

Bioconstrução de taipa de mão: uma antiga técnica para uma nova maneira de armazenamento de grãos e sementes

Gustavo Kloch Neideck

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense, Rio do Sul - SC, Brasil
E-mail: gustavoklochneideck@gmail.com

Laís Moreira Granato

Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC, Instituto Agrônomo de Campinas, Cordeirópolis - SP, Brasil
E-mail: laisgranato@gmail.com

Karla Funfgelt

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense, Rio do Sul - SC, Brasil
E-mail: karla.funfgelt@ifc.edu.br

RESUMO

Um dos problemas enfrentados pelos agricultores é a desvalorização de seus produtos nos período pós-safra. Bioconstruções para armazenamento de produtos agrícolas podem ser alternativas sustentáveis e baratas. O sistema construtivo taipa de mão utiliza apenas bambus e barro. O barro tem potencial de absorver a umidade e reduzir a temperatura do interior da construção, o que pode reduzir o desenvolvimento de microrganismos que podem acarretar a deterioração do produto. Um protótipo foi construído pelo sistema taipa de mão e outro utilizando alumínio. Medidas de temperatura e umidade no interior dos protótipos foram monitoradas. Tanto temperatura quanto umidade do interior do protótipo de taipa de mão foram menores do que do protótipo metálico. Isso acarretou uma menor absorção de umidade pelos grãos de arroz mantidos em seu interior, maior taxa de germinação das sementes e menor crescimento de fungos. Concluímos que o sistema taipa de mão é eficiente para o armazenamento de grãos, além de ser mais barato.

Palavras-chave: Agricultura familiar. Armazenamento de grãos. Taipa de mão.

Bioconstruction of taipa of hands: an old technique for a new way of storing grains and seeds

ABSTRACT

One of the problems faced by farmers is the devaluation of their products in the post-harvest period. Bioconstructions for storing agricultural products are sustainable and cheap alternatives. The taipa of hand system uses only bamboo and clay. Clay has the potential to absorb moisture and reduce the temperature inside the building, which can reduce the development of microorganisms that can lead to product deterioration. One prototype was built by the taipa of hand system and another using aluminum. Temperature and moisture measurements inside the prototypes were monitored. Both temperature and moisture of the interior of the taipa of hand prototype were lower than the metallic prototype. This led to less moisture absorption by the grains kept inside it, higher seeds germination than the aluminum prototype and less fungal growth. We conclude that the taipa of hand system is efficient for grain storage, besides being cheap.

Keywords: Family farming. Grain storage. Taipa of hand.

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é uma das principais bases da economia do Brasil e uma das maiores do mundo. Segundo a Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2019), o agronegócio representa 25% do produto interno bruto (PIB) nacional e a perspectiva para 2019 é que o PIB do agronegócio brasileiro cresça 2% em relação a 2018. Em relação à produção de grãos, o Brasil é um dos maiores produtores do mundo, com uma expectativa de 233 milhões de toneladas para a safra 2018/19, segundo dados divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019).

O Brasil é, também, o maior produtor de grãos de arroz fora do continente asiático, com uma produção média anual de 15 milhões de toneladas de arroz em casca para atender ao consumo de 12,14 milhões de toneladas. O estado de Santa Catarina é o segundo maior produtor nacional de arroz, com uma expectativa de produção de 1,1 milhão de toneladas na safra de 2019 (ENGEPLUS, 2019).

A agricultura familiar é responsável por 24% da produção agrícola do Brasil. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), 81% dos estabelecimentos agropecuários em território nacional, pertencem a agricultura familiar, e em Santa Catarina, quase 90%. Esse tipo de agricultura apresenta dinâmica e características diferentes da agricultura não familiar (DELGADO & BERGAMASCO, 2017, p. 74). Nela, a gestão da propriedade é compartilhada pela família; e, por causa da atividade produtiva agropecuária ser a principal fonte geradora de renda (MDA, 2019), a agricultura familiar conta com recursos bem mais modestos em relação a agricultura não familiar (ANTUNES, 2018, p. 4).

Um dos problemas enfrentados pelos agricultores familiares é a venda de seus produtos (AGROLINK, 2019). No período pós-safra, época do ano em que ocorre maior parte da venda de produtos oriundos da agricultura, incluindo grãos, a demanda é extremamente alta e, conseqüentemente, o preço de venda dos produtos agrícolas acaba diminuindo significativamente (COSTABILE, 2017, p. 30). Com isso, os agricultores familiares têm duas opções de venda: vender seus produtos pelo preço de mercado ou estocar seus produtos em silos para vendê-los em outro período do ano mais propício.

Os silos são construções destinadas ao armazenamento e conservação de grãos secos, sementes, cereais e forragens verdes (CARNEIRO, 1948, p. 4). Os silos são construídos normalmente de alumínio ou aço, materiais não sustentáveis que agredem o meio ambiente (SPADOTTO et al., 2011, p. 174). Entretanto, essas construções são extremamente caras, o que dificulta a aquisição pelos agricultores familiares (MARTINS *et al.*, 2013, p. 10). Dessa maneira, a alternativa desses agricultores é o aluguel de silos de grandes cooperativas para estocar seus produtos, o que reduz drasticamente a renda líquida destas famílias (ANTUNES, 2018, p. 4).

A técnica construtiva identificada como taipa de mão pode ser uma alternativa sustentável a essas famílias. A taipa de mão se apresenta como uma das principais técnicas construtivas aplicadas durante o período colonial brasileiro, executada basicamente com bambus (parte estrutural) e barro para o preenchimento e acabamento dos elementos construtivos (MAURICIO, 2017, p. 23; CORDEIRO *et al.*, 2019, p. 13). O barro presente nas paredes do sistema taipa de mão tem o potencial de absorver a umidade do ar e reduzir a temperatura, o que favorece o resfriamento térmico (PISANI, 2004, p. 10). Variações de temperatura entre os ambientes interno e externo de um silo provocam correntes de ar na massa de grãos, que podem induzir a migração de umidade das áreas de altas temperaturas para as de baixas temperaturas. A migração de umidade pode potencializar o desenvolvimento de insetos, fungos e bactérias e iniciar a deterioração do produto (BROOKER *et al.*, 1992; CHANG *et al.*, 1993; DEVILLA *et al.*, 2004, p. 285). Sendo assim, o sistema taipa de mão reduziria as chances de desenvolvimento de microrganismos nos grãos.

Além disso, as construções de taipa de mão possuem uma porcentagem de agressão ao meio ambiente relativamente menor quando comparadas a uma construção tradicional (PISANI, 2004, p. 10), e por serem construídas com materiais encontrados na natureza e/ou com baixíssimo custo (CORDEIRO *et al.*, 2019, p.13), oferecem vantagens econômicas para agricultores familiares, os quais não possuem recursos financeiros para a construção de silos metálicos. Com isso, os pequenos produtores poderiam armazenar seus grãos em sua própria residência, tornando-os mais independentes e não os obrigando a vender seus produtos agrícolas em uma época de demanda extremamente alta.

Apesar da importância econômica e ambiental, não há muitos trabalhos sobre bioconstruções de taipa de mão, por isso, o objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho de um silo protótipo, construído no sistema taipa de mão, em relação às variáveis ambientais (temperatura e umidade), presença de microrganismos e germinação de sementes de arroz, quando comparado com um protótipo de mesmas dimensões construído em alumínio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Construção dos Protótipos

Foram construídos dois protótipos: um no sistema construtivo taipa de mão e outro utilizando metal tipo alumínio, a fim de simular um silo tradicional e ser utilizado como tratamento controle.

Construção do protótipo de taipa de mão

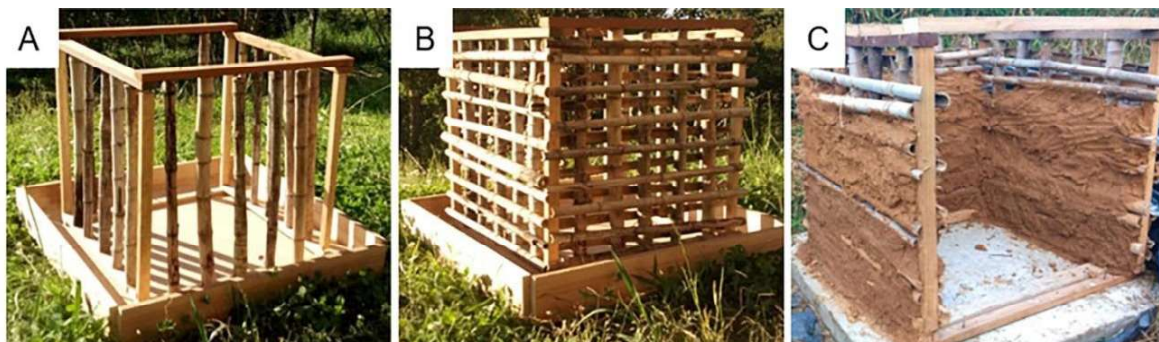
O protótipo do sistema taipa de mão foi construído com dimensões de 0,60 m de altura x 0,60 m de largura x 0,60 m de comprimento, totalizando 0,216 m³ de volume construído (Figura 1). A espessura final da parede teve, em média, 10 cm, totalizando 0,150 m³ de volume útil. Na parte estrutural, ripas de madeira foram utilizadas nas arestas do cubo e bambus secos e inteiros foram introduzidos e pregados de forma vertical, com espaçamento de aproximadamente 10 cm. O restante dos bambus foi cortado em quatro partes, sendo posteriormente amarrado com fio de sisal de forma horizontal aos bambus verticais. O espaçamento entre os bambus amarrados teve, em média, 5 cm.

Após o término da parte estrutural do protótipo, foi preciso selecionar o solo a ser utilizado para o preenchimento das paredes. Para isso, foi realizada uma análise química do solo, averiguando a quantidade de silte, argila e areia. O solo foi misturado com água para que fosse possível moldá-lo. Foram introduzidas 100 g de palhada seca de grama a cada 1 kg de solo, para fixação na estrutura e para evitar rachaduras. Após o término da construção, o protótipo foi deixado secar por sete dias até que toda água presente no solo utilizado evaporasse.

Uma placa de cimento foi construída com dimensões de 0,80 m de largura x 0,80 m de comprimento x 0,10 m de altura, para utilizar como piso para o protótipo, a fim de que ele não tenha contato com a umidade do solo. Para a cobertura, foi utilizada uma telha ecológica feita a base de papelão. Um pequeno desnível foi deixado para escoar a água da chuva e uma pequena abertura foi feita na parte frontal do protótipo para que houvesse acesso ao interior dele, para possibilitar a inserção das amostras e a medição da temperatura. Essa abertura foi fechada com uma chapa de madeirite de 0,15 m x 0,30 m.

O protótipo foi deixado ao ar livre, exposto a todas as alterações edafoclimáticas, como chuva, sol, *etc.*

Figura 1. Etapas do processo de construção do protótipo. A. Bambus inteiros na vertical; B. Bambus cortados e amarrados com fio de sisal horizontal; C. Preenchimento das paredes com solo preparado.



Construção do Protótipo de Metal

O protótipo simulando um silo tradicional foi construído inteiramente de alumínio, com dimensões de 0,60 m de altura x 0,60 m de largura x 0,60 m de comprimento. Em suas dobradiças, foram utilizados parafusos para que não entrasse água da chuva. Uma abertura de 0,15 m x 0,30 m foi feita na parte frontal para que fosse possível manusear seu interior. Seu telhado também foi construído de alumínio afim de representar a realidade das construções modernas.

Para a base, foi utilizado um bloco de cimento idêntico ao que foi utilizado no protótipo de taipa de mão. Para vedação máxima entre a base e o protótipo, foi colocado um revestimento de cola silicone, para que não houvesse entrada de umidade do exterior.

Grãos e sementes utilizados nos experimentos

Amostras de grãos de arroz (*Oryza sativa*), com casca e recém colhidos foram fornecidos por um produtor rural do município de Rio do Campo - SC. A cultura foi selecionada devido à importância econômica na região do Vale do Itajaí - SC. A umidade dos grãos foi aferida previamente e aproximadamente 1 kg de arroz foi inserido no interior de cada um dos protótipos.

Amostras de sementes de arroz também foram inseridas no interior dos protótipos para verificação da viabilidade das sementes após o período em que foram mantidas em experimento (30 dias).

Avaliação das variáveis ambientais: temperatura e umidade

Os dados de temperatura e umidade foram coletados para observar a interferência climática nos métodos construtivos utilizados em cada protótipo.

As temperaturas máximas e mínimas no interior dos protótipos foram aferidas semanalmente no período de 23 de abril de 2019 a 29 de julho de 2019, sempre no mesmo horário. O horário das 15h foi escolhido devido a maior radiação solar. Para a medição, um termo higrômetro digital foi colocado no interior dos protótipos. As temperaturas das paredes dos protótipos também foram aferidas a cada 24 horas no período de 23 de abril de 2019 a 20 de maio de 2019, utilizando um termômetro infravermelho. Os dados de temperatura são apresentados em graus Celsius (°C).

A umidade do interior dos protótipos foi medida semanalmente, no período de 23 de abril de 2019 a 29 de julho de 2019. Durante o período de 01 de maio de 2019 a 29 de julho de 2019, foi retirada semanalmente, do interior dos protótipos, uma amostra de 160 g para verificação da umidade dos grãos. O equipamento utilizado para medir a umidade foi o medidor de umidade Gehaka G800. Os dados de umidade são apresentados em porcentagem (%).

Análise da viabilidade das sementes de arroz

Sementes de arroz, mantidas por 30 dias no interior dos dois protótipos, foram utilizadas para análise de desempenho. Cada repetição foi composta por 100 sementes e três repetições foram utilizadas para cada tratamento (protótipo). As sementes retiradas do interior dos protótipos foram mantidas em uma caixa de *gearbox* forrada com um papel de filtro umedecido com 10 ml de água, totalizando 300 sementes por tratamento. As repetições foram mantidas em estufa a 30°C por 14 dias. A taxa de germinação foi obtida após 14 dias, computando-se o número de sementes germinadas, germinadas com deficiência e não germinadas. Antes das sementes serem introduzidas nos protótipos um teste de germinação testemunha foi realizado para verificação da taxa de germinação natural das sementes e servir de comparação entre as taxas de viabilidade das sementes mantidas nos protótipos.

Avaliação da presença de microrganismos

A avaliação microbiológica seguiu a metodologia apresentada por Tietboehl Filho (2004, p. 53). Foram colocadas no interior de cada protótipo, junto aos grãos de arroz, três placas de Petri, anteriormente esterilizadas em autoclave, contendo meio ágar. As placas foram deixadas no interior dos protótipos por 30 minutos. Após esse período, as placas foram mantidas por 24 horas em uma estufa bacteriológica a 30°C. O número de fungos e colônias de bactérias presentes nas placas foram contabilizadas após as 24 horas de crescimento. O experimento foi realizado com três repetições biológicas para cada um dos tratamentos.

Análise dos dados

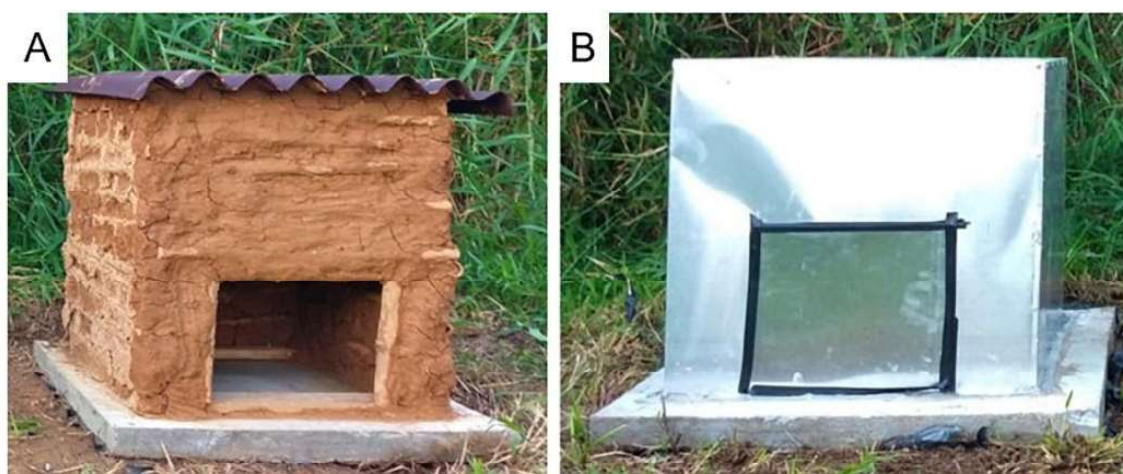
Médias e desvios padrão foram calculados e são apresentados nas tabelas e gráficos. Diferenças entre as médias foram realizadas utilizando teste t de Student, considerando um *P-value* inferior a 0,05 ($P < 0,05$), para verificar a diferença estatística entre os resultados de temperatura, umidade, quantidade de microrganismos e quantidade de sementes germinadas em cada um dos protótipos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Protótipos

A construção dos protótipos de taipa de mão (Figura 2A) e de metal (Figura 2B) foram finalizados e foram deixados ao ar livre, expostos a chuva, umidade e sol. Os dois protótipos se mostraram resistentes às alterações edafoclimáticas, pois não sofreram nenhum dano durante os meses de avaliações. O protótipo construído pelo sistema taipa de mão não sofreu ataques de insetos, o que era uma das preocupações. A taipa de mão não atrai insetos, os quais costumam se esconder nas frestas das paredes. A disseminação de insetos em casas de “pau a pique” acontece porque estas são feitas de barro e madeira sem obedecer a técnicas construtivas como os de taipa de mão, onde não há frestas (AECweb, 2019).

Figura 2. Protótipos. A. Protótipo de taipa de mão com todas as etapas finalizadas. B. Protótipos de metal com todas as etapas finalizadas.



Como o protótipo de taipa de mão foi construído com madeira, bambu e barro, o custo da construção foi bem menor do que a construção do protótipo de alumínio. O baixo custo condiz com Cordeiro *et al.* (2019) e Spadotto *et al.* (2011, p. 174) que relataram que técnicas construtivas utilizando a taipa de mão são uma alternativa mais barata, além de ser mais sustentável.

Temperatura no interior e das paredes dos protótipos

A temperatura do ar máximas e mínimas no interior dos protótipos foram monitoradas semanalmente a fim de verificar a variação existente na temperatura e resfriamento do interior do protótipo de taipa de mão em relação ao protótipo de metal.

No interior do protótipo de taipa de mão, a temperatura máxima aferida variou de 25,50°C nos dias 07, 09 e 13 de maio a 12,50°C no dia 10 de julho. Já a temperatura mínima variou de 23,20°C no dia 29 de julho a 9°C no dia 05 de junho. A média da temperatura máxima foi de 20,16±3,21 e da temperatura mínima foi de 13,55±2,62 (Tabela 1). No interior do protótipo de metal a temperatura máxima aferida variou de 28,00°C no dia 06 de maio a 13,40 no dia 13 de julho. Já a temperatura mínima variou de 24,10°C no dia 29 de julho a 9,50°C no dia 05 de junho. A média da temperatura máxima foi de 21,45±3,27 e da temperatura mínima foi de 14,20±2,56 (Tabela 1). As médias das temperaturas máxima e mínima medidas no interior do protótipo de taipa de mão foram significativamente menores do que as médias do interior do protótipo de metal (Tabela 1).

A temperatura das paredes dos protótipos também variou. No protótipo de taipa de mão a temperatura das paredes variou de 24,50°C a 16,70°C, já as paredes do protótipo de metal tiveram uma variação de temperatura de 28,7 °C a 18,40°C (Figura 3). As máximas e mínimas em ambos os protótipos ocorreram no mesmo dia, 07 e 06 de maio respectivamente. A média de temperatura das paredes do protótipo de taipa de mão foi de 20,2±1,80 e do protótipo de metal foi igual a 22,95±2,24 (Figura 3). As médias das temperaturas das paredes foram significativamente diferentes entre os protótipos ($P=0,00$).

Por meio dos dados de temperatura, pode-se constatar que as paredes do sistema construtivo taipa de mão absorvem menos calor em comparação com as paredes construídas de alumínio. A técnica construtiva taipa de mão é capaz de regular a temperatura interna de uma edificação (AECweb, 2019) devido ao barro presente nas paredes, que armazena o calor durante sua exposição aos raios solares e perde-o lentamente quando a temperatura externa está baixa (PISANI, 2004, p. 10). Isso é bastante interessante, porque altas variações de temperatura no interior de silos podem potencializar o desenvolvimento microrganismos e a deterioração dos grãos (DEVILLA *et al.*, 2004, p.285), por isso que se busca a menor alteração de temperatura possível em um silo.

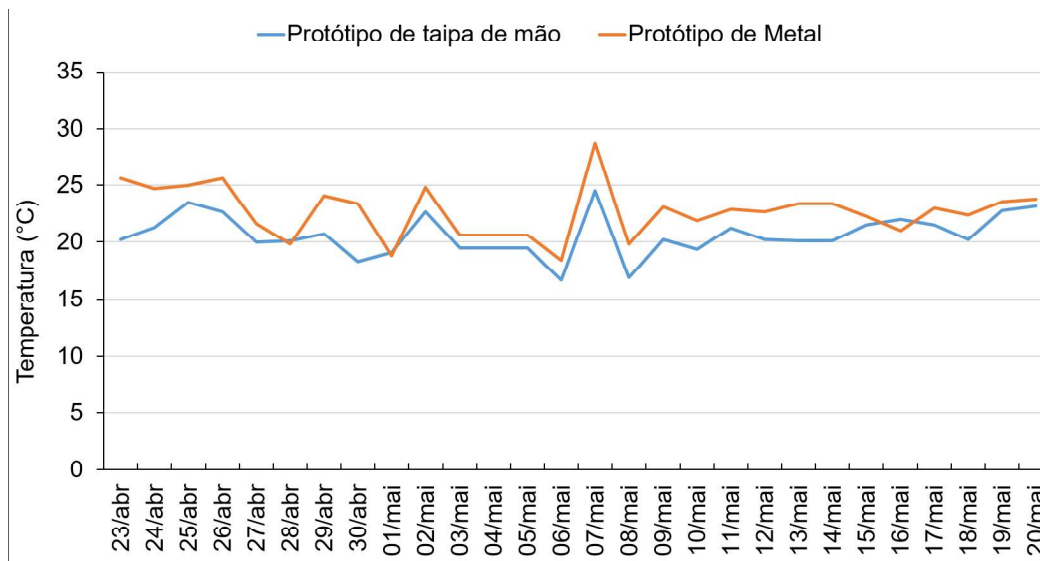
Tabela 1. Temperatura máxima e mínima do interior dos protótipos de taipa de mão e de metal e temperatura das paredes. As temperaturas foram medidas entre os dias 23/04/2019 a 29/07/2019.

Dias	Temperatura Máxima (°C)		Temperatura mínima (°C)	
	Protótipo de taipa	Protótipo de Metal	Protótipo de taipa	Protótipo de Metal
23/abr	23,80	23,00	17,80	18,00
24/abr	21,20	21,50	17,00	17,50
25/abr	23,10	25,00	17,00	17,70
26/abr	22,50	23,50	17,10	17,80
27/abr	22,50	23,50	17,10	17,80
28/abr	22,50	23,50	17,10	17,80
29/abr	23,80	25,10	13,00	14,10
30/abr	23,80	25,20	13,00	14,10
01/mai	20,60	21,30	17,50	17,70
02/mai	22,10	24,00	17,50	17,10
03/mai	22,70	24,40	16,00	17,20
04/mai	22,70	24,40	16,00	17,20
05/mai	22,70	24,40	16,00	17,20
06/mai	25,40	28,00	17,50	17,40
07/mai	25,50	27,00	19,50	17,10
08/mai	24,80	25,90	16,40	16,30
09/mai	25,50	26,00	17,20	16,10
10/mai	24,80	25,90	16,80	16,60
11/mai	24,30	25,90	17,20	16,90
12/mai	24,80	25,90	17,10	16,80
13/mai	25,50	25,90	17,40	16,90
14/mai	19,40	22,30	14,80	14,00

15/mai	19,50	23,10	19,50	15,20
16/mai	19,50	25,90	14,80	14,00
17/mai	19,30	21,80	15,50	14,90
18/mai	18,90	22,30	16,00	15,20
19/mai	18,90	22,30	15,90	14,00
20/mai	19,60	20,80	13,50	12,80
21/mai	20,10	22,30	14,20	14,80
22/mai	19,80	20,20	15,20	15,50
23/mai	23,40	24,50	14,80	15,90
24/mai	22,40	23,20	13,50	14,20
25/mai	20,80	21,40	12,60	13,10
26/mai	19,80	20,10	12,70	12,60
27/mai	17,50	19,50	12,20	12,50
28/mai	16,80	17,20	13,50	14,40
29/mai	17,20	18,50	14,20	14,80
30/mai	18,60	19,10	12,50	12,20
31/mai	19,50	18,90	13,60	14,40
01/jun	18,50	19,60	12,50	13,60
02/jun	20,50	20,90	12,00	12,90
03/jun	21,80	22,70	11,90	11,90
04/jun	19,40	20,20	13,20	14,10
05/jun	17,20	17,50	9,00	9,50
06/jun	17,80	18,00	12,10	12,60
07/jun	17,90	20,40	10,00	11,40
08/jun	18,20	19,40	11,30	12,00
09/jun	19,20	19,80	12,50	12,10
10/jun	21,10	22,20	11,50	12,40
11/jun	21,10	22,40	14,50	14,70
12/jun	21,90	22,50	13,00	13,10
13/jun	20,50	20,40	15,60	16,10
14/jun	19,30	19,90	12,30	12,90
15/jun	18,70	19,80	11,90	12,40
16/jun	19,00	20,20	12,90	13,30
17/jun	22,60	23,80	14,30	13,80
18/jun	21,50	23,70	16,00	15,20
19/jun	22,00	23,40	15,30	15,80
20/jun	21,40	21,90	14,80	15,30
21/jun	20,00	21,20	13,50	13,90
22/jun	19,80	20,60	12,80	13,90
23/jun	19,40	20,20	14,00	14,30
24/jun	20,20	21,40	12,80	12,50

25/jun	21,90	22,40	12,30	12,50
26/jun	20,70	20,90	13,60	14,00
27/jun	22,60	23,10	12,90	13,40
28/jun	21,50	22,90	12,20	12,80
29/jun	23,00	23,60	11,80	12,20
30/jun	24,40	24,60	16,80	16,20
01/jul	24,40	24,80	17,20	17,70
02/jul	18,90	18,40	13,30	14,70
03/jul	14,40	14,50	12,50	12,80
04/jul	13,50	15,60	13,50	14,20
05/jul	15,40	17,50	10,20	10,80
06/jul	15,70	16,90	12,30	13,10
07/jul	15,60	16,90	11,50	12,20
08/jul	14,40	15,70	12,20	11,80
09/jul	13,20	14,90	11,90	12,30
10/jul	12,50	13,60	10,80	11,20
11/jul	14,30	14,80	13,50	14,20
12/jul	13,90	14,80	14,20	14,80
13/jul	12,90	13,40	10,50	11,30
14/jul	14,80	15,70	13,50	13,80
15/jul	16,90	17,80	12,20	11,50
16/jul	15,60	15,90	11,70	13,20
17/jul	17,50	18,00	11,60	12,50
18/jul	18,60	19,60	10,50	11,30
19/jul	17,80	18,40	13,20	14,20
20/jul	18,90	19,40	16,50	16,90
21/jul	20,20	21,00	12,30	12,70
22/jul	20,90	21,50	12,50	13,60
23/jul	21,00	22,00	15,90	15,70
24/jul	19,00	21,00	18,50	19,20
25/jul	24,00	20,00	16,90	17,40
26/jul	26,00	24,00	19,50	20,40
27/jul	19,00	23,00	19,60	22,70
28/jul	25,00	26,00	20,20	21,50
29/jul	23,00	25,00	23,20	24,10
Média	20,16	21,45	13,55	14,10
Desvio	3,21	3,27	2,61	2,56
P-value	0,00		0,00	

Figura 3. Temperaturas das paredes dos protótipos de taipa de mão e de metal. As temperaturas foram aferidas a cada 24 horas no período de 23 de abril de 2019 a 20 de maio de 2019, utilizando um termômetro infravermelho, marca Instrutherm.



Umidade no interior dos protótipos

A umidade relativa máxima e mínima no interior dos protótipos foi monitorada semanalmente a fim de verificar a variação existente na umidade absorvida do interior do protótipo de taipa de mão em relação ao protótipo de metal.

No interior do protótipo de taipa de mão a umidade máxima aferida variou de 95% nos dias 13, 15, 16 e 20 de maio a 75% no dia 25 de junho. Já a umidade mínima variou de 92% no dia 02 de maio a 52% no dia 25 de junho. A média da umidade máxima durante o período de avaliação foi de 89,00±0,03 e da umidade mínima foi de 75,00±0,07 (Tabela 2). No interior do protótipo de metal a umidade máxima aferida variou de 97,00% no dia 13 de maio a 79,00% no dia 25 de junho. Já a umidade mínima variou de 94,00% nos dias 01 e 01 de maio a 55,00% no dia 25 de junho. A média da umidade máxima foi de 92,0±0,02 e da umidade mínima foi de 76,00±0,08 (Tabela 2).

As médias das umidades máxima e mínima medidas no interior do protótipo de taipa de mão foram significativamente diferentes das médias do interior do protótipo de metal (Tabela 2). As médias de umidade mínima e máxima no interior do protótipo de taipa de mão foram menores quando comparadas com o protótipo de metal. Esse resultado demonstra que o barro presente nas paredes do sistema taipa de mão tem a capacidade de absorver a umidade ambiental e perder mais rapidamente a umidade em relação a outros materiais de construção, assim como descrito por Pisani (2004).

Tabela 2. Umidade relativa máxima e mínima do interior dos protótipos de taipa de mão e de metal. A umidade foi medida entre os dias 23/04/2019 a 29/07/2019.

Dias	Umidade Máxima (%)		Umidade mínima (%)	
	Protótipo de taipa	Protótipo de Metal	Protótipo de taipa	Protótipo de Metal
23/abr	84,00	91,00	61,00	65,00
24/abr	88,00	92,00	85,00	89,00
25/abr	89,00	93,00	82,00	84,00

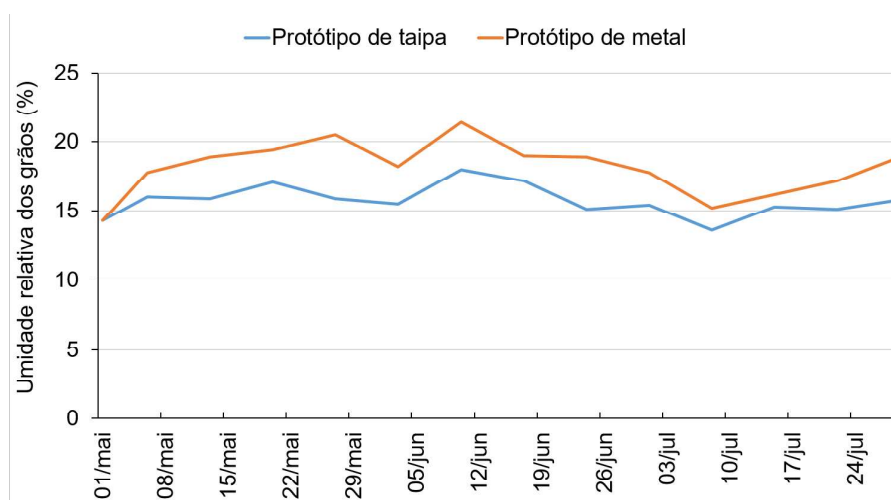
26/abr	87,00	92,00	75,00	77,00
27/abr	87,00	92,00	75,00	82,00
28/abr	87,00	92,00	75,00	81,00
29/abr	93,00	95,00	77,00	80,00
30/abr	91,00	95,00	77,00	80,00
01/mai	92,00	95,00	86,00	94,00
02/mai	93,00	95,00	92,00	94,00
03/mai	89,00	93,50	78,00	89,00
04/mai	89,00	93,50	84,00	88,00
05/mai	89,00	93,00	81,00	85,00
06/mai	86,00	92,00	80,00	81,00
07/mai	88,00	94,00	76,00	79,00
08/mai	89,00	95,00	84,00	74,00
09/mai	86,00	93,00	74,00	72,00
10/mai	89,00	94,00	80,00	73,00
11/mai	93,00	95,00	82,00	72,00
12/mai	92,00	95,00	81,50	77,40
13/mai	95,00	97,00	83,00	87,00
14/mai	82,00	85,00	82,00	87,00
15/mai	95,00	95,00	83,00	79,00
16/mai	95,00	96,00	80,00	72,00
17/mai	94,00	95,00	81,00	79,00
18/mai	93,00	96,00	82,00	80,00
19/mai	94,00	94,00	80,00	83,00
20/mai	95,00	93,00	79,00	82,00
21/mai	90,00	92,00	80,00	81,00
22/mai	89,00	92,00	82,00	84,00
23/mai	90,00	89,00	82,00	85,00
24/mai	87,00	89,00	84,00	84,00
25/mai	90,00	92,00	83,00	80,00
26/mai	91,00	93,00	80,00	82,00
27/mai	90,00	93,00	78,00	80,00
28/mai	91,00	91,00	79,00	83,00
29/mai	92,00	91,00	81,00	82,00
30/mai	92,00	94,00	82,00	83,00
31/mai	90,00	92,00	86,00	88,00
01/jun	91,00	93,00	81,00	85,00
02/jun	91,00	94,00	77,00	81,00
03/jun	92,00	96,00	73,00	75,00
04/jun	88,00	90,00	72,00	79,00
05/jun	90,00	91,00	76,00	86,00

06/jun	91,00	93,00	79,00	88,00
07/jun	91,00	92,00	77,00	79,00
08/jun	90,00	91,00	75,00	78,00
09/jun	91,00	93,00	80,00	81,00
10/jun	91,00	93,00	72,00	75,00
11/jun	91,00	93,00	68,00	77,00
12/jun	90,00	92,00	73,00	66,00
13/jun	87,00	90,00	68,00	73,00
14/jun	90,00	92,00	70,00	75,00
15/jun	89,00	93,00	66,00	70,00
16/jun	92,00	94,00	72,00	74,00
17/jun	91,00	93,00	75,00	72,00
18/jun	89,00	93,00	66,00	65,00
19/jun	90,00	92,00	72,00	70,00
20/jun	91,00	94,00	70,00	72,00
21/jun	92,00	93,00	77,00	75,00
22/jun	91,00	93,00	75,00	79,00
23/jun	90,00	92,00	72,00	75,00
24/jun	89,00	91,00	63,00	68,00
25/jun	75,00	79,00	52,00	55,00
26/jun	77,00	82,00	58,00	62,00
27/jun	84,00	86,00	62,00	62,00
28/jun	83,00	86,00	60,00	61,00
29/jun	86,00	91,00	59,00	60,00
30/jun	85,00	90,00	62,00	59,00
01/jul	86,00	91,00	70,00	69,00
02/jul	85,00	90,00	66,00	68,00
03/jul	87,00	92,00	84,00	90,00
04/jul	86,00	91,00	74,00	84,00
05/jul	85,00	89,00	72,00	75,00
06/jul	83,00	89,00	63,00	64,00
07/jul	89,00	87,00	62,00	68,00
08/jul	88,00	91,00	68,00	75,00
09/jul	88,00	92,00	69,00	73,00
10/jul	86,00	92,00	71,00	76,00
11/jul	84,00	83,00	64,00	63,00
12/jul	83,00	94,00	62,00	69,00
13/jul	85,00	96,00	68,00	72,00
14/jul	86,00	89,00	66,00	68,00
15/jul	87,00	91,00	66,00	68,00
16/jul	84,00	89,00	72,00	75,00

17/jul	84,00	90,00	71,00	78,00
18/jul	85,00	88,00	68,00	70,00
19/jul	88,00	91,00	65,00	69,00
20/jul	89,00	92,00	66,00	72,00
21/jul	92,00	94,00	70,00	74,00
22/jul	88,00	89,00	70,00	73,00
23/jul	89,00	92,00	69,00	68,00
24/jul	87,00	91,00	61,00	65,00
25/jul	91,00	93,00	70,00	74,00
26/jul	92,00	90,00	70,00	74,00
27/jul	90,00	90,00	69,00	73,00
28/jul	87,00	91,00	74,00	76,00
29/jul	86,00	90,00	83,00	89,00
Média	89,00	92,00	75,00	76,00
Desvio	0,03	0,02	0,07	0,08
P-value	0,00		0,00	

A umidade dos grãos mantidos no interior dos protótipos também variou. No protótipo de taipa de mão, a umidade dos grãos variou de 18,00% a 14,30%, por outro lado, os grãos mantidos no protótipo de metal tiveram uma variação de umidade de 21,40% a 18,40% (Figura 4). As médias da umidade dos grãos foram significativamente diferentes entre os protótipos ($P=0,00$). Essa diferença demonstra que os grãos mantidos no protótipo de taipa de mão absorveram menos umidade, o que corrobora a hipótese de que a menor umidade no interior desse protótipo diminui também a umidade dos grãos, o que poderia levar a uma maior taxa de deterioração desses grãos (FARONI, 1998, p. 06).

Figura 4. Umidade dos grãos de arroz mantidos no interior dos protótipos de taipa de mão e de metal. A umidade foi aferida semanalmente no período de 01 de maio de 2019 a 29 de julho de 2019, utilizando um medidor de umidade Gehaka G800.



Viabilidade das sementes

A viabilidade das sementes mantidas no interior dos protótipos foi averiguada por meio da taxa de germinação. A taxa de germinação média das sementes mantidas no interior do protótipo de taipa de mão foi de $57,33 \pm 15,50$, enquanto a das sementes mantidas no interior do protótipo de metal foi de $40,00 \pm 10,44$ (Tabela 3). As sementes não germinadas e germinadas com excelência apresentaram diferença estatística ($P=0,01$). Já a taxa de germinação das sementes germinadas com deficiência não apresentou diferença significativa entre os protótipos ($P=0,24$).

A diferença da taxa de germinação (Tabela 3) evidencia que o sistema taipa de mão é eficaz para manutenção da viabilidade das sementes. Além disso, sementes de arroz podem apresentar suspensão temporária da germinação e nessa situação a semente é chamada de dormente (MENEZES *et al.*, 2009, p.36). As condições favoráveis de temperatura e umidade, como apresentada pelo sistema taipa de mão, podem ter favorecido a quebra da dormência das sementes de arroz e conseqüentemente a germinação.

Tabela 3. Viabilidade das sementes mantidas no interior dos protótipos

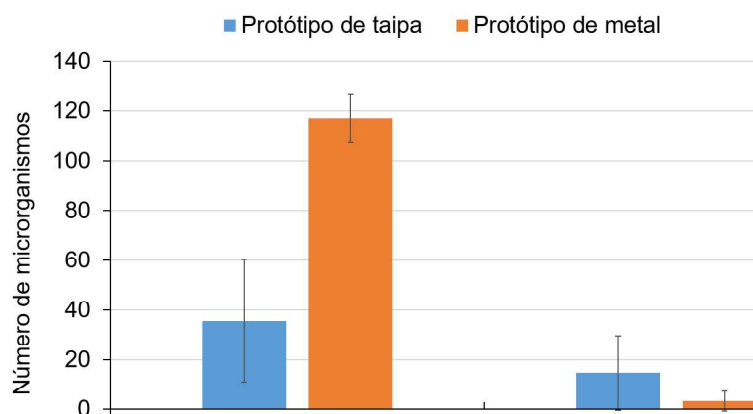
	Não-germinadas	Germinados com deficiência	Germinadas
Testemunha	31,00	39,00	30,00
Protótipo taipa de mão	$30,00 \pm 13,89$ *	$12,66 \pm 3,78$	$57,33 \pm 15,50$ *
Protótipo de metal	$45,66 \pm 9,29$	$14,33 \pm 1,15$	$40,00 \pm 10,44$

* Diferença significativa entre o protótipo de taipa e de metal ($P < 0,05$).

Avaliação microbiológica.

Placas de Petri contendo meio ágar foram deixadas no interior dos protótipos para avaliação do crescimento de microrganismos. As placas mantidas no interior do protótipo de taipa de mão apresentaram três vezes menos isolados de fungos do que as placas mantidas no interior do protótipo de metal, o que foi significativamente diferente pelo teste t ($P=0,009$). Apesar do número de colônias de bactérias ter sido maior no protótipo de taipa de mão (14,66) do que no protótipo de metal (3,33), essa diferença não foi significativa ($P=0,16$) (Figura 5). Esses resultados demonstram que o protótipo de taipa de mão foi mais protetivo contra o desenvolvimento de microrganismos nos grãos em relação ao protótipo de metal. Isso evidencia que o sistema taipa de mão por permitir uma menor absorção de umidade pelos grãos, atrasou e/ou impediu o desenvolvimento de fungos e bactérias que poderiam contribuir para a deterioração dos grãos (FARONI, 1998, p. 08; DEVILLA *et al.*, 2004, p.285).

Figura 5. Número de microrganismo crescidos em placas de Petri contendo meio ágar mantidas no interior dos protótipos.



* Diferença significativa entre os tratamentos (protótipo de taipa de mão e de metal; $P < 0,05$).

4 CONCLUSÃO

No presente trabalho, dois protótipos de silos para armazenamento de grãos foram construídos com sucesso: um utilizando o sistema construtivo taipa de mão e outro utilizando material metálico (alumínio). O protótipo de taipa de mão apresentou um resultado satisfatório, pois proporcionou uma menor absorção de calor e umidade em relação ao protótipo de metal. Além disso, os grãos de arroz mantidos no interior do protótipo de taipa absorveram menos umidade do que os grãos de arroz mantidos no protótipo de metal.

As menores variações de temperatura e umidade do protótipo de taipa de mão, estimulam a germinação das sementes de arroz mantidas em seu interior, possivelmente por um favorecimento na quebra da dormência das sementes. Ainda, as mesmas acarretaram uma menor proliferação de fungos em relação ao protótipo de metal.

Todos esses dados demonstram que o sistema taipa de mão para a construção do protótipo é eficiente, pois oferecem boas condições de temperatura e umidade, que influenciam diretamente na qualidade final dos grãos armazenados, que também reduza proliferação de microrganismos. Isso pode contribuir para uma redução do percentual de degradação dos grãos em um silo construído com o sistema taipa de mão. Por fim, esse sistema é mais ecologicamente correto e mais barato em relação a um silo de metal e pode ser de fácil aquisição para pequenos agricultores.

REFERÊNCIAS

AGROLINK. **A Agricultura familiar e o problema da comercialização**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/colunistas/a-agricultura-familiar-e-o-problema-da-comercializacao_384052.html>. Acesso em: 10 ago. 2019.

AECweb. **Taipa de pilão é solução ecoeficiente para construção de edificações**. Disponível em <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/taipa-de-pilao-e-solucao-ecoefficiente-para-construcao-de-edificacoes_17465_10_0>. Acesso em: 09 ago. 2019.

ANTUNES, D. S. **Característica da Agricultura Familiar**, IBGE, Rio de Janeiro, 2018.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W.. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York: van Nostrand Reinhold, 1992. 450p.

CARNEIRO, O. Silos e sua construção. In: **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz**, v.5, p.3-33, Piracicaba, 1948.

CHANG, C. S.; CONVERSE, H. H.; STEELE, J. L. Modeling of temperature of grain during storage with aeration. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.36, n.2, p.509-519, 1993.

CNA, **Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil**. Disponível em <<https://www.cnabrazil.org.br/>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

CONAB, **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

COSTABILE, L. T. **Estudo sobre as perdas de grãos na colheita e pós colheita**. 2017. Tese. 152p. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2017.

CORDEIRO, C. C. M.; BRANDÃO, D. Q.; DURANTE, L. C.; CALLEJAS, J. A.. Construções vernáculas em terra: perspectiva histórica, técnica e contemporânea da taipa de mão. **PARC – Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v.10, p.e019006, Campinas, 2019.

DELGADO, G. C.; BERGAMASCO, S. M. P. P. **Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro**. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília, 417p., 2017.

DEVILLA, I. A.; COUTO, S. M.; ZOLNIER, S.; SILVA, J. S. Variação da temperatura e umidade de grãos armazenados em silos com aeração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 2-3, Campina Grande, 2004.

ENGEPLUS. Disponível em: <<http://www.engeplus.com.br/noticia/geral/2019/segundo-maior-produtor-nacional-santa-catarina-inicia-a-colheita-de-arroz>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

FARONI, L. R. D.. **Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados**. Viçosa: Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem (Centreinar), p. 1-15, 1998.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística, **Portal do IBGE**. Disponível em: <<https://ibge.gov.br/>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

MAURICIO, C. C.. **Bioconstrução - Estudo de caso: Projeto e construção da casa ecológica modelo. Relatório**. Programa de iniciação científica do Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

MARTINS, R. R.; CALCANHOTTO, F. A.; MARTINS, B. V.; FRANCO, J. B. R.. A armazenagem sustentável como inovação para a pequena propriedade. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 6, n. 1/2, p. 8-25, 2013.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **O que é agricultura familiar?** Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/o-que-%C3%A9-agricultura-familiar>>. Acesso em: 08 ago. 2019.

MENEZES, N. L.; FRANZIN, S. M.; BORTOLOTTTO, R. P.. Dormência em sementes de arroz: causas e métodos de superação. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.7, n.1, p.35- 44, 2009.

PISANI, M. A. J.. Taipas: A arquitetura da terra. **Sinergia**, v.5, n.1, p. 09-15. 2004.

SPADOTTO, A.; NORA, D. D.; TURELLA, E. C. L.; WERGENES, T. N.; BARBISAN, A. O. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unesc & Ciência – ACSA**, Joaçaba, v.2, n.2, p. 173-180, 2011.

TIETBOEHL FILHO, C.N. **As doenças respiratórias ocupacionais causadas pela poeira na armazenagem de grãos vegetais**, 147p. Tese (Doutorado em Medicina Interna-Pneumologia), UFRGS, Porto Alegre, 2004.

Gustavo Kloch Neideck é formado em técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal Catarinense de Ciência e Tecnologia – Campus Rio do Sul. Atualmente é estudante no curso de Direito no Centro Universitário Católica de Santa Catarina.

Laís Moreira Granato é doutora (2016) em Genética e Biotecnologia pela Universidade Estadual de Campinas, mestre em Agricultura Tropical e Subtropical (2010) pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), e graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Alfenas (2007). Atualmente é pós-doutoranda no Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC e professora de citogenética vegetal na mesma instituição. Foi mentora do programa de iniciação científica Decola Beta do Instituto Cientista Beta. Suas especialidades são: microbiologia, biologia molecular, genética vegetal, fitopatologia e biotecnologia.

Karla Funfgelt é formada em Arquitetura e Urbanismo pela UFSC Universidade Federal de Santa Catarina, especialista em Planejamento Urbano Regional e Ambiental pela UNOESC - Universidade do Oeste de Santa Catarina, mestre em Geografia pela UFSC. Atualmente cursando Pós graduação, especialização em Permacultura na UFSC. Professora EBTT no Instituto Federal Catarinense - IFC, Campus Rio do Sul, onde trabalha com as disciplinas de Desenho Técnico nos cursos Técnico em Agropecuária, Agronomia e Eng. Mecatrônica, Desenho Técnico e Paisagens no curso técnico em Agroecologia. Atualmente coordena o curso técnico em Agroecologia. Realiza pesquisas na área de Bioconstrução e Paisagem.

Este trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal Catarinense de Ciência e Tecnologia - Campus Rio do Sul, em parceria com o Instituto Cientista Beta.

Contribuição de autoria. Gustavo Kloch Neideck: concepção, coleta e análise de dados, elaboração e redação do manuscrito. Karla Funfgelt: orientação, redação e revisão do manuscrito. Laís Moreira Granato: coorientação, redação e revisão do manuscrito.



COMO CITAR ESSE ARTIGO (ABNT NBR 60230):

NEIDECK, G. K.; GRANATO, L. M.; FUNFGELT, K. Bioconstrução de taipa de mão: uma antiga técnica para uma nova maneira de armazenamento de grãos. **Scientia Prima**, São Leopoldo, v. 6, n. 1, p. 17-33, maio 2020.