



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - DECEN
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JOSÉ RONALDO SOUZA NUNES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO: UTILIZAÇÃO DO DISPOSITIVO
“POT IN POT”.**

PAU DOS FERROS

2022

JOSÉ RONALDO SOUZA NUNES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO: UTILIZAÇÃO DO DISPOSITIVO
“POT IN POT”.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido -
UFERSA, Campus Pau dos Ferros, como
requisito para a obtenção do título de Bacharel
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia

Orientador: Prof. Dra. Josy Eliziane Torres
Ramos

PAU DOS FERROS

2022

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

N972a Nunes, José Ronaldo Souza.
Análise do sistema de refrigeração: utilização
do dispositivo "pot in pot". / José Ronaldo Souza
Nunes. - 2022.
42 f. : il.

Orientadora: Josy Eliziane Torres Ramos.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Pot in Pot. 2. Conservação. 3. Eficiência.
4. Tomate. I. Ramos, Josy Eliziane Torres ,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOSÉ RONALDO SOUZA NUNES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO: UTILIZAÇÃO DO DISPOSITIVO
“POT IN POT”.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido -
UFERSA, Campus Pau dos Ferros, como
requisito para a obtenção do título de Bacharel
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia

Defendida em: 16/ 11 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Josy Eliziane Torres Ramos (UFERSA)
Presidente

Prof. Dra. Aline Mara Maia Bessa (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. José Mariano da Silva Neto (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por proporcionar força, coragem e saúde para superar todos os obstáculos enfrentados e de todo empenho depositado para está concluindo esta etapa da minha vida pessoal e profissional.

Agradeço a minha Orientadora, professora Dra. Josy Eliziane Torres Ramos pela confiança depositada, por ter sido essa pessoa receptiva, por ter me guiado durante toda a elaboração da pesquisa e por todos os ensinamentos de vida e conhecimentos obtidos ao longo da elaboração desse trabalho.

Agradeço a Banca Examinadora pelo tempo dedicado e contribuições acerca do trabalho.

Agradeço aos meus pais, Orlando Lazaro e Eva Barbosa, e a minha irmã Nicolly Kelly, por me apoiarem durante toda essa jornada, por me motivar e por ter sempre me guiado pelo caminho da educação e do conhecimento.

Agradeço a Andreлина Fernandes, uma pessoa que a vida me presenteou durante essa jornada. Uma pessoa meiga e incrível que nunca me negou apoio, carinho, incentivo e diálogo. Além disso, muito obrigado pela compreensão durante todos os momentos que permaneci ausente, me mostrando o quanto interessante é a vida quando depositamos amor nela.

Agradeço aos meus amigos, João Vitor, John Lennon, Isac Aquino, Elivania Carneiro, Júlio Cesar, Samara Rufino e Cristina Carvalho, que ao longo dessa jornada me incentivaram, inspiraram, encorajaram e motivaram, fazendo com que essa fase da vida fosse sem dúvidas uma das melhores, em que cada momento ficou gravado eternamente no meu coração.

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente fizeram parte dessa caminhada e que contribuíram para que esse trabalho fosse possível.

RESUMO

A eletricidade é um fator indispensável na sociedade atual, pois está presente em praticamente todos os setores econômicos, tecnológicos e sociais. A situação de pobreza e de vulnerabilidade social de inúmeras famílias, influencia diretamente ao acesso desse serviço, bem como a equipamentos de conservação de alimentos, como é o caso de refrigeradores ou recipientes térmicos. Devido as grandes dificuldades das famílias africanas na conservação de alimentos, o que ocasionava desperdício de alimentos devido à falta de acesso a equipamento que possibilitasse essa conservação, levou o nigeriano Mohammed Bah Abba, a desenvolver um dispositivo que dispensasse o uso de energia elétrica e fosse de baixo custo, conhecido como *pot in pot*. Partindo deste contexto, este trabalho teve, por objetivo, analisar o dispositivo elaborado por Abba, seu princípio de funcionamento e sua eficiência na cidade de São Miguel/RN. Para isso, foi realizado a confecção do *pot in pot*, com dois vasos cerâmicos que são comercializados na localidade, com dimensões e tamanhos diferentes, aferindo as temperaturas do sistema e do ambiente para verificação da eficiência. Em seguida, foram conservadas amostras de tomates no *pot in pot*, na geladeira e no ar livre, observando características nos dois últimos sistemas que as tornavam impróprias para o consumo. Os resultados indicaram que o *pot in pot* foi eficiente na redução de temperatura, principalmente à medida que a temperatura ambiente aumentava, chegando próximo a 80%, e proporcionou um aumento da vida útil do tomate sendo o mais eficiente na conservação, em comparação com os outros ambientes, em que foi observado que os tomates conservados no *pot in pot* depois de quatorze dias não apresentaram nenhuma característica que os tornavam impróprio para o consumo, diferentemente dos que foram conservados na geladeira e no ar livre, que apresentaram aparecimento de fungos, enrugamento, murchamento e perda de brilho.

Palavras-chave: *Pot in Pot*, Conservação, Eficiência, Tomate.

ABSTRACT

Electricity is an indispensable factor in today's society, as it is present in practically all economic, technological and social sectors. The situation of poverty and social vulnerability of many families directly influences access to this service, as well as food preservation equipment, such as refrigerators or thermal containers. Due to the great difficulties faced by African families in preserving food, which caused food to be wasted due to the lack of access to equipment that would enable this conservation, led the Nigerian Mohammed Bah Abba to develop a device that dispensed with the use of electricity and was low cost, known as pot in pot. Based on this context, this work aimed to analyze the device developed by Abba, its working principle and its efficiency in the city of São Miguel/RN. For this, the pot in pot was made, with two ceramic vases that are commercialized in the locality, with different dimensions and sizes, measuring the temperatures of the system and the environment to verify the efficiency. Then, tomato samples were conserved in the pot in pot, in the refrigerator and in the open air, observing characteristics in the last two systems that made them unfit for consumption. The results indicated that the pot in pot was efficient in reducing the temperature, mainly as the ambient temperature increased, reaching close to 80%, and provided an increase in the shelf life of the tomato, being the most efficient in conservation, in comparison with the other environments, in which it was observed that the tomatoes preserved in the pot in pot after fourteen days did not show any characteristics that made them unfit for consumption, unlike those that were preserved in the refrigerator and in the open air, which showed the appearance of fungi, wrinkling, wilting and loss of brightness.

Keywords: Pot in Pot, Conservation, Efficiency, Tomato.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama da Geladeira do Deserto, <i>pot in pot</i> .	17
Figura 2 - Modelo do <i>pot in pot</i> .	18
Figura 3 - Sistema evaporativo direto com painel.	20
Figura 4 - Sistema evaporativo indireto.	20
Figura 5 - Princípio de resfriamento por convecção para o <i>pot in pot</i> .	22
Figura 6 - Localização de São Miguel/RN.	25
Figura 7 - Vaso maior com camada de argila misturada com tinta, (a) parte externa, (b) parte interna.	26
Figura 8 - Vaso menor com camada de argila misturada com tinta, (a) parte externa, (b) parte interna.	26
Figura 9 - Vaso maior lixado, (a) parte externa, (b) parte interna.	27
Figura 10 - Vaso menor lixado, (a) parte externa, (b) parte interna.	27
Figura 11 - Furos da base fechados.	28
Figura 12 - Montagem baseada no modelo original (a) sem o pano, (b) com o pano.	28
Figura 13 - Posicionamento e leituras do Termo-Higrômetro Digital no <i>pot in pot</i> .	29
Figura 14 - Posicionamento e leituras do Termo-Higrômetro Digital no ambiente.	30
Figura 15 - Primeira amostragem de tomates.	31
Figura 16 - Segunda amostragem de tomates.	32
Figura 17 - Terceira amostragem de tomates.	32
Figura 18 - Conservados na temperatura ambiente.	33
Figura 19 - Conservados na geladeira.	33
Figura 20 - Conservados no <i>pot in pot</i> .	33
Figura 21 - Tomates 1P, 1A e 1G conservados durante 4 dias.	36
Figura 22 - Tomates 2P, 2A e 2G conservados durante 4 dias.	36
Figura 23 - Tomates 3P, 3A e 3G conservados durante 4 dias.	36
Figura 24 - Alterações nos tomates 1P, 1A e 1G depois de 7 dias.	37
Figura 25 - Alterações nos tomates 2P, 2A e 2G depois de 7 dias.	37
Figura 26 - Alterações nos tomates 3P, 3A e 3G depois de 7 dias.	38
Figura 27 - Alterações nos tomates 1P, 1A e 1G depois de 14 dias.	39
Figura 28 - Alterações nos tomates 2P, 2A e 2G depois de 14 dias.	39
Figura 29 - Alterações nos tomates 3P, 3A e 3G depois de 14 dias.	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -Comparação da eficiência no decorrer dos dias.	35
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Valores da eficiência do sistema.	34
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ml	Mililitro
PO	Ponto de Orvalho
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
RED	Resfriamento evaporativo direto
REI	Resfriamento evaporativo indireto
Tbs	Temperatura de bulbo seco
Tbu	Temperatura de bulbo úmido
Tin	Temperatura interna
UAmb%	Umidade relativa do ambiente
UPot%	Umidade relativa do dispositivo
UR	Umidade Relativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Geral	15
2.2 Específicos	15
3 REVISÃO TEÓRICA	16
3.1 Sustentabilidade	16
3.1.1 Vida útil	16
3.2 História do <i>pot in pot</i>	17
3.3 Resfriamento evaporativo	18
3.3.1 Tipos de resfriamento evaporativo	19
3.4 Transferência de calor	21
3.5 Umidade relativa	22
4 METODOLOGIA	24
4.1 Área de estudo	24
4.2 Confeção do sistema <i>pot in pot</i>	25
4.3 Instrumento	29
4.4 Análise dos dados	30
4.5 Conservação	31
4.6 Armazenamento	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 Eficiência do <i>pot in pot</i>	34
5.2 Características visuais	35

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
6.1 Sugestões para trabalhos futuros.....	41
REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A eletricidade ocupa um papel primordial no desenvolvimento humano, se fazendo presente tanto em um contexto de aperfeiçoamento tecnológico quanto sendo um fator marcante para o crescimento urbanizacional. Diversos são os tipos de equipamentos e/ou bens que dependem diretamente desse recurso, sejam eles, eletroeletrônicos ou dispositivos elétricos em geral, facilitando e influenciando a sobrevivência dos indivíduos em decorrência das suas aplicabilidades diárias.

Dentre os processos que dependem de forma direta da eletricidade, podem ser mencionadas as técnicas de refrigeração, o que facilita, por exemplo, a conservação de alimentos, como é o caso de refrigeradores ou recipientes térmicos. Todavia, mesmo com tal disponibilidade tecnológica, ainda há um alto custo associado à sua viabilidade econômica para certo grupo de pessoas, muitas das quais não dispõe de recursos financeiros para sua aquisição.

De acordo com Caldas e Sampaio (2015), em 2009 no Brasil, cerca de 3.761.527 pessoas não tinham geladeira em casa, sendo 2.371.560 pessoas na região Nordeste, com isso é evidente a extrema dificuldade na conservação de mantimentos, ocasionado devido à falta de acesso a este dispositivo que auxilia. Em decorrência disto, se ocasiona desperdício destes que poderiam ter sua vida útil prolongada por meio da refrigeração, gerando uma escassez de alimentos.

Outro fato alarmante é que, conforme o último Censo Demográfico, que foi realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a região Nordeste possui 14.922.901 de domicílios particulares permanentes, ou seja, domicílio destinado à habitação de uma pessoa ou grupo de pessoas com relacionamento de parentesco, sendo que 339.087 domicílios (2,3%) não havia nenhuma existência de energia elétrica.

Conforme o estudo “Perfil das despesas no Brasil: Indicadores selecionados” realizado pelo IBGE, no ano de 2017 a 2018, que integra a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), a contribuição relativa de cada região para a pobreza no Brasil é alarmante, a região Norte (26,1%), Sudeste (17,8%), Centro-Oeste (2,5%) e Sul (5,7%). Dando ênfase na região na região Nordeste, que possui menos de um terço da população nacional (27,3%), aproximadamente 57 milhões de habitantes, e contribui com quase metade (47,9%) da pobreza estimada do país, como 2,2% da população vivendo com 1,90\$/dia e 22% da população com 5,50\$/dia.

Segundo Barros Filho *et al.* (2011), devido às grandes dificuldades na conservação de alimentos, o professor nigeriano Mohammed Bah Abba, residente da zona norte da Nigéria, elaborou um dispositivo voltado para a refrigeração e conservação de alimentos. O dispositivo,

conhecido como “*pot in pot*”, não faz a utilização de energia elétrica e funciona por meio do processo de evaporação da água para o resfriamento dos alimentos, tendo em sua constituição dois potes de material poroso com areia entre eles, e um pano úmido em cima. O sistema “trata-se de um dispositivo muito simples, em uso em algumas comunidades carentes de países da África, capaz de abaixar em vários graus a temperatura de seu interior quando comparada com a temperatura ambiente”. (BARROS FILHO *et al.*, 2011, p.2).

Perante o exposto, este trabalho objetiva analisar a eficiência do sistema *pot in pot* na cidade de São Miguel/RN, em que foi verificado se é possível ou não a conservação de determinados alimentos, tais como frutas, verduras e legumes. Para tal, foi realizada a montagem do equipamento com o propósito de verificar a conservação com e sem o dispositivo, visto que para estes alimentos estarem adequados ao consumo precisam ser armazenados em temperatura e umidade relativa do ar adequados, ou seja, baixa temperatura e alta umidade, proporcionando assim um aumento na vida útil.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar o princípio de funcionamento e eficiência do dispositivo *pot in pot* na cidade de São Miguel/RN.

2.2 Específicos

- Confeccionar o sistema, aplicando a técnica desenvolvida por Abba;
- Planejar experimentalmente a conservação dos alimentos, na cidade de São Miguel/RN;
- Comparar os resultados, em termos qualitativos de degradação dos alimentos, nos ambientes *pot in pot*, acondicionado em geladeira e ao ar livre.

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 Sustentabilidade

A sustentabilidade vem se fazendo presente cada vez mais na sociedade, devido ao surgimento de problemas que envolvem o meio ambiente e a sociedade. Esses problemas que estão ligados diretamente com as práticas envolvendo o ser humano para com a natureza, em que se é buscado cada vez mais a extração de recursos de maneira inconsciente. Tudo isso, pode gerar uma crise ambiente, caso não seja pensado em como repor esses materiais retirados, diante disso, surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável que visa um crescimento da sociedade atual sem causar transtorno as gerações futuras. Nesse sentido, SCHRAMM e CORBETTA (2015, p. 35) adotou o seguinte conceito para esse termo:

O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades a geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais.

Com isso, é importante buscar soluções ecológicas de desenvolvimento, que visem três pontos fundamentais, sendo eles:

- Ser ecologicamente correto: não esgotar os recursos naturais e nem agredir o meio ambiente;
- Ser economicamente viável: haja crescimento econômico sem colocar em risco a natureza;
- Ser socialmente justo: envolvendo ética, solidariedade e educação.

Portanto, o dispositivo *pot in pot* parte de um viés sustentável, com a utilização de materiais, tais como: argila, areia e água, que são encontrados em grande quantidade no meio ambiente.

3.1.1 Vida útil

A vida útil pode ser definida como o tempo, em que um produto em determinada condição de estocagem, atinge condição de inaceitável ou imprópria para o consumo, como também pode ser considerada o tempo no qual um produto alimentício se mantém seguro, obedece à rotulagem em relação à a informação nutricional e conserva as características

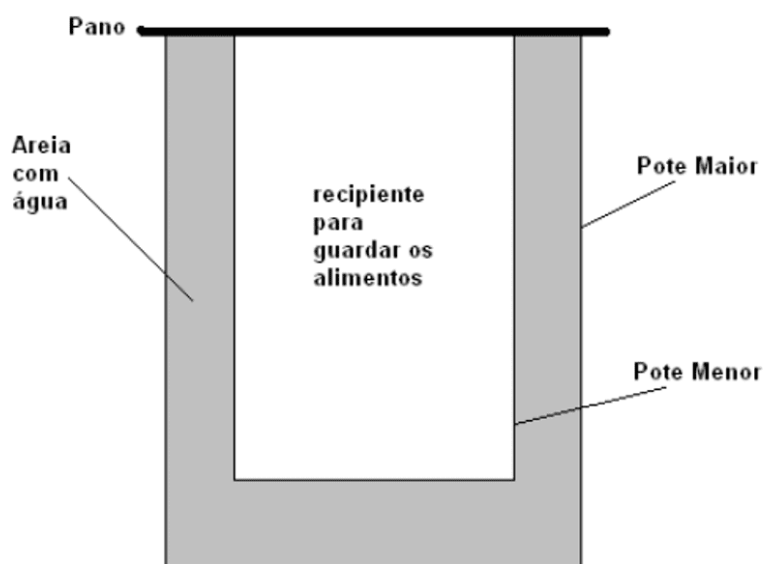
sensoriais, químicas e físicas desejadas quando estocado em condições recomendadas (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012). Caso não haja o armazenamento adequado desses alimentos, sua vida pós-colheita é comprometida.

3.2 História do *pot in pot*

Muitas famílias sofrem com a situação de pobreza e de vulnerabilidade social, devido a isso não conseguem ter acesso direto a determinados serviços públicos, como, acesso à energia elétrica e/ou dispositivos que ajudariam na sua sobrevivência, visto que, grande parte dos alimentos são conservados em sistemas que utilizam energia elétrica e conseguem mantê-los em temperatura e umidades adequadas para o prolongamento da vida útil.

Conforme Oliveira (2006), em face da situação de desperdício de alimentos, clima quente e pobreza da população, circunstâncias essas que são bastante parecidas com as do semi-árido brasileiro, levaram Mohammed Bah Abba, no ano de 1995, a elaborar um dispositivo de conservação, o chamado *pot in pot*, em que seria constituído por argila, que é encontrada facilmente nos solos. A Figura 1 a seguir apresenta toda a composição dos equipamentos necessários para a construção desse sistema.

Figura 1 - Diagrama da Geladeira do Deserto, *pot in pot*.



Fonte: BARROS FILHO *et al.*, 2011, p. 5.

O “*pot in pot*”, que traduzido significa “pote em pote”, funciona com a utilização de dois vasos, sendo um vaso menor que é posto em um maior, e o espaço entre eles é preenchido com areia molhada, que é para reforçar a eficiência do resfriamento, os alimentos são introduzidos no pote interno e cobertos por um pano úmido. GUIMARÃES *et al.* (2017),

concluiu que a eficiência desse projeto está ligada diretamente a evaporação da água, pois, quando isso ocorre o calor é expulso e provoca a queda de temperatura no interior do vaso interno.

Figura 2 - Modelo do *pot in pot*.



Fonte: SEU PLANETA BRASIL, 2021.

De acordo com Oliveira (2006), a implementação deste dispositivo proporcionou benefícios para os agricultores da região norte da Nigéria, visto que, tais frutas e hortaliças que eram produzidas naquela localidade tinham sua vida útil muito baixa, devido às condições climáticas. Com esse prolongamento da perecibilidade dos alimentos, as meninas conseguiram ter acesso à educação, visto que, eram escravizadas e impedidas de ir à escola para que assim pudessem vender as frutas e legumes colhidas diariamente antes que amadurecem.

3.3 Resfriamento evaporativo

Resfriamento evaporativo é um fenômeno físico que funciona a partir da evaporação da água que retira calor do ar ou do objeto sobre o qual a evaporação acontece. Existe uma associação sobre a eficiência do resfriamento em relação a umidade do ar do ambiente, em que quando o ar está seco, maior será a absorção da umidade e da velocidade do resfriamento (BASEDIYA; SAMUEL; BEERA, 2013). Dadhich *et al.* (2018) considera que o potencial evaporativo desta refrigeração leva em consideração as medidas da temperatura do bulbo úmido e bulbo seco, visto que quanto maior a diferença entre elas, maior será o resultado do

resfriamento evaporativo, e quando as temperaturas são as mesmas não se ocorre a evaporação, consequentemente não irá acontecer resfriamento.

Em análise do tipo de material que é utilizado para o resfriador evaporativo, Basediya, Samuel e Beera (2013, p. 431) relatam que os dispositivos são feitos de um material poroso que é alimentado com água. O ar seco e quente é puxado sobre o material. A água evapora no ar elevando sua umidade e ao mesmo tempo reduzindo a temperatura do ar.

Conforme Abrel *et al.* (1999) existem alguns termos associados ao resfriamento evaporativo, sendo eles: Temperatura de bulbo seco (Tbs) que é a temperatura registrada pelo termômetro comum, referindo-se simplesmente à temperatura do ar, quanto Temperatura de bulbo úmido (Tbu) é a temperatura registrada por um termômetro de bulbo úmido, em que o bulbo é coberto por um tecido de algodão úmido. A Tbu é normalmente menor que a do Tbs, exceto quando a umidade relativa do ar for 100%, que nesta situação a temperatura será a mesma. Tem-se ainda o Ponto de Orvalho (PO) é a temperatura na qual o ar torna-se saturado, ou seja, é a temperatura até a qual o ar deve ser resfriado para que o vapor de água condense em pequenas gotículas. E por fim a Umidade Relativa (UR) que é a relação entre a massa de vapor d'água contida em um volume de ar e a massa de vapor d'água do ar saturado, para mesma temperatura.

Idah *et al.* (2010) considera esse arrefecimento uma grande possibilidade para redução de custos de armazenamento, visto que para sua utilização não se é necessário energia elétrica, e nem de produtos químicos para a conservação, com isso, torna-se uma alternativa acessível para comunidades rurais e agricultores. Odesola e Onyebuchi (2009) afirmam que, a redução da temperatura dos frutos e vegetais, juntamente com o aumento do teor de umidade do ar, ocasionados devido a evaporação, proporcionam um retardamento da deterioração dos alimentos, aumentando assim a sua vida útil.

3.3.1 Tipos de resfriamento evaporativo

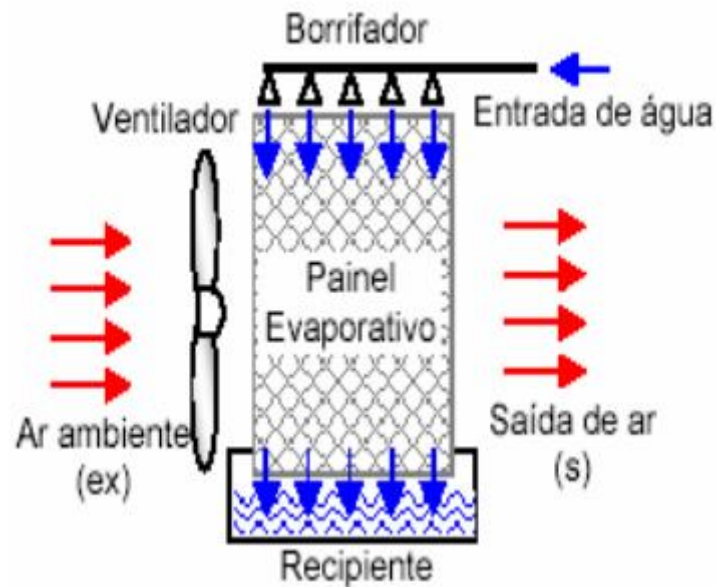
Existe diversas maneiras de realizar o resfriamento de um local, em particular, o resfriamento evaporativo, que é dividido em dois tipos de sistema: sistema de resfriamento evaporativo direto (RED) e o sistema de resfriamento evaporativo indireto (REI).

De acordo com Carossi (2006), podemos caracterizar esses sistemas da seguinte forma:

No RED, o ar externo é resfriado e umidificado por contato direto com uma superfície porosa molhada e também por água pulverizada. Com isso, a água é evaporada dentro da

corrente de ar, e calor e massa são deslocados entre os dois fluidos, reduzindo assim a temperatura de bulbo seco do ar e elevando a sua umidade.

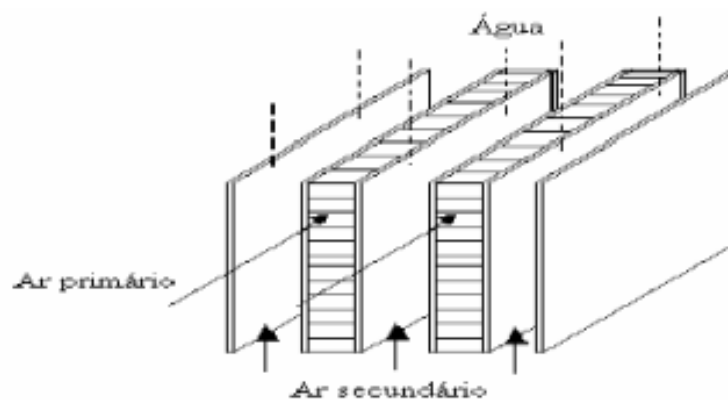
Figura 3 - Sistema evaporativo direto com painel.



Fonte: Carossi, 2006, p.18.

Já nos REI, o ar primário, relativamente seco, é mantido separado do ar secundário, em que o líquido está sendo evaporado pela presença de um trocador de calor. Nesta situação, o ar que será utilizado para condicionar o ambiente transfere calor para uma corrente de ar secundária ou até mesmo para um líquido, que foram resfriados evaporativamente.

Figura 4 - Sistema evaporativo indireto.



Fonte: Carossi, 2006, p.19.

Esses equipamentos são mais eficientes em regiões de clima seco e temperado. Considerando os conceitos de tipos de resfriamento evaporativo apresentados anteriormente, o princípio de funcionamento do *pot in pot* tem como base o resfriamento evaporativo direto.

3.4 Transferência de calor

Segundo Çengel (2012), transferência de calor é a forma de energia que pode ser transferida de um sistema para o outro em decorrência da diferença de temperatura entre eles, e essa transferência ocorre sempre do meio de maior temperatura para o de menor temperatura, buscando assim um equilíbrio térmico entre eles. E essa transferência de energia em forma de calor se dá por meio de três princípios básicos, sendo eles: condução, convecção e radiação.

Ainda de acordo com Çengel (2012), os termos citados anteriormente tem a seguinte definição:

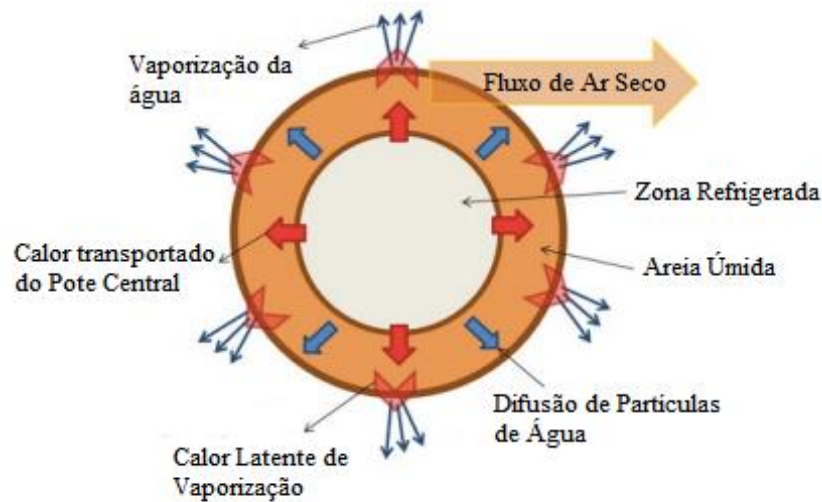
Condução é um processo pelo qual o calor flui de partículas mais energéticas (maior temperatura) para partículas vizinhas menos energéticas (menor temperatura), em que elas estão em contato físico direto. A condução pode ocorrer por meio de sólidos, líquidos e gases.

Convecção é o modo de transporte de energia entre a superfície sólida e a líquida ou gás adjacente, e que está em movimento, envolvendo assim ação combinada entre condução de calor, armazenamento de energia e movimento de um fluido. Por conseguinte, quanto mais rápido o movimento deste fluido, maior será a transferência de calor por convecção.

Radiação é a energia emitida pela matéria em forma de ondas eletromagnéticas (ou fótons) devido às mudanças nas configurações eletrônicas de átomos ou moléculas. Diferentemente dos citados anteriormente, esta forma de transferência de calor não precisa de um meio interveniente, ou seja, ela atua em superfícies separadas no espaço ou no vácuo. Essa é a forma como a energia do sol atinge a Terra.

Diante os conceitos apresentados, o funcionamento do sistema *pot in pot* baseia-se no processo de transferência de energia em forma de calor por meio do processo de convecção, visto que, se há um deslocamento de calor da região mais quente para uma região mais fria, ou seja, o movimento das partículas substituirá o ar já aquecido próximo a superfície por um ar mais frio. Com isso, terá uma maior diferença de temperatura entre o corpo e o ar. A Figura 5 a seguir mostra todo esse princípio de funcionamento.

Figura 5 - Princípio de resfriamento por convecção para o *pot in pot*.



Fonte: Traduzido de GUSTAFSSON; SIMSON, 2016, p.11.

Condizente com Mihelcic *et al.* (2007), a evaporação da água será maior quando a temperatura do vaso de barro estiver elevada, em que isso está relacionado diretamente com a eficiência do sistema evaporativo, pois quanto maior for sua capacidade de evaporação maior será a taxa de resfriamento do sistema. O deslocamento do calor no interior do vaso para a superfície exterior acontece de modo mais eficiente quando há uma pequena diferença de temperatura, em que isso exige uma alta condutividade térmica do reservatório. A diminuição da espessura do vaso duplo e da camada de areia, possivelmente irá aumentar a condutividade térmica do sistema, já que quando o ar quente entra em contato com o material, irá ocorrer a vaporização da água, que resultará no aumento da umidade do ar e na diminuição da temperatura. Porém quanto menor for essa espessura, maior será a frequência em que deve ser acrescentada água para que o sistema continue funcionando.

3.5 Umidade relativa

A umidade relativa é considerada um dos fatores ambientais mais importante para a vida útil de vegetais. De acordo com Basediya, Samuel e Beera (2013), as taxas de transpiração desses alimentos corresponde a perda de água do produto de forma a determina-las é pelo teor de Umidade relativa (UR), visto que, em uma condição de alta umidade do ar, a conservação

do produto é vantajoso, suas características são preservadas, evitando o seu murchamento e amolecimento.

Estes mesmo autores afirmam que há uma relação inversa entre UR e taxa de transpiração, considerando que em condições de baixa UR ocorrem taxas de evaporação mais elevadas, enquanto com UR mais alto ocorre baixa evaporação. Porém, mesmo diante esse contexto, deve ser levado em consideração a temperatura, no aspecto de que uma alta UR deve estar ligada a uma baixa temperatura, pois na condição de alta temperatura, cria um ambiente favorável ao desenvolvimento de microrganismo como fungos e bactérias.

No caso dos vegetais, é recomendável conserva-las em ambientes que proporcionem uma condição de UR favorável a diminuir a troca de água. Com isso, a UR do local de conservação deve estar em torno de 85% a 95% percentuais correspondentes à concentração de água presente nas maiorias das hortaliças (OLIVEIRA, 2006).

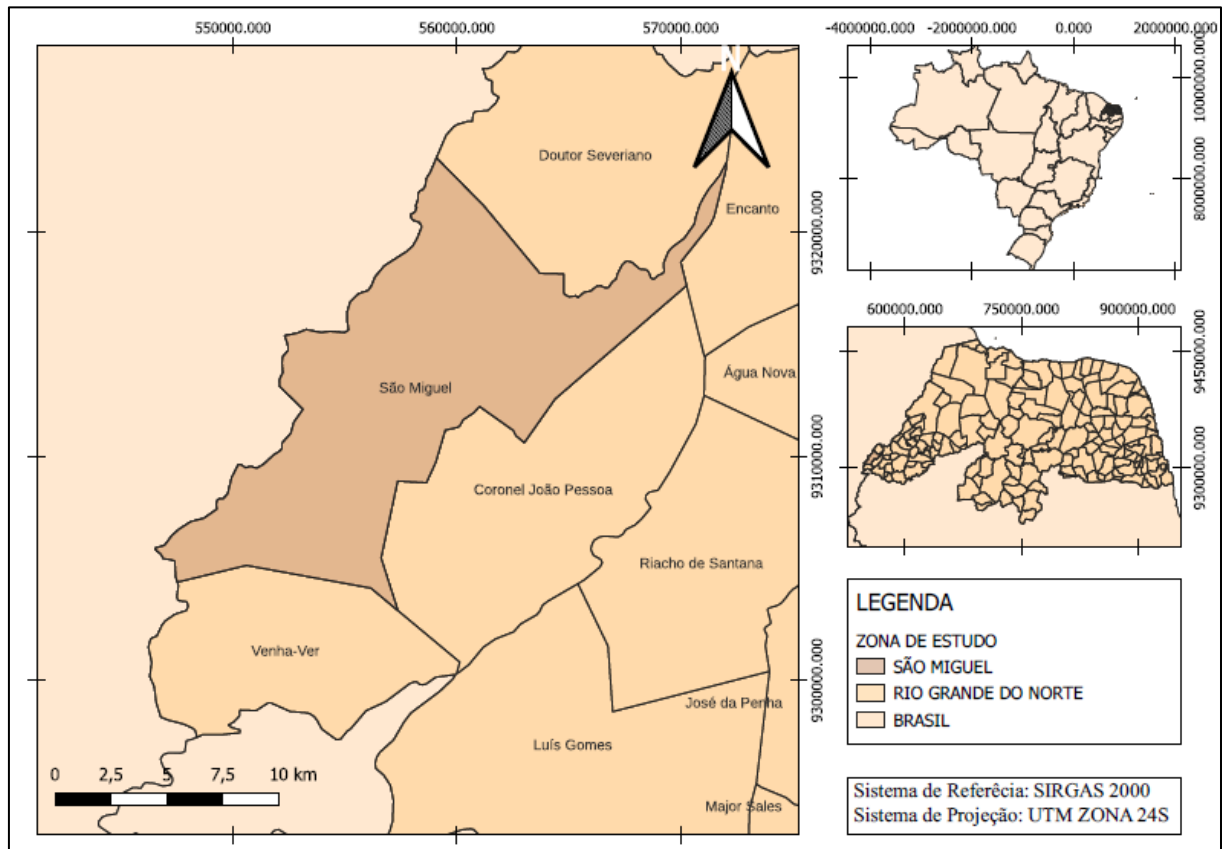
4 METODOLOGIA

Este estudo possui uma natureza quantitativa, assim como Richardson (2012) enfatiza que o método quantitativo enaltece uma abordagem que foca nas quantificações das modalidades de coletas de dados e no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas por ferramentas, tais como percentual, média, entre outras. Tornando os dados coletados por meio da aferição dos equipamentos em dados estatísticos para convicção da problemática do estudo.

Para alcançar os objetivos pretendidos, a metodologia utilizada foi fundamentada bibliograficamente através de livros e artigos acadêmicos, fornecendo conhecimento sobre o princípio de funcionamento do dispositivo, ou seja, irá compreender todos os processos químicos e físicos para o um bom desempenho.

4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na cidade de São Miguel/RN, de acordo com o IBGE, há uma população estimada de 23.789 habitantes. Situada a 665 metros de altitude, tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 6° 12' 53" Sul, Longitude: 38° 29' 48" Oeste. Tendo suas temperaturas variando de 20 °C a 34 °C, com chuvas concentradas no primeiro semestre do ano.

Figura 6 - Localização de São Miguel/RN

Fonte: Autor (2022).

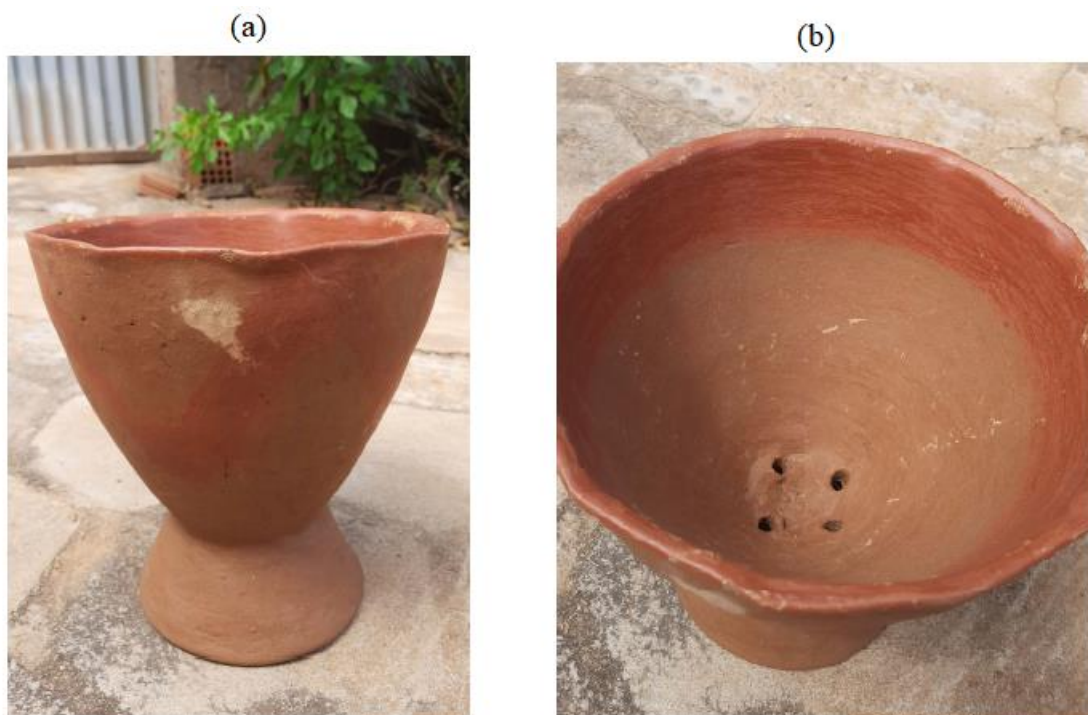
4.2 Confeção do sistema *pot in pot*

Foi realizado a confecção do sistema, aplicando a técnica desenvolvida por Abba, em que foi adquirido dois vasos cerâmicos que são comercializados na localidade, com dimensões e tamanhos diferentes:

- Vaso externo (maior): 29,5 x 23 x 10 cm ($\emptyset$ superior, altura, $\emptyset$ inferior, dimensões da parte oca), contendo uma base que o deixava mais alto. Espessura da parede aproximadamente 1,0 cm.
- Vaso interno (menor): 23 x 15 x 13 cm ($\emptyset$ superior, altura, $\emptyset$ inferior, dimensões externas). Espessura da parede aproximadamente 0,5 cm.
- Espessura média da areia entre os vasos: 2,0 cm na parte superior e 8,0 cm na inferior.

Os vasos adquiridos possuíam uma fina camada de argila misturada com tinta, que era utilizado para fins estético dos vasos, conforme as Figuras 7 e 8 apresentadas a seguir.

Figura 7 - Vaso maior com camada de argila misturada com tinta, (a) parte externa, (b) parte interna.



Fonte: Autor (2022).

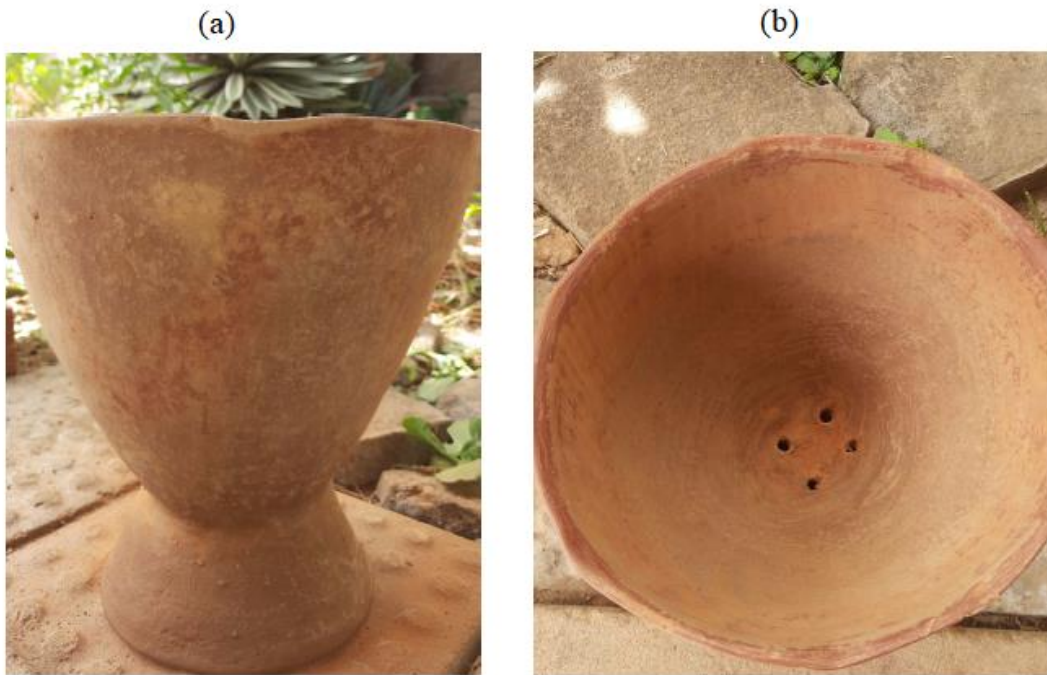
Figura 8 - Vaso menor com camada de argila misturada com tinta, (a) parte externa, (b) parte interna



Fonte: Autor (2022).

A partir disto foi feito um lixamento da área externa e interna, com a utilização de uma lixa grossa nº80, como podem ser vistos nas Figuras 9 e 10.

Figura 9 - Vaso maior lixado, (a) parte externa, (b) parte interna.



Fonte: Autor (2022).

Figura 10 - Vaso menor lixado, (a) parte externa, (b) parte interna.



Fonte: Autor (2022).

O vaso externo continha em sua base alguns furos e, após o processo de lixação, foram fechados com a utilização de cola epóxi, como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Furos da base fechados.



Fonte: Autor (2022).

A montagem visa o modelo original, em que o vaso menor é posto dentro do vaso maior, estando separados por areia umedecida, em que esta condição foi mantida pelo acréscimo de aproximadamente 350 ml de água, quando era observado que a areia estava seca, e como tampa foi utilizado um pano umedecido, de acordo com a Figura 12.

Figura 12 - Montagem baseada no modelo original (a) sem o pano, (b) com o pano.



Fonte: Autor (2022).

4.3 Instrumento

Para aferir diariamente a temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) e a umidade relativa do ar (UR) foi utilizado o Termo-Higrômetro Digital (FEPRO-MUT600S). O equipamento foi instalado na parte interna dos vasos, em que era possível obter os seguintes dados: 1- Temperatura interna (T_{in}) do recipiente; 2- Temperatura de bulbo úmido (T_{bu}): ela é referente a temperatura da areia umedecida, sendo a segunda leitura que aparece no visor do equipamento; 3- Umidade relativa do dispositivo (UPot%). Como pode ser visto na Figura 13. Já a temperatura ambiente e a umidade relativa do ambiente foram conferidas colocando o equipamento a uma distância de 30 centímetros do *pot in pot*, Figura 14.

Figura 13 - Posicionamento e leituras do Termo-Higrômetro Digital no *pot in pot*.



Fonte: Autor (2022).

Figura 14 - Posicionamento e leituras do Termo-Higrômetro Digital no ambiente.



Fonte: Autor (2022).

4.4 Análise dos dados

Para a análise da eficiência, durante quatro dias foi aferida a temperatura e a UR do ar, que foram aplicadas na fórmula de eficiência a partir da capacidade de resfriamento evaporativo. A eficiência é calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Temperatura}_{\text{Ambiente}} - \text{Temperatura}_{\text{Interna}}}{\text{Temperatura}_{\text{Ambiente}} - \text{Temperatura}_{\text{Bulbo úmido}}} \quad (4.4)$$

Conforme Carvalho Silva e Prat (2020), para a realização do cálculo da eficiência de arrefecimento do sistema evaporativo não se deve observar apenas a diferença entre a Temperatura interna e ambiente ($T_{in} - T_{amb}$), deve-se levar em consideração também a máxima redução de temperatura que o sistema pode atingir, ou seja, a Temperatura de bulbo úmido.

Para processamento dos dados foi utilizado o programa Microsoft® Excel® 2019 MSO (Versão 2207 Build 16.0.15427.20182) 64 bits, conforme cada teste estatístico.

4.5 Conservação

Foi realizado um teste de prova utilizando tomates em que alguns deles foram conservados dentro do dispositivo de conservação convencional, tal como a geladeira, outros ao ar livre e dentro do *pot in pot*. Eles foram adquiridos no comércio da região, onde a seleção foi baseada na ausência de lesões, regiões amassadas ou aberturas na casca, rejeitando-se aquelas que apresentaram alguns deste tipo de dano.

Os experimentos foram repetidos 3 vezes e em cada repetição foram utilizados três tomates, onde cada amostra foi identificada e fotografada (Figuras 15, 16 e 17). Os tomates com as identificações 1A, 2A e 3A, foram conservados a temperatura ambiente, os com 1G, 2G e 3G, conservados na geladeira e por fim os com 1P, 2P e 3P, no dispositivo *pot in pot*.

Figura 15 - Primeira amostragem de tomates.



Fonte: Autor (2022).

Figura 16 - Segunda amostragem de tomates.



Fonte: Autor (2022).

Figura 17 - Terceira amostragem de tomates.

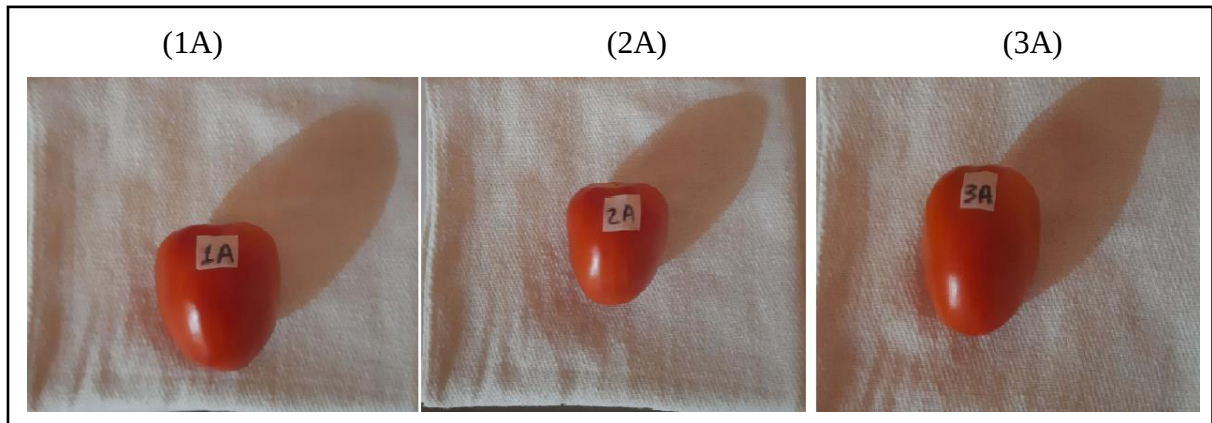


Fonte: Autor (2022).

4.6 Armazenamento

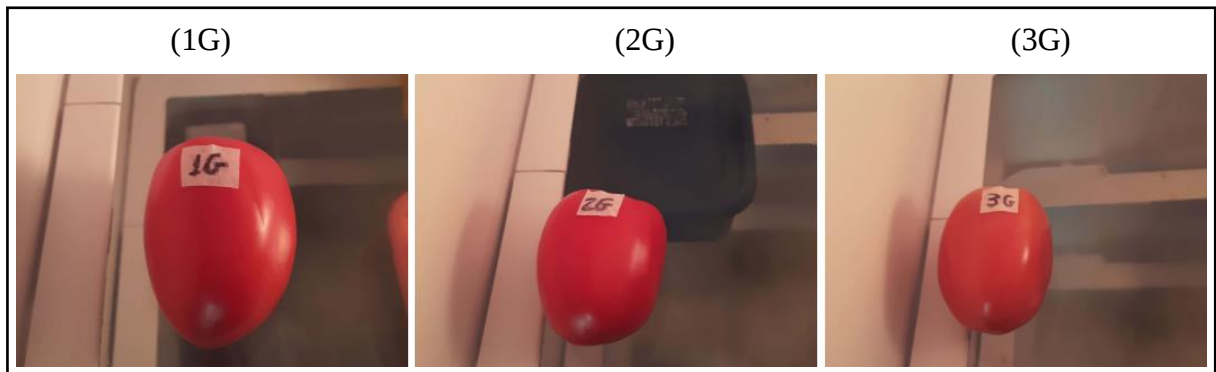
Depois de distribuídas nos diferentes ambientes (Figuras 18, 19 e 20) as amostras foram armazenadas durante quatorze dias, verificando sinais de alterações que as tornassem impróprias para o consumo.

Figura 18 - Conservados na temperatura ambiente.



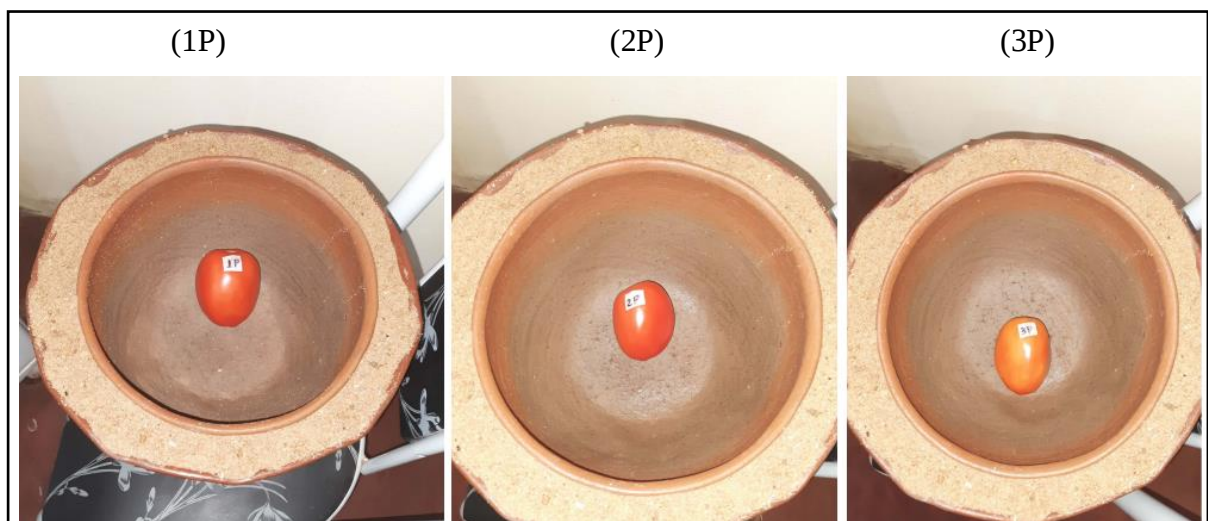
Fonte: Autor (2022).

Figura 19 - Conservados na geladeira.



Fonte: Autor (2022).

Figura 20 - Conservados no *pot in pot*.



Fonte: Autor (2022).

As amostras foram analisadas quanto às características visuais (cor, brilho, turgência e sinais de alterações na superfície).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Eficiência do *pot in pot*

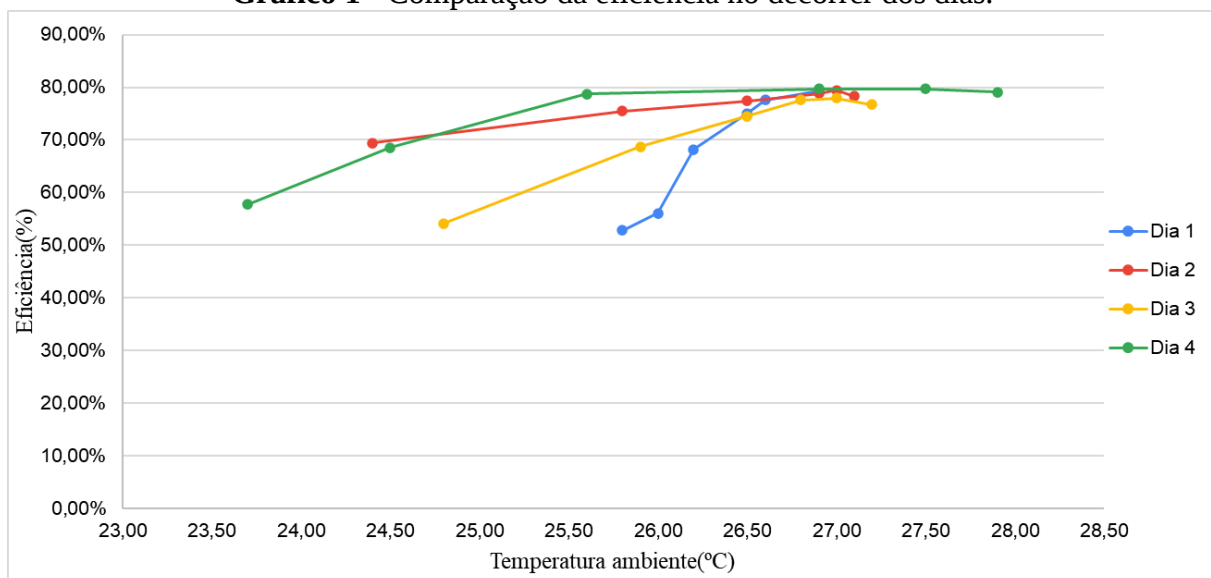
Foram realizadas 6 medições da temperatura e da umidade relativa do ar do sistema analisado e do ambiente durante quatro dias, conforme a Tabela 1. O horário selecionado para realização das medições, teve em vista a faixa do dia que se há maior mudança climática, onde foi observado variação significativa entre a temperatura do ambiente e a interna do *pot in pot*. Os dados coletados foram obtidos ainda com o sistema em branco (sem nenhum alimento em conservação), para avaliarmos somente o quesito transferência de calor no sistema.

Tabela 1 - Valores da eficiência do sistema.

Dias	Horas	Umidade relativa ambiente	Umidade relativa <i>pot in pot</i>	Temperatura ambiente	Temperatura interna	Temperatura de bulbo umido	$E = (T_{amb} - T_{in}) / (T_{amb} - T_{bu})$
Nº	H	UAmb%	UPot%	TAmb(°C)	Tin(°C)	Tbu(°C)	E(%)
		(Precisão da medida = ± 5%)		(Precisão da medida = ± 1°C)			
1	10:00	65%	80%	25,80	23,90	22,20	52,78%
	11:00	66%	83%	26,00	23,70	21,90	56,10%
	12:00	65%	83%	26,20	23,20	21,80	68,18%
	13:00	62%	82%	26,50	22,90	21,70	75,00%
	14:00	58%	80%	26,60	22,80	21,70	77,55%
	15:00	59%	80%	26,90	22,70	21,60	79,25%
2	10:00	63%	70%	24,40	21,90	20,80	69,44%
	11:00	60%	78%	25,80	21,80	20,50	75,47%
	12:00	64%	79%	26,50	21,70	20,30	77,42%
	13:00	63%	80%	26,90	21,70	20,30	78,79%
	14:00	63%	79%	27,00	21,60	20,20	79,41%
	15:00	60%	81%	27,10	21,70	20,2	78,26%
3	10:00	59%	72%	24,80	23,50	22,40	54,17%
	11:00	58%	76%	25,90	22,60	21,10	68,75%
	12:00	59%	79%	26,50	22,40	21,00	74,55%
	13:00	59%	80%	26,80	22,30	21,00	77,59%
	14:00	58%	81%	27,00	22,40	21,10	77,97%
	15:00	59%	79%	27,20	22,60	21,20	76,67%
4	10:00	60%	72%	23,70	22,20	21,10	57,69%
	11:00	58%	77%	24,5	22,10	21,00	68,57%
	12:00	59%	80%	25,60	21,90	20,90	78,72%
	13:00	58%	81%	26,90	22,20	21,00	79,66%
	14:00	57%	79%	27,50	22,40	21,10	79,69%
	15:00	55%	80%	27,90	22,60	21,20	79,10%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados coletados.

É possível observar um aumento significativo da eficiência do sistema *pot in pot* à medida que a temperatura se eleva no decorrer do dia, percebendo-se também a diferença de umidade relativa entre o ambiente e o dispositivo, que em consequência, os alimentos conservados em umidade relativa alta, tem uma menor perda de líquido para o ambiente. De acordo com os dados da tabela anterior, podemos verificar a estabilização da eficiência, conforme demonstrado pelo Gráfico 1.

Gráfico 1 - Comparação da eficiência no decorrer dos dias.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados coletados.

De acordo com o gráfico acima, é possível perceber uma tendência a uma eficiência máxima do dispositivo *pot in pot*, sendo ela de 80%, tendo em vista as condições da temperatura ambiente e da forma que ele foi confeccionado. Em virtude disto, o *pot in pot* consegue ter uma temperatura interna menor que a externa, tornando-o um ambiente mais adequado para a conservação dos alimentos.

5.2 Características visuais

Foi possível perceber, por meio de análise das amostras, diferentes comportamentos do tomate, tendo em vista às condições de armazenamento utilizado na pesquisa.

À conservação dos tomates no sistema *pot in pot*, foi o mais efetivo em relação aos outros sistemas de armazenamento, apresentando o mínimo de alterações das características visuais, tendo em vista um tempo de conservação de 14 dias. Na geladeira os tomates começaram a apresentar enrugamento, murchamento, turgência, perda de brilho e algumas depressões. Na temperatura ambiente, os tomates começaram a apresentar em poucos dias murchamento e fungos, o que acabou tornando-os impróprios para o consumo.

Após 4 dias de armazenamento, já foi possível perceber algumas alterações nas características visuais dos tomates, como podemos ver nas Figura 21, 22 e 23.

Figura 21 - Tomates 1P, 1A e 1G conservados durante 4 dias.



Fonte: Autor (2022).

Figura 22 - Tomates 2P, 2A e 2G conservados durante 4 dias.



Fonte: Autor (2022).

Figura 23-Tomates 3P, 3A e 3G conservados durante 4 dias.



Fonte: Autor (2022).

Foi possível perceber, nos tomates que estavam sendo conservados ao ar livre, algumas depressões, murchamento e criação de fungos, já nos conservados na geladeira, aparecimento de enrugamento, possivelmente ocasionado pelo ar frio, o que acarretou na fragilização da pele do tomate.

No 7º dia de análise, essas características ficaram mais evidente, como podem ser vistos nas Figuras 24, 25 e 26 abaixo.

Figura 24 - Alterações nos tomates 1P, 1A e 1G depois de 7 dias.



Fonte: Autor (2022).

Figura 25 - Alterações nos tomates 2P, 2A e 2G depois de 7 dias.



Fonte: Autor (2022).

Figura 26 - Alterações nos tomates 3P, 3A e 3G depois de 7 dias.



Fonte: Autor (2022).

Mesmo após sete dias, os tomates conservados no *pot in pot* não apresentaram nenhum tipo de manchas, depressões, murchamento, enrugamento ou criação de fungos, diferentemente dos que ficaram a temperatura ambiente, onde os fungos se espalharam mais, danificando a pele, tornando-os impróprios para o consumo, já nos que ficaram na geladeira, ficou mais evidente a característica visual de enrugamento.

Por fim, foi verificado as características das amostras no 14º dia, ficando perceptível a eficiência do *pot in pot* na conservação delas, já que as mesmas ainda estavam propícias ao consumo, tendo em vista sua superfície lisa, brilhosa e sem aparição de fungos, diferentemente dos outros sistemas, onde já estava havendo a liberação de líquido pelas rachaduras criada, devido a fragilização da superfície do tomate e o aumento significativo de rugosidade, depressões e fungos. As Figuras 27, 28 e 29 apresentam as características superficiais dos tomates em cada sistema.

Figura 27 - Alterações nos tomates 1P, 1A e 1G depois de 14 dias.



Fonte: Autor (2022).

Figura 28 - Alterações nos tomates 2P, 2A e 2G depois de 14 dias.



Fonte: Autor (2022).

Figura 29 - Alterações nos tomates 3P, 3A e 3G depois de 14 dias.



Fonte: Autor (2022).

De acordo com Camelo e Gomes (2004), a cor do tomate se torna um dos atributos mais importantes na decisão de sua compra, onde isto é atribuído ao seu bom estado de conservação e ao seu frescor, contudo, nesta pesquisa a cor não foi o atributo que proporcionou essa classificação do fruto, mas sim outras alterações como o enrugamento e o aparecimento de fungos. Portanto, diante a análise das amostras depois de 14 dias, o sistema *pot in pot* mostrou-se mais eficiente do que os demais, pois não apresentava características visuais que o tornavam impróprios para o consumo, ou seja, permaneceu os atributos de brilho, a superfície não continha enrugamento e nem fungos. Ao comparar os resultados obtidos pela conservação dos tomates ao ar livre e na geladeira, no 7º e 14º dia, é notório o aumento das manchas de fungos, da rugosidade e dos danos na pele, o que tornaram impróprios para o consumo.

A partir de todos os dados coletados e analisados, sugere-se o uso do sistema *pot-in-pot* para região do semiárido brasileiro, com o intuito de atender locais remotos onde não exista o abastecimento de energia elétrica ou, ainda, famílias que não tenham condições financeiras para aquisição de geladeiras elétricas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou o funcionamento do sistema *pot in pot*, onde seu funcionamento pode ser explicado pelo princípio de resfriamento evaporativo e transferência de calor. Com os resultados obtidos, foi possível concluir que o sistema se mostrou eficiente na redução de temperatura, proporcionou aumento da vida útil do alimento e foi o mais eficaz para a conservação do alimento utilizado no estudo.

Tendo em vista o impacto social e ambiental do *pot in pot* em alguns países africanos, e levando em consideração que em alguns locais do Brasil a população ainda não tem acesso à energia elétrica e apresentam características climática semelhante à deste país, buscou-se uma solução simples de geladeira de baixo custo, que dispensa o uso de energia elétrica.

6.1 Sugestões para trabalhos futuros

Portanto, para perspectivas futuras, realizar a análise da granulometria das partículas de argila e de areia que compõe o sistema, com o propósito de verificar qual a mais adequada para obtenção de uma melhor efetividade desse processo de convecção, efetuar a montagem do dispositivo em outras zonas bioclimáticas e com outros materiais, partindo de uma análise qualitativa e quantitativa de novos materiais que possam ser utilizados, analisar a perecibilidade dos alimentos buscando trazer o que foi perdido durante essa deterioração ao longo dos dias, diante o comparativo entre a geladeira, meio ambiente e o *pot in pot*, é importante esses novos aspectos a serem estudando, para que assim haja um melhor engajamento com a implementação do sistema para a população sem acesso a equipamento de refrigeração que se localizam nos mais diversos locais.

REFERÊNCIAS

BARROS FILHO, J.; BOMBATI, T. A. V.; BORTOLOTTI, J. A.; CAVALHIERI, L.; VERASZTO, E. V.; CAMARGO, J. T. F. de. Geladeira do deserto: uma iniciação científica forjada nas aulas de termodinâmica de um curso de engenharia ambiental. In: **Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2011, Blumenau, SC.

BASEDIYA, A. L.; SAMUEL, D. V. K.; BEERA, V. Evaporative cooling system for storage of fruits and vegetables - A review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 50, n. 3, p. 429–442, 2013.

CALDAS, Renata de Melo; SAMPAIO, Yony de Sá Barreto. POBREZA NO NORDESTE BRASILEIRO: UMA ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro: Revista de Economia Contemporânea, p. 74-96, 12 mai. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rec/a/T7fzd8My98VMWxw4sPH8rCq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 de junho de 2022.

CAMELO, A.F.L.; GÓMEZ, P.A. Comparison of color indexes for tomato ripening. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.3, Brasília, 2004.

CAROSSI, G. A. B. **Resfriamento Evaporativo: Estudo do Potencial de sua Aplicação no Brasil**. 2005. 100 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

CARVALHO SILVA, Francisco Tiago; PRAT, Bernat Vinolas. **Sistemas de refrigeração sem utilização de energia elétrica**: Uma análise da produção científica sobre dispositivos pot in pot. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, ano 5, ed. 05, v. 05, p. 21-42, 2020. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/sistemas-de-refrigeracao>>. Acesso em: 14 de agosto de 2022.

ÇENGEL, Yunus A. **Transferência de Calor e Massa: Uma Abordagem Prática**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

DADHICH, Sushmita Mukherjee; DADHICH, Hemant; VERMA, RadhaCharan. Comparative study on storage of fruits and vegetables in evaporative cool chamber and in ambient. **International Journal of Food Engineering**, v. 4, n. 1, 2008.

DE ABREU, Paulo Giovanni; ABREU, Valéria Maria Nascimento; MAZZUCO, Helenice. **Uso do resfriamento evaporativo (adiabático) na criação de frangos de corte**. Embrapa Suínos e Aves-Documents (INFOTECA-E), 1999. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/437183>>. Acesso em 16 de março de 2022.

GIMÉNEZ, A.; ARES, F., & ARES, G. **Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches**. Food Research International. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.008>>. Acesso em: 13 de agosto de 2022.

GUIMARÃES, Mariane. Silva; SILVA, Lúcia Alla; DIAS, Patrícia Sardinha; GOMES, Raphaela Christina Costa. **Novo modelo de alvenaria visando o resfriamento do ambiente Interno**. Revista Mirante, p. 108–118, 2017. Disponível em: Acesso em: 26 de julho de 2022.

GUSTAFSSON, Katarina; SIMSON, Hanna. **Um estudo experimental em um resfriador evaporativo para áreas rurais quentes**. KTH School of Industrial Engineering and Management, 2016. Disponível em: <<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:952001/FULLTEXT01.pdf>>. Acesso em :17 de março de 2022.

IDAH, P. A., MUSA, J. J., ABDULLAHI, M. Effects of Storage Period on Some Nutritional Properties of Orange and Tomato. **AU J.T**, v.13, n. 3, p. 181-185, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares**. Perfil das despesas no Brasil: Indicadores selecionados, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 de março de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico**, 2010. Disponível em: < www.ibge.gov.br >. Acesso em: 02 de março de 2022.

MIHELIC, J. R., ZIMMERMAN, J. B., RAMASWAMI, A. Integrating Developed and Developing World Knowledge into Global Discussions and Strategies for Sustainability. 1. Science and Technology. **Environmental Science & technology**. v.41, n.10, p. 3415-3521, 2007.

ODESOLA, I. F., ONYEBUCHI, O. **A Review of Porous Evaporative Cooling for the Preservation of Fruits and Vegetables**. The Pacific Journal of Science and Technology. v.10, n.2, p. 935-941, 2009. Disponível em: <<http://www.akamaiuniversity.us/PJST.htm>>. Acesso em: 16 de março de 2022.

OLIVEIRA, Albânia Maria Caludino de. **Eficiência do sistema Pot in Pot na conservação de pimentão e tomate**. 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

RICHARDSON, Roberto Jarry, **Pesquisa social: Métodos e Técnicas**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2012.

SCHRAMM, Alexandre Murilo; CORBETTA, Janiara Maldaner. **Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade: conceitos antagônicos ou compatíveis?** In: SOUZA, Maria Cláudia da Silva Antunes de; ARMADA, Charles Alexandre. Sustentabilidade, meio ambiente e sociedade: reflexões e perspectivas [e-book]. Umuarama: Universidade Paranaense – UNIPAR, 2015.

SEU PLANETA BRASIL. **Pot-In-Pot. Como Refrigerar Alimentos Sem Eletricidade.** Disponível em: < <https://tuplanetaong.org/pt/2017/02/24/pot-in-pot-como-refrigerar-alimentos-sem-eletricidade/>>. Acesso em: 16 de março 2022.