de demandas e presença de espaços colaborativos. O secador solar mostrou-se como boa alternativa para secagem de especiarias e após melhorias poderá ser aplicado para diferentes vegetais. Os pães com especiarias (gingibre e mix de ervas), são considerados de consumo imediato e foram viáveis tecnologicamente para as quantidades aplicadas. Por fim, considera-se que esse trabalho dá um suporte teórico às ações de pesquisa-extensão relacionadas ao processamento de alimentos, principalmente junto a grupos sociais que buscam melhores condições de vida e alimentação.

**Palavras-chave:** Tecnologia Social; secagem solar; especiarias; panificação

**ABSTRACT.** Social Technology (ST) is a form of technological development that aims to be directly linked to people, territories, and different realities that involve the social group that will benefit from it. Solar drying is a simple and clean technology capable of assisting family farming, urban gardens, living pharmacies in the processing of vegetables for increased preservation, added value, nutrient concentration, waste reduction, and transportation needs. Spices are examples of vegetables that can be dried. This work had three main objectives: i)

evaluation of ST related to food processing; ii) sizing of a solar dryer and conducting spice drying tests; and iii) application of spices in bread. For the first objective, data from the technology database and the principles of ST were used. Then, references from simple and sanitary model dryers were utilized. Finally, the breads were produced using an automatic bakery machine and were technologically evaluated (specific volume, water activity, crumb firmness, and color). It is noted that ST work has limits mainly related to autonomy and the relationship with the environment, and potentialities related to addressing demands and the presence of collaborative spaces. The solar dryer proved to be a good alternative for spice drying and, after improvements, it could be applied to different vegetables. The breads with spices (ginger and herb mix) are considered for immediate consumption and were technologically viable for the applied quantities. Finally, it is considered that this work provides theoretical support for research-extension actions related to food processing, especially for social groups seeking better living conditions and nutrition.

**Keywords:** Social Technology; solar drying; spices; baking.

## INTRODUÇÃO

O conceito de tecnologia, segundo Vargas (1994), pode ser entendido como “um conjunto de atividades humanas associadas a técnicas, instrumentos e máquinas, promovendo a construção e fabricação de produtos por meio de conhecimento sistematizado”.

O desenvolvimento e uso de uma tecnologia perpassa diversas circunstâncias políticas, econômicas e socioambientais, que podem favorecer ou não diferentes grupos. Com a busca por uma produção de alimentos mais sustentável, é importante considerar a interação social na construção de tecnologias de processamento de alimentos, sendo um caminho possível através da Tecnologia Social (TS)

A TS surge na América Latina no contexto de contraposição à Tecnologia Convencional (TC), o modelo ligado aos meios de produção intensos e orientado ao mercado capitalista. Teve a inserção na década de 1980 com o apoio de políticas oficiais à Tecnologias Apropriadas, no Programa de Transferência de Tecnologia Apropriada (PEREIRA e FREITAS, 2018). Apesar da redução do apoio nos anos seguintes por questões sociopolíticas, voltou a se fortalecer nos anos 2000, havendo em 2001 a criação do Instituto de Tecnologia Social (ITS), além da formação da Rede de Tecnologia Social (RTS) em 2005 (FREITAS, 2012).

Verifica-se também outras iniciativas promotoras do desenvolvimento das TS, além das RTS, como a Fundação Banco do Brasil (FBB), que vem estruturando um banco que registra e reconhece as iniciativas e organizações envolvidas.

De acordo com Dagnino (2009), a TS se trata de um termo que resulta da ação coletiva dos produtores sobre o processo de trabalho, sendo uma propriedade coletiva, cooperativa e participativa. Ela visa ser uma tecnologia alternativa à TC ou Tecnologia Capitalista, adequando-se aos princípios da Economia Solidária (DAGNINO, 2004; SCHWAB et al., 2016).

A definição de TS do Instituto de Tecnologia Social (ITS), é dada por um “conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida” (ITS BRASIL, 2004), esse processo pode ser avaliado nos seguintes pilares:

I. Conhecimento, Ciência, Tecnologia: a busca pela transformação social ao encontrar solução para problemas sociais, sendo realizada com organização e sistematização, gerando ou introduzindo inovação na comunidade;

II. Participação, cidadania e democracia: em que a TS busca a participação democrática, adotando metodologias participativas durante todos os processos, além de impulsionar a disseminação e a replicação;

III. Educação: a realização do processo pedagógico e dialógico entre os conhecimentos científicos e populares, promovendo a apropriação pela comunidade em busca de autonomia;

IV. Relevância social: por ser uma forma de solucionar os problemas encontrados, tendo enfoque também na sustentabilidade ambiental e a transformação social.

Esses pilares podem ser utilizados para guiar e avaliar trabalhos de TS, na busca de um melhor desenvolvimento tecnológico e social, melhorando sempre os trabalhos das áreas tecnológicas e de engenharia junto a diferentes grupos sociais.

No início desse trabalho, o objetivo foi realizar um levantamento de projetos de TS depositados no banco da FBB e selecionar dois para discussão, a fim de entender seus limites e potencialidades, aprimorando os trabalhos de pesquisa-extensão na área de tecnologia de alimentos.

A secagem de alimentos se trata de um dos métodos mais antigos e eficientes para a conservação, por converter alimentos perecíveis em produtos estáveis pode promover a diminuição de perdas e desperdícios, agregação de valor à matéria-prima e concentração de nutrientes. Isso só é viável devido a retirada de água, redução da atividade de água que inibe o crescimento microbiano, além de auxiliar na redução de custo de transporte e armazenamento.

A operação unitária ocorre de duas formas: transferência de energia do ambiente (calor para evaporação da umidade superficial) e transferência de massa do interior para a superfície do material (umidade do interior se externaliza, seguida de evaporação). As etapas são divididas em três períodos, indução ou entrada em regime operacional, seguida de um período de taxa constante, e por fim, de taxa decrescente de secagem (SANCHES, 2018).

A secagem solar é influenciada por diferentes fatores, como temperatura, velocidade de circulação do ar e umidade relativa do ambiente, os quais estão diretamente relacionados à tecnologia utilizada (DI DOMENICO, 2019). Na secagem natural, a matéria-prima a ser seca é exposta diretamente ao sol, o que requer cautela para não ocorrer um aquecimento agressivo e heterogêneo e na secagem artificial, depende-se do uso de equipamentos (DI DOMENICO, 2019).

Câmaras de secagem solar, por exemplo, são equipamentos que promovem o aumento da temperatura do ar interno, diminuindo a umidade, fazendo com que ocorra a transferência de água disponível na matéria-prima para o ar, tendo a energia solar como fonte de calor (DI DOMENICO, 2019).

Apesar de sofrer a influência da condição meteorológica do local e do período do ano, essa energia sustentável é alternativa no contexto de crise energética e da dependência dos preços de combustíveis fósseis (COSTA, et al., 2020). A secagem solar de alimentos mostra-se como alternativa de grande interesse por sua característica de ser limpa, de baixo custo e de grande disponibilidade.

Considerando-se projetos de pesquisa-extensão na área de processamento de alimentos, sugere-se a secagem solar, por suas vantagens e facilidades e sua possível adequação a diferentes necessidades. Portanto, esse trabalho teve como objetivo realizar o dimensionamento de um secador solar de desenho simples e em condições sanitárias para secagem de alimentos.

As especiarias, conhecidas também como temperos e ervas condimentares, desempenham um papel histórico por suas características sensoriais, sejam para realçar ou

agregar sabor, aroma e cores, como também por apresentarem propriedades terapêuticas (SILVA, 2019).

A legislação brasileira classifica especiarias como “produtos constituídos de partes de uma ou mais espécies vegetais, as quais são utilizadas com a finalidade de agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas” (BRASIL, 2005). Para as especiarias, o processo de secagem promove a conservação (aumento da vida de prateleira), podendo manter a qualidade nutricional e sensorial (SILVA, 2019).

Na panificação, o uso de especiarias é valorizado por serem ingredientes enriquecedores e diferenciadores, dando aroma e sabores, podendo agregar propriedades nutricionais por fornecerem fibras, carboidratos, proteínas, óleos essenciais, além de minerais e outros aportes fitoquímicos (GOMES, 2012). As especiarias estão também associadas a atividade antioxidante, bactericida e maior retenção de água (GOMES, 2012).

Por fim, a critério de teste, o objetivo ao final do trabalho foi realizar a secagem de especiarias e aplicá-las em pães, os quais foram avaliados para se observar as alterações tecnológicas que podem ocorrer com a presença das especiarias.

## MÉTODO

A discussão de Tecnologias Sociais (TS) foi feita através da busca pelo termo “alimentação” no banco de dados de Tecnologias Sociais da Fundação Banco do Brasil (FBB, 2022), selecionando duas tecnologias e avaliando-as de acordo com as definições do Instituto de Tecnologia Social (ITS, 2007).

O secador solar foi construído em material de aço inoxidável (nº 304 com chapa de 1 mm de espessura), com medidas aproximadas ao modelo de Di Domenico (2019), pela empresa Polinox Campinas. As dimensões internas da câmara de secagem são: 1150 x 850 x 425 mm (comprimento x largura x profundidade); com pés articulados; 2 prateleiras móveis (mesh 4) em seu interior; inclinação de 15°; aberturas na parte superior (100 x 100 mm), de entrada e de saída de ar (300 x 100 mm).

A confecção do equipamento foi possível graças ao financiamento do projeto “Fibras e amidos de tubérculos ainda não comercializados industrialmente” pela Fundação Cargill, pois foram realizados testes de secagem de tubérculos e raízes, como o açafrão, gengibre e cará de espinho.

A execução das atividades práticas do projeto foi realizada no Laboratório de Cereais, Raízes e Tubérculos II, da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp (Campinas, SP).

Para os testes de secagem, foram utilizadas as seguintes matérias-primas: cebolinha, manjeriço e alecrim, adquiridas no grupo de consumo do Coletivo de Produtoras do pré-assentamento Elizabeth Teixeira (Limeira - SP); hibisco, capim-cidreira, gengibre e ora-pro-nóbis, do centro cultural Casa do Pavão (Campinas); e peixinho, manjeriço, alecrim, erva baleeira, colhidos no Espaço Mandala do projeto original Horto de Plantas Medicinais da Unicamp (Campinas).

Durante o processo de secagem, a umidade relativa do ar e as temperaturas foram aferidas com termohigrômetros, sendo um na região da entrada e outro na saída do secador solar. O fim do processo foi indicado com umidade inferior a 6%, aferida por balança infravermelho (105°C por 10 minutos).

Entre os produtos obtidos na secagem, selecionou-se o gengibre (triturado, em pó) e mix de ervas (cebolinha e manjeriço) para aplicação em pães artesanais. Foram produzidos, em triplicata, pães com a formulação de pão francês (600g) da Panificadora Britânia Multipane, com adição de 0,2 a 0,5% (em relação à quantidade de farinha) das especiarias escolhidas, resultando nos seguintes pães: padrão, com gengibre e com mix de ervas.

Após a obtenção de cada pão, foram feitas as seguintes avaliações: volume específico pelo método de deslocamento de sementes de painço, umidade de acordo com o método 925.09 AOAC (2010), atividade de água através do equipamento Aqualab (4TEV), firmeza do miolo em texturômetro (TA.XT stable micro systems) de acordo com o método AACC 74-09 ( $n > 10$ ), e cor do miolo, em colorímetro (Miniscan XE PLUS HUNTERLAB®), pelo sistema CIELab. Foi realizada a comparação de médias através do teste de Scott-Knott, com software SISVAR ( $p < 5\%$ )

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise de potencialidades e limites de tecnologias sociais

No total, existiam em 2019, 986 tecnologias certificadas no BTS em sua maioria das categorias “educação”, “renda” e “meio ambiente”, sendo que a categoria “alimentação” é principal em aproximadamente 8% deste total, englobando as subcategorias: higienização de alimentos; alimentação escolar; produção de alimentos; reaproveitamento alimentar; produção orgânica; e redução do uso de agrotóxicos (CORREA, 2020).

Dentre as últimas tecnologias certificadas selecionou-se àquelas que se relacionam com o processamento de alimentos, sendo essas: a “Casa de Farinha Construída de Barro” e a “Ferramenta Individual para Quebra de Coco Babaçu” (FBB, 2022).

Estas tecnologias relacionam-se de diferentes modos ao processamento de alimentos, a “Casa de Farinha Construída de Barro”, que faz parte do projeto “Comer e Morar” (2020) organizado pelo Instituto Ilhabela Sustentável, apresenta-se como TS enquanto local de processamento de alimentos (farinha de mandioca), envolvendo técnicas de bioconstrução e manejo agroflorestal junto às comunidades caiçaras do arquipélago de Ilhabela (São Paulo).

A cartilha do projeto Comer e Morar (2020) dá maior detalhes do projeto, que objetiva a valorização dos conhecimentos e práticas florestais e agrícolas tradicionais, destacando como base a agroecologia, a roça caiçara como um agroecossistema particular, a agrobiodiversidade, com foco no desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais (SAF) vinculados a arquitetura tradicional caiçara, sendo que nesse projeto foram construídas duas casas de farinha comunitárias. Os responsáveis afirmam que “tanto o processo de construção como o de uso possuem caráter colaborativo e educativo na valorização e fomento da produção de farinha de mandioca e, por consequência, da valorização da cultura e resistência caiçara nos territórios tradicionais da Mata Atlântica” (FBB, 2022).

Com relação a TS enquanto instrumento tecnológico para o processamento de alimentos, a “Ferramenta Individual para Quebra de Coco Babaçu”, desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Cocais, tem uma particularidade em seu processo de construção, pois foi feito através de validações dos grupos organizados de quebradeiras de coco de 7 comunidades do estado do Maranhão (FBB, 2022). Tem como objetivo melhorar a eficiência e ergonomia na quebra do coco babaçu, que seja uma tecnologia

adequada a realidade das mulheres quebradeiras e resulte em um aproveitamento integral do fruto, agregando valor e melhorando a renda de suas famílias (FBB, 2022).

As informações fornecidas pelo Banco de Tecnologias Sociais permitem o entendimento das diferentes formas que a TS pode assumir e uma discussão de suas potencialidades e limites relacionadas aos princípios da TS (ITS, 2007), para o melhoramento da reaplicação dessas tecnologias e como guia de desenvolvimento tecnológico que envolvam diversas dimensões das técnicas às culturais.

Dessa forma, a Figura 1 apresenta um esquema com os principais limites e potencialidades apontados após discussão dos projetos.

**Figura 1** - Desenho esquemático dos limites e potencialidades apontados nos projetos de Tecnologia Social (TS)



Fonte: autoria própria

Além das principais potencialidades (Figura 1) encontradas para essas TS, o processo de TS pode apresentar os seguintes pontos positivos: desenvolvimento de tecnologias adaptadas à produção de “pequenos produtores”; criação de alternativas de processamento de alimentos para o combate ao desperdício de alimentos; estão ligadas aos interesses de comunidades agrícolas; podem ser desenvolvidas e utilizadas facilmente; podem atender às exigências sanitárias; estão ligadas aos conhecimentos e cultura do território que se insere.

A não realização de oficinas ou experiências que promovam um processo dialógico e participativo, para tomada de decisões, troca de conhecimentos e planejamento, são prejudiciais no processo de TS. Deve-se ter atenção também a questões de custo, aquisição e manutenção da tecnologia, no caso de sua necessidade de insumos, instrumentos e materiais de difícil aquisição.

Detalhes quanto à organização, sistematização e acompanhamento dos processos de desenvolvimento das tecnologias são importantes para avaliar sua condição enquanto TS.

Freitas et al. (2013) realizou uma análise de tecnologias do BTS quanto ao potencial de contribuírem com a sustentabilidade (econômica, social e ambiental) e evidencia que as tecnologias desenvolvidas enquanto TS são sustentáveis, porém apresentam limites, semelhantes aos encontrados para projetos analisados nesse trabalho, sendo eles:

1. na dimensão econômica, a promoção do empoderamento das comunidades quanto a propriedade das tecnologias, a fim de evitar a dependência de terceiros, através da construção de conhecimentos da utilização da tecnologia enquanto instrumento de geração de trabalho e renda;

2. na dimensão social, o envolvimento efetivo das pessoas que utilizarão as tecnologias, ou seja, é necessário um projeto de transformação social que fuja da atuação assistencialista e individualista;
3. na dimensão ambiental, uma maior harmonização no desenvolvimento e uso das tecnologias com o meio ambiente, passando por escolhas que gerem um menor impacto possível.

Segundo Rios e Lima (2016) as TS podem proporcionar uma maior articulação da universidade com a base da sociedade organizada, havendo ganhos como nas condições de vida, no aumento do consumo de produtos tradicionais, fixando os povos em seus territórios. O estudo e construção de TS é um avanço para a universidade, pois essa se limita a ações de uso e desenvolvimento de TC, nas quais não há a inclusão social (RIOS e LIMA, 2016).

Dessa forma, considerando a relação que a desenvolvimento de TS para o processamento de alimentos têm com a garantia a Segurança Alimentar e Nutricional e a Soberania Alimentar dos territórios, os trabalhos de pesquisa-extensão dentro da área de alimentos devem pensar em aspectos que vão além do dimensionamento ou implantação da tecnologia.

Pode-se citar os seguintes aspectos: o direito a terra, conservação de espécies vegetais nativas ou em extinção, acesso ao alimentos (diminuição das distâncias e conseqüente redução de emissão de combustíveis fósseis), uso de defensivos agrícolas, uso de energias renováveis e limpas, redução de resíduos, formulação de alimentos saudáveis e nutricionalmente equilibrados, manutenção de conhecimentos de processos tradicionais, acesso a recursos de produção e venda de processados, assistência em questões sanitárias para comercialização, construção mecanismos de venda mais justos, embalagens de menor impacto ambiental, dentre outros.

### **Dimensionamento do secador**

Os secadores solares podem ser classificados como diretos (integrais), indiretos e mistos, de acordo com a forma que a radiação solar incide no alimento, sendo a direta com incidência em superfície transparente, indireta em superfície opaca e misto em cabine coletora de calor, ou a combinação dos dois (EKECHUKWU E NORTON, 1999 apud DI DOMENICO, 2019).

O modelo de secador solar escolhido (Figura 2) consiste em secagem natural passiva (sem utilização equipamentos de ventilação), sendo de exposição indireta em períodos diurnos, evitando a incidência de radiação UV que desencadeia processos oxidativos em compostos bioativos. Possui aberturas para circulação interna de ar, sendo um sistema de menor custo e impacto ambiental quando comparado ao uso de ar forçado. Considerou-se a RDC 216 (BRASIL, 2004) para escolha do material do secador.

**Figura 2** - Secador solar utilizado neste projeto, sendo A = parte de baixo; B = lateral esquerda; e C = frente e lateral direita



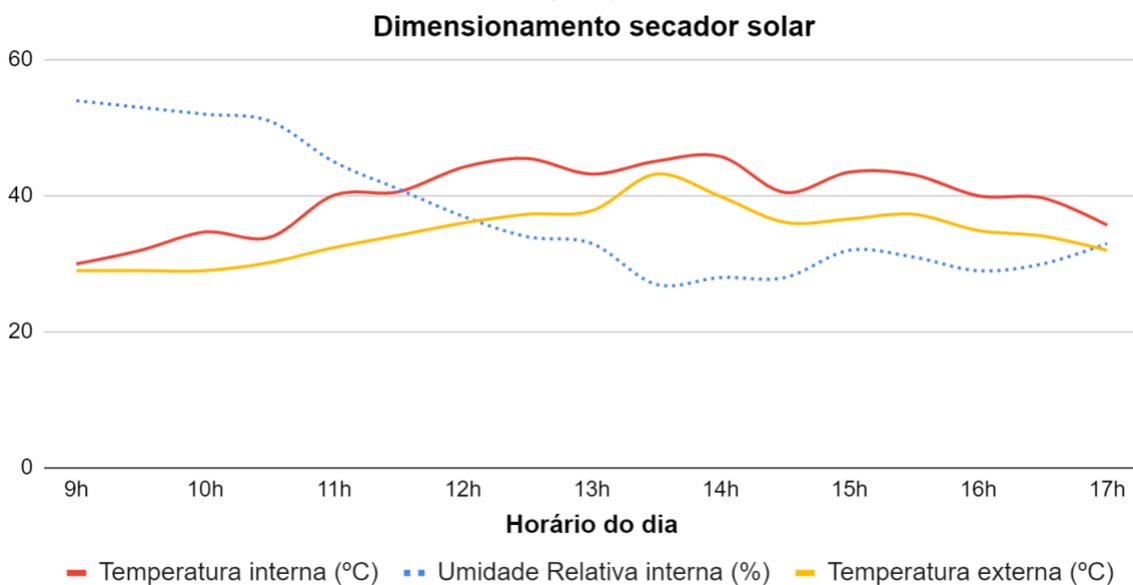
Fonte: Própria autoria

A entrada e saída de ar foram colocadas de tal forma para gerar um gradiente de temperatura, uma vez que o ar de entrada (menos quente) é aquecido pelo interior do secador, direcionando seu fluxo até a parte superior, onde encontra a saída de ar.

Como pré-requisitos, define-se que o equipamento só seria utilizado em local arejado com sol pleno ao longo do dia, verificando-se a previsão do tempo a fim de evitar dias com maior umidade e/ou chuvoso.

Em primeiro dimensionamento foram registradas a temperatura e umidade relativa no secador solar vazio, das 9 às 17h, com o secador vazio (Figura 3).

**Figura 3** - Gráfico de comportamento do secador solar no dimensionamento de secagem sem carga (vazio)



Fonte: Própria autoria

A Figura 4A mostra o secador solar inclinado para que o equipamento capte a maior incidência de sol durante seu uso, ou seja, o secador deve estar sentido norte global e com inclinação de  $0^\circ$  no verão e primavera, no outono com ângulo da latitude local e no inverno adiciona-se  $10^\circ$  ao ângulo da latitude local. Dessa forma, pensando em uma inclinação média para o ano, o secador em questão tem uma inclinação aproximada de  $15^\circ$ .

O segundo dimensionamento foi com sílica, para observar a variação umidade interna, colocaram-se três envelopes contendo a sílica hidratada (ambiente com saturação de água), na entrada, no meio e na saída do secador, abaixo das respectivas aberturas como mostra a Figura 4B.

**Figura 4** - Secador solar ao sol, sendo A = com termômetro na parte superior central e termohigrômetro com visor na lateral e B = sílicas nas direções que foram colocadas no interior do secador



Fonte: Própria autoria

A partir do primeiro dimensionamento, pode-se observar a variação das temperaturas de secagem de acordo com o período do dia e conseqüentemente intensidade da radiação solar (períodos com maior incidência apresentam menor umidade relativa interna), tendo em média um aumento de aproximadamente  $6^\circ\text{C}$  na temperatura interna quando comparada à externa.

Ao longo do processo do segundo teste, foi possível observar a mudança da cor da sílica, sendo que o envelope próximo a saída o que apresentou cor mais próxima ao azul (sílica seca). Esse método mostrou-se interessante para a verificação da eficiência em secagem solar, tendo como resultado um indicativo de cor de simples entendimento e adequado ao trabalho no campo.

Durante os processos de secagem das especiarias, obtiveram-se os resultados médios apresentados na Tabela 1, onde pode-se observar uma queda de aproximadamente 30% da umidade relativa interna do secador, o que é benéfico para a secagem, uma vez que se diminui a saturação do ar, aumenta-se a taxa de transferência de água do alimento para o ar.

**Tabela 1** - Dados de temperaturas médias e máximas, e média das umidades internas do secador solar durante os processos de secagem<sup>1</sup>

Meses	Temperatura média		Umidade Relativa (%)	
	(máxima) (°C)		Mínima	Máxima
	Entrada	Saída		
Maio e abril	34,35 ± 3,49 (39,20)	34,52 ± 3,22 (42,50)	20	59

<sup>1</sup>Os resultados de temperaturas correspondem à média de no mínimo três dias de secagem ± desvio-padrão.

As secagens realizadas não apresentam um padrão ao longo dos dias, tendo a temperatura fortemente influenciada pela condição meteorológica (radiação solar, umidade relativa do ar), pela manipulação do equipamento, passagem de nuvens e velocidade do ar externo.

Comparando com os estudos de Sanches (2018) e Di Domenico (2019), a temperatura média interna do secador adaptado foi abaixo do esperado (em torno de 50-60°C), havendo também uma amplitude pouco expressiva entre as temperaturas do interior e exterior.

Isso pode ser explicado pelo fato que equipamento é constituído completamente de aço inox, que possui alta condutividade térmica, porém com baixa capacidade de isolamento térmico, ou seja, absorvendo e perdendo rapidamente o calor para o meio.

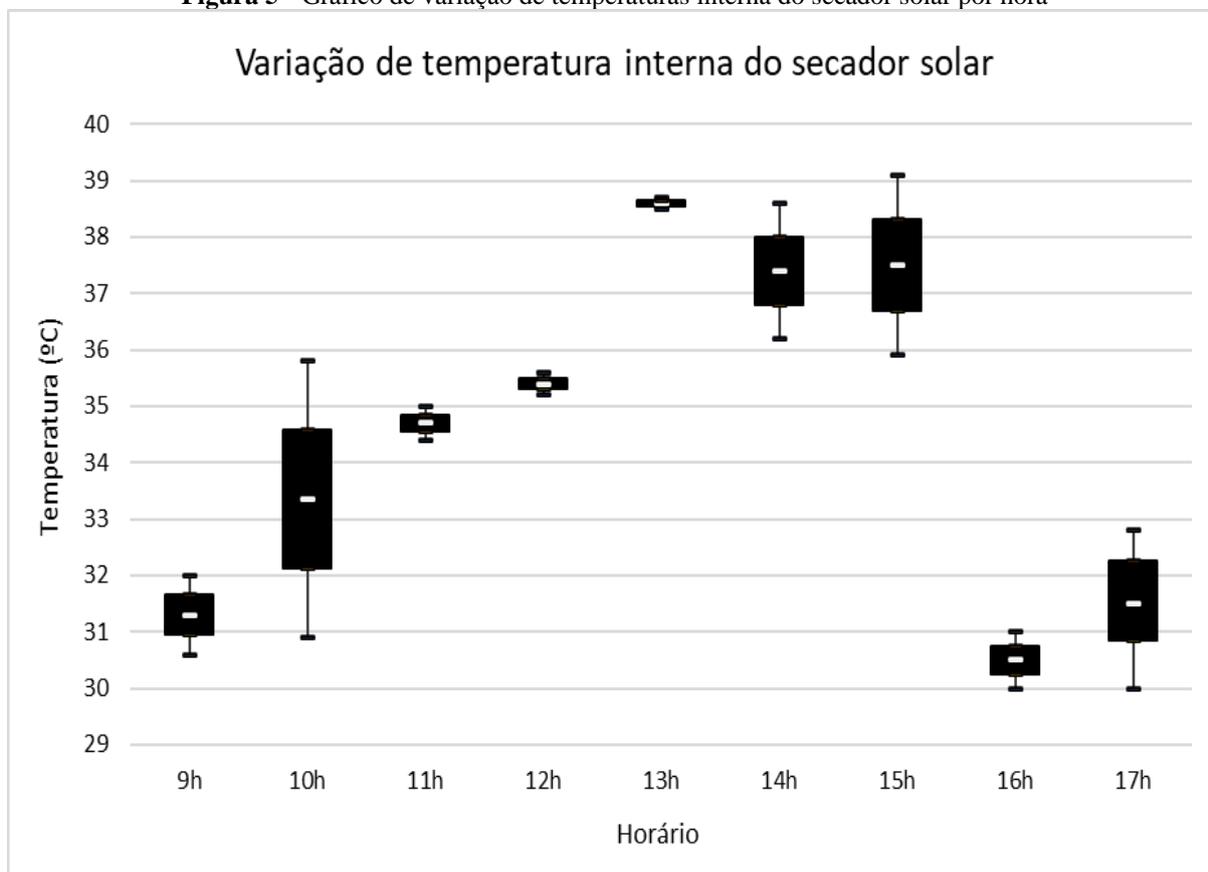
Uma possível adaptação para um aumento da eficiência na retenção de calor e consequente secagem, seria adicionar um sistema com materiais isolantes que podem reter o calor no interior do secador. A adição de um sistema de ventilação também é considerada positiva para diminuir o tempo de secagem, uma vez que a depender das características do alimento, pode chegar a 5 dias.

O peso do equipamento foi considerado um limitante em sua manipulação. Devido a questões de segurança e possíveis chuvas o secador precisava ser deslocado para uso, sugere-se, portanto, que seja colocado em um local fixo e se possível com cobertura transparente ou móvel. Essas melhorias serão estudadas futuramente em pesquisas e atividades de extensão.

### Secagem de especiarias

Durante a secagem das especiarias pode-se observar o comportamento do secador de acordo com o período do dia, como apresentado na Figura 5, indicando melhores momentos para a secagem solar.

**Figura 5** - Gráfico de variação de temperaturas interna do secador solar por hora



Houve uma grande variação de temperatura por volta das 10h, durante os dias mensurados (Figura 5), devido principalmente por ser um período de incidência lateral do sol e passagem de nuvens. Observa-se que nos horários de maior incidência solar (11h às 14h), há uma menor variação de temperatura e que a partir das 16h há uma queda na temperatura interna do secador, indicando um período de menor taxa de secagem.

A secagem do gengibre (Figura 6a) passou pela etapa do corte após a higienização a fim de aumentar a superfície de contato para melhorar o processo. Por tratar-se de um rizoma com maior conteúdo de água comparada às outras especiarias, o gengibre ficou aproximadamente 120h no secador solar até alcançar uma umidade inferior a 10%. O mix de ervas, composto de cebolinha (Figura 6b) e manjeriço (Figura 6c), alcançaram a umidade de segurança em menos de 72h, e não passaram por tratamento térmico.

**Figura 6** - Especiarias secas em secador solar, selecionadas para aplicação



Durante os três dias de secagem do mix de ervas foi aferida a massa para a determinação de sua taxa de perda de água, que pode ser observada na Figura 7.

**Figura 7** - Taxa de desidratação do mix de ervas durante os dias de secagem



Nota-se que o primeiro dia é responsável pela maior taxa de evaporação de água, enquanto no terceiro dia ela se torna constante e tende a zero, indicando o fim da secagem.

Na Figura 8 é possível observar outras matérias-primas que foram secas, que variaram de folhas (Figura 8a, c, e), sementes (Figura 8b), rizoma (Figura 8d) e flor (Figura 8f), podendo servir como chás e temperos.

**Figura 8** - Folhas, rizomas e flor secas por secagem solar, sendo A = ora-pro-nobis, B = sementes de hibisco, C = erva de santa maria, D = açafraão, E = capim santo e F = hibisco (vinagreira)



### Elaboração e avaliação pães artesanais adicionados de especiarias

Entre os produtos obtidos na secagem, selecionou-se o gengibre e mix de ervas para aplicação em pães artesanais, visto que foram ervas que estavam em condições desejadas, consideradas de fácil obtenção e de uso popular.

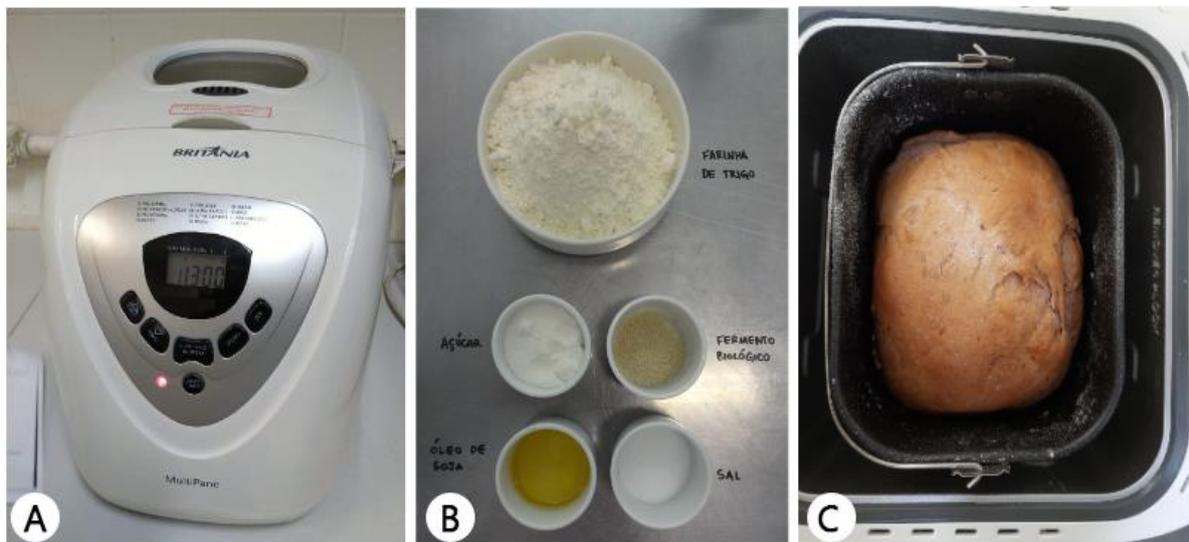
A panificadora foi escolhida a fim de uniformizar a produção desde a mistura, fermentação até o processo de assamento. Escolheu-se uma formulação de pão tipo francês indicada pelo manual da panificadora (Tabela 2). A máquina de pão utilizada, os ingredientes de produção e a visão final do pão dentro do equipamento podem ser observados na Figura 9.

**Tabela 2** - Formulação de pão francês utilizada para aplicação das especiarias

Ingrediente	Medida (volume ou massa)
Água	1 copo (240mL)
Óleo	1 colher de sopa (6g)
Sal	1 1/2 colher de chá (3g)
Açúcar	1 1/2 colher de sopa (16g)
Farinha de trigo	3 copos (450g)
Fermento químico	2 colheres de chá (4g)
Especiaria*	0,2 - 0,5% (0,9 - 1,25g)

\*Utilizou-se 0,2% para o gengibre e 0,5% para o mix de ervas

**Figura 9** - Produção do pão artesanal com especiarias, sendo A = panificadora automatizada, B = ingredientes preparados e C = resultado.



Fonte: Própria autoria

Os resultados de avaliações tecnológicas dos pães podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 6** - Resultados das análises tecnológicas dos pães artesanais: padrão (PP), com gengibre (PG) e com mix de ervas (PE)<sup>1</sup>

Amostras	PP	PG	PE
Volume específico (mL/g)	3,09 ± 0,03 <sup>ns</sup>	3,34 ± 0,36 <sup>ns</sup>	3,41 ± 0,60 <sup>ns</sup>
Umidade (g.100g <sub>1</sub> )	34,00 ± 2,13 <sup>ns</sup>	32,80 ± 2,52 <sup>ns</sup>	33,95 ± 1,81 <sup>ns</sup>
Atividade de água <sup>2</sup>	0,94 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,94 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,93 ± 0,00 <sup>b</sup>
Firmeza (g)	248,37 ± 60,21 <sup>ns</sup>	253,64 ± 73,06 <sup>ns</sup>	282,61 ± 5,27 <sup>ns</sup>
Cor do miolo			
L*	72,93 ± 1,16	67,14 ± 1,26 <sup>b</sup>	72,53 ± 1,91 <sup>a</sup>
a*	3,23 ± 0,50 <sup>a</sup>	3,50 ± 0,40 <sup>b</sup>	1,06 ± 0,40 <sup>c</sup>
b*	22,841 ± 0,64 <sup>a</sup>	23,11 ± 0,81 <sup>b</sup>	18,84 ± 0,81 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Resultados correspondem à média (n > 3) ± desvio-padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p ≤ 0,05), sendo ns = não significativo. <sup>2</sup>Análise realizada a temperatura média = 24,9°C.

Durante os dias de produção, pôde-se observar que os pães que passaram por um período maior de descanso para iniciar a produção apresentaram visualmente volumes maiores, porém não houve diferença significativa dos volumes específicos dos pães.

A umidade é uma informação importante por se relacionar com a conservação e armazenamento do produto, conseqüentemente na qualidade e durabilidade. Para a panificação, segundo a legislação a umidade máxima é de 38 g.100g<sup>-1</sup> (BRASIL, 2000), mostrando que os pães produzidos, mesmo que em ambiente fechado (panificadora) apresentam umidade dentro do esperado para pães de consumo imediato (até 6 horas). Essa indicação de consumo é necessária uma vez que os pães apresentaram Aw > 0,90, sendo passíveis de contaminação de bolores e leveduras.

Com a adição das especiarias, observa-se que não houve diferença significativa na firmeza do miolo, mostrando a possibilidade do uso de especiarias sem alteração da textura do pão, semelhante ao avaliado por Gomes (2012).

Quanto à cor do miolo dos pães, esta foi alterada de acordo com a adição das especiarias, sendo que para o PG, o valor L\* foi significativamente diferente que PP e PE. De maneira geral,

as diferenças estão relacionadas principalmente pela adição das especiarias alterando os valores de  $a^*$  e  $b^*$  devido às suas cores características.

## CONCLUSÃO

Através dos estudos de secadores solares, enxerga-se como potencialidade, o modelo de secador escolhido tem a possibilidade de ser uma ferramenta que atende de forma simples e rápida a demanda para se evitar o desperdício, utilizando apenas energia solar, acreditando-se que melhorias podem ser testadas para aumentar sua eficiência.

A agregação de valor aos produtos, quando secos, é um ponto importante ao se considerar esta tecnologia. Além disso, com a perda de água há a redução do peso e consequentemente os custos de transporte, os perigos de crescimento de microrganismos patogênicos e modificações como murchamento, escurecimento, alteração de sabor e aroma.

O alimento quando seco, há a manutenção do seu preço, não dependendo das épocas de safra. Esta e outras tecnologias desenvolvidas junto a comunidades interessadas e participativas em sua produção e aplicação (Tecnologia Social), aumenta seu potencial de sustentabilidade socioambiental.

A produção de pães artesanais com especiarias secas mostrou-se tecnologicamente viável, além de sua adição de sabor, é uma forma de aproveitamento de sobras e alternativa de agregação de valor aos pães, seja sensorial, nutricional, tecnológica e economicamente.

## AGRADECIMENTOS

As autorias agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil, pelas bolsas concedidas a P. H. Campelo e MTP Clerici (Processos 310793/2021-1 e 312786/2020-4) e de Iniciação Científica de C. A. Hayashi, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - código financeiro 001, Brasil, pelas bolsas de G. C. Nascimento e N. A. Brandão (Processos 88887.605707/2021-00 e 88887.605710/2021-00). Também agradecem, Faepex - 2679/21 e Fundação Cargill, processo 5610 – Tubérculos. Em especial agradecem a Cristina Tanikawa e Nilza Alzira Batista pela parceria com a Mandala Unicamp e o Espaço Cultural Casa do Pavão.

## REFERÊNCIAS

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, AOAC, Arlington, VA, USA, 2010. Secs. 925.09.

BRASIL. **Resolução RDC 216 de 15 de setembro de 2004**. Aprova o regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2004. Acesso: 06 mar. 2022.

BRASIL. **Resolução RDC N° 276, de 22 de setembro de 2005.** REGULAMENTO TÉCNICO PARA ESPECIARIAS, TEMPEROS E MOLHOS Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2005. Acesso: 05 set. 2022.

BRASIL. **Projeto de lei do senado nº 111, DE 2011.** Institui a Política Nacional de Tecnologia Social. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/99555/pdf>>. Acesso: 06 mar. 2022.

BRASIL. **Resolução RDC N° 90, DE 18 DE OUTUBRO DE 2000.** REGULAMENTO TÉCNICO PARA FIXAÇÃO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE PÃO. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2000. [https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/anvisa/2000/rdc0090\\_18\\_10\\_2000.html](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/anvisa/2000/rdc0090_18_10_2000.html). Acesso: 04 set. 2022.

COMER E MORAR (org.). **Viver no Território Tradicional da Mata Atlântica.** Ilhabela: Instituto Ilhabela Sustentável, 2020.

CORREA, A. P. M.; PINTO, H. M.; FREITAS, C. C. G.; FREITAS, F. P. M.. Banco de tecnologias sociais: um panorama. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 40, p. 1, 1 abr. 2020. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v16n40.9878>.

COSTA, NANCY LIMA et al. **Características dos sistemas de secagem solar em desenvolvimento na UFCG.** In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018. 2020.. Acesso: 05 set. 2022.

DAGNINO, R.; BRANDÃO, F. C.; NOVAES, H.T. **Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento.** Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro, 2004. Acesso: 24 fev. 2022.

DAGNINO, R. **Tecnologia Social: Ferramenta para construir outra sociedade.** Campinas: Komedi, 1.a ed, 2010.

DI DOMENICO, A. L. **Estudo da capacidade produtiva e viabilidade econômica de diferentes modelos de secadores solares para desidratação de alimentos por pequenos produtores rurais.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2019. Disponível em: <[https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20065/1/FB\\_CEEP\\_I\\_2020\\_01.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20065/1/FB_CEEP_I_2020_01.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2022.

FREITAS, C. C. G. **Tecnologia social e desenvolvimento sustentável: um estudo sob a ótica da adequação sociotécnica.** 2012. 240 f. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Acesso: 03 mar. 2022.

FREITAS, C. C. G.; KÜHL, M. R.; SEGATTO, A. P.; BALBINOT, Z. TECNOLOGIA SOCIAL E A SUSTENTABILIDADE. EVIDÊNCIAS DA RELAÇÃO. **Interciencia**, 38(3), 229-236, 2013

FBB - Fundação Banco do Brasil. **Ferramenta individual para quebra de coco babaçu.** São Luíz, 2019. Disponível em: <<https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/>> Acesso em 09 de mar. 2022.

GOMES, Isabel Maria Monteiro. **Estratégias para a redução do teor de sal no pão através da incorporação de ervas aromáticas e especiarias: perspectivas do consumidor.** 2012. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/65504/2/24185.pdf>> Acesso em 06 de jul. 2022.

ITS - INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Conhecimento e Cidadania.** São Paulo, 2007. Disponível em: <[https://docs.wixstatic.com/ugd/85fd89\\_5dbe395e82e142caad9baa12765461bb.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/85fd89_5dbe395e82e142caad9baa12765461bb.pdf)>. Acesso em: 25 de fev. 2022.

ISIDORO, A., & BATTESTIN, V. (2014). Determinação qualitativa de enzimas deteriorativas Catalase e Peroxidase em alcachofras provenientes da cidade de São Roque-SP **Scientia Vitae**, 2 (6),55 -60. Acesso: 05 set. 2022.

PEREIRA, L. C. B.; FREITAS, C. C. G. Educação na tecnologia social: análise de experiências. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 14, n. 30, p. 105-120, 2018.<<https://www.redalyc.org/journal/4966/496659054007/html/>> Acesso: 06 mar. 2022.

RIOS, D. M. S.; LIMA, J. R. O.. A prática da extensão universitária como incentivadora da tecnologia social. **Revista Brasileira de Tecnologias Sociais.** Editora UNIVALI. .v. 3, n. 1, p. 93, 5 dez. 2016.

SANCHES, R. V. **Reaplicação da tecnologia social para o desenvolvimento de um secador solar para alimentos.** Dissertação de mestrado em Engenharia de Alimentos - Unicamp, Campinas, SP, 2018. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/333327/1/Sanches\\_RafaelVasques\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/333327/1/Sanches_RafaelVasques_M.pdf)> Acesso em: 24 fev. 2022.

SCHWAB, D; FREITAS, C. C. G. Tecnologia social: implicações e desafios da implantação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 12, n. 26, p. 42-60, 2016. <https://www.redalyc.org/pdf/4966/496654013004.pdf> Acesso: 05 mar. 2022.

SILVA, Jéssica Alane Silvano de Lima. **Desidratação de ervas condimentares: análise do processo de secagem**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Acesso em: 20 ago. 2022.

VARGAS, M. **Para uma filosofia da tecnologia**. São Paulo: Alfa Omega, 1994. Acesso em: 25 ago. 2022.

Publicado em 11/09/23