

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**UM ORVALHO DE ESPERANÇA AO SEMIÁRIDO BRASILEIRO:
PARA “DAR-DE-BEBER ÀS ABELHAS” (*Apis mellifera*)**

JUCIANA VIEIRA CARVALHO

PETROLINA, PE

2022

JUCIANA VIEIRA CARVALHO

**UM ORVALHO DE ESPERANÇA AO SEMIÁRIDO BRASILEIRO:
PARA “DAR-DE-BEBER ÀS ABELHAS” (*Apis mellifera*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao IF SERTÃO-PE *Campus* Petrolina Zona
Rural, exigido para a obtenção de título de
Engenheira Agrônoma.

PETROLINA, PE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C331 Carvalho, Juciana Vieira.

Um orvalho de esperança ao Semiárido brasileiro: Para "dar-de-beber às abelhas" (Apis mellifera) / Juciana Vieira Carvalho. - Petrolina, 2022.
40 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Silver Jonas Alves Farfan.

1. Ciências Agrárias. 2. Apis mellifera. 3. Captação de orvalho. 4. Semiárido brasileiro. 5. Tecnologias. I. Título.

CDD 630



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO SERTÃO PERNAMBUCANO

FOLHA DE APROVAÇÃO

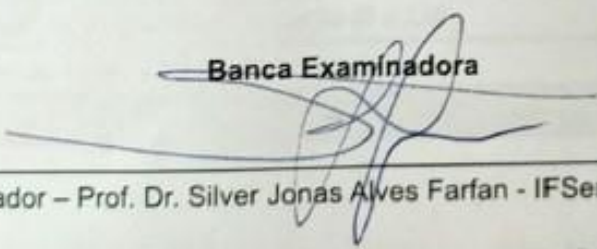
Juciana Vieira Carvalho

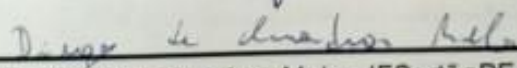
**UM ORVALHO DE ESPERANÇA AO SEMIÁRIDO BRASILEIRO:
PARA “DAR-DE-BEBER ÀS ABELHAS” (*Apis mellifera*)**

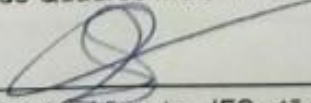
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural.

Aprovada em: 08, dezembro de 2022

Banca Examinadora


Orientador – Prof. Dr. Silver Jonas Alves Farfan - IFSertãoPE, CPZR


Prof. Dr. Diego de Quadros Melo - IFSertãoPE, CPZR


Saullo Laet Almeida Vicente - IFSertãoPE, CPZR

RESUMO

Objetiva-se com este trabalho indicar uma tecnologia social capaz de captar água atmosférica atendendo os critérios de viabilidade, eficiência e baixo custo para consumo de abelhas (*Apis mellifera*). A criação de novas tecnologias de captação de água requer diversos estudos sobre a viabilidade econômica e a eficiência na coleta de água, atingindo o propósito, que é fornecer água de qualidade para o abastecimento. A caracterização do clima no Semiárido trás referência do comportamento de chuva ao longo de décadas, desde do império fazendo analogia a outras regiões Semiárida do mundo onde chove entre 80 mm a 250 mm por ano. No Brasil o Semiárido nordestino é considerado o local com maior precipitação do mundo, com variação espacial de 250 mm a 800 mm anuais concentrado em quatro meses do ano mal distribuído em todo território. Das diversas necessidade das abelhas inclui-se o consumo de água, e nos dias quentes, a água é utilizada para regulação da umidade e temperatura do ninho. O ninho de crias é mantido na faixa de temperatura aproximadamente de 32 a 35 °C por meio de resfriamento e produção de calor endotérmico das abelhas. A disponibilidade de bebedouro em torno do apiário evita perda de abelhas por predadores, a exemplo de sapos e libélulas que margeiam em fontes naturais de água. Quanto a qualidade da água condensada de diversos sistemas, o orvalho é uma água destilada, ou seja, não existe a contaminação por metais pesados e/ou microorganismos maléficos à saúde.

Palavras-chave: *Apis mellifera*, Captação de orvalho, Semiárido brasileiro, Tecnologias.

A Deus por me manter na fé e determinada a vencer os obstáculos da vida. A minha querida mãe, Adeilde, mulher guerreira exemplo de perseverança, fé e honestidade, que me inspiram a seguir em frente de cabeça erguida, sendo sempre incentivo nas horas difíceis. Ao meu namorado, Edvaldo pelo companheirismo, apoio e carinho.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a Deus meu alicerce; sem ele eu não teria capacidade para desenvolver e concluí-lo.

À minha querida mãe, Adeilde de Jesus Vieira, meu irmão João Vieira e o meu namorado Edvaldo da Rocha Braga que tanto admiro, dedico esse resultado e o esforço realizado ao longo deste percurso.

Ao Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus zona rural, a quem fico lisonjeada por dele ter feito parte ao corpo docentes e prestadores de serviço, por ter contribuído pelo bom funcionamento dessa Instituição.

Ao meu querido orientador professor, Silver Jonas Alves Farfán que colaborou e dedicou incansavelmente pelo meu conhecimento, sem o qual eu não teria concluído essa dissertação.

Enfatizo a dedicação que vi ao longo dos anos de cada um dos professores do curso de Engenharia Agrônômica: Rodolfo Peixoto, Silver Jonas, Aline Rocha, Caio Márcio, Saullo Vicente, Fabiana Dantas, Diego Melo, Maria Cláudia Coelho, Christina Akemy, Eduardo Araújo, Luciana Jatobá, Adriane Silva, Tatiane Neres, Euclides Francisco Neto, Fábio Freire, Jose Sebastião Sousa e Cícero Antônio a quem tenho orgulho de dizer que fizeram parte da minha vida acadêmica e colaborou para o meu conhecimento e aprendizado.

Aos meus amigos e colegas de curso, por sempre me apoiarem e ser um incentivo nessa trajetória acadêmica, que muitas vezes foi árdua, em especial à Jucicléia Soares, Ítala Mikely, Luiz Gonzaga e David Pereira (AG16), Eugênia Guimarães, Williane Oliveira e Lucas Brito (AG10), Jose Paulo Souza (AG15), Silvany Araújo (AG18), Amanda Rodrigues (AG14), Camila Valgueiro (AG13), Acsa Maynara, Eduarda Ellen, Mirele Barbosa, Janeilson Rodrigues e Conceição de Maria (AG11).

A todos os agricultores e apicultores que tive oportunidade de trabalhar e apreender de forma tão singular, por abrir a porta da sua casa e de coração aberto a me receber com orientações técnica, espero que esse trabalho possa no futuro contribuir para apicultura e uma agroecologia mais pujante no Semiárido brasileiro.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“MUITO OBRIGADA!”

*“Somos o que repetidamente fazemos. Portanto, a
excelência não é um feito, é um hábito”*

(Aristóteles)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Página

Figura 1: Gel desidratado, à esquerda e o gel hidratado, à direita	18
Figura 2. Modelo esquemático da representação de um monômero, mero e polímero e macromolécula	19
Figura 3. Estrutura do poli (N-isopropilacrilamida)	19
Figura 4: A máquina EcoloBlue 30 E	20
Figura 5: Pastilha termoelétrico de efeito Peltier	21
Figura 6: Esquema de funcionamento do protótipo DRIPS	22
Figura 7 e 8: O projeto <i>Warka Water</i>	23
Figura 9: Malha de poliéster	23
Figura 10 e 11: Adição do polímero à fibra e Coleta/liberação de água pelo algodão PNIPAA	25
Figura 12: Dispositivo com absorvedor e condensador	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASA BRASIL - Articulação no Semiárido Brasileiro

DRIPS – Sistema de Precipitação de Irrigação de Raiz Profunda

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

SÚMARIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	10
2. DESENVOLVIMENTO	13
2.1. São pobres os que passam sede (pastoral da terra)	13
2.2. O comportamento hídrico das abelhas (<i>apis mellifera</i>)	13
2.3. Mecanismos adaptativos dos colhedores de orvalho	17
2.4. As distintas tecnologias de captação de orvalho	18
2.4.1. Captação de orvalho através de géis absorventes de umidade	18
2.4.2. A máquina EcoloBlue 30E (encontrada no mercado)	19
2.4.3. As pastilhas termoelétricas de efeito Peltier	20
2.4.4. Tecnologia do plástico de polietileno	21
2.4.5. <i>DRIPS (Deep Root Irrigation Precipitation System)</i>	21
2.4.6. Projeto <i>Warka Water</i>	22
2.4.7. Tecido PNIPAA [poli(N-isopropilacrilamida)]	24
2.4.8. Coletor de água com uso de MOFs (Metal-Organic Frameworks)	25
2.4.9. Quadro com valores estimados de algumas tecnologias de captação de orvalho	26
2.5. Os atributos da água atmosférica	26
3.0. OBJETIVOS	27
3.1. Objetivo Geral	27
3.2. Objetivos específicos	27
4. MATERIAL E MÉTODOS	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6. CONCLUSÃO	31
7. REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O efeito da irregularidade, os baixos índices de chuvas associada a alta taxa de evaporação no Sertão, permite aos nordestinos enfrentar diversos desafios no desenvolvimento de suas atividades agrícola e pecuária de forma exitosas (MARENGO, 2013). Atualmente, as tecnologias sociais implementadas no Semiárido tem mostrado ser mecanismo de defesa a seca e a estiagem prolongada permitindo a convivência com o semiárido. A criação de novas tecnologias de captação de água requer diversos estudos sobre a viabilidade econômica e a eficiência na coleta de água, atingindo o propósito, que é fornecer água de qualidade para o abastecimento. No Semiárido existe água e tecnologia de captação de água da chuva tais como, cisterna de consumo e produção, barreiros e barragens que recolhem aproximadamente, 37 bilhões de metros cúbicos de água sendo reservatórios individuais e coletivos (CAMPO et al, 2013). As tecnologias de captação de água da chuva, amenizam a necessidade dos nordestinos por água, embora esse recurso seja limitado, logo a quantidade de tecnologias construídas por unidade produtiva familiar ainda é baixa. Outro modo de captação é obtenção de água através dos pontos de orvalho que não foram implementadas e apresentada ao povo do Semiárido brasileiro. Conviver no Semiárido não significa apenas em implementar tecnologias diferentes, mas afirmar sua viabilidade, aliada a um povo intelectual, resiliente e resistente às suas condições, de natureza exuberante e farta (CAMPO et al, 2013). É garantia de permanência do povo dando sentido e valor ao Sertão, ressignificando a diversidade, sobrevivência e produtividade de animais e plantas. Desde que as pessoas convivam de forma respeitosa a lutar por políticas públicas adequadas.

A caracterização do clima no Semiárido trás referência do comportamento de chuva ao longo de décadas, desde do império fazendo analogia a outras regiões Semiárida do mundo onde chove entre 80 mm a 250 mm por ano (ASA BRASIL, 2021). No Brasil o Semiárido nordestino é considerado o local com maior precipitação do mundo, com variação espacial de 250 mm a 800 mm anuais concentrado em quatro meses do ano mal distribuído em todo território (MALVEZZI, 2007). O período seco é fenômeno característico da região não se refuta essa condição, sendo necessário compreender e desenvolver técnicas e tecnologias sustentáveis adaptadas às condições de semiaridez. O balanço hídrico negativo da região Semiárida indica as precipitações médias anuais inferior a 800 mm, insolação média de 2800 h ano⁻¹,

temperatura médias anuais de 23° a 27°C, evaporação de 2.000 mm ano⁻¹ e umidade relativa do ar varia próximo de 50% (EMBRAPA, 2007). Sintetizando o índice de aridez, não superar o 0,5% com base nas evidências climatológica (precipitação/evapotranspiração) da região (SEMIÁRIDOS.ORG, 2016).

O Semiárido Nordeste compreende o norte do Estado de Minas Gerais, além dos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí com uma área territorial de 1.127.953 km² conforme citado no Censo Agropecuário do IBGE, em 2010. Representando um quinto do território nacional formando um mosaico de 1.262 municípios brasileiros, com cerca de 27.870.241 habitantes nordestinos que vivem nessa região, o que reflete a uma densidade demográfica de 25 habitantes/km² (IBGE, 2010).

Esse estudo visa levantar informações sobre uma tecnologia capaz e eficiente, em colher água atmosférica, e propor este recurso para consumo de abelhas da espécie *Apis mellifera* e abelhas nativas criadas racionalmente. A atividade apícola vem sendo explorada nas regiões de Caatinga pela agricultura familiar, devido ao potencial natural do bioma e a diversidades de espécies vegetais nativas. Com a alta capacidade produtiva de flores, pólen e néctar favorecida pelo clima da região e a baixa demanda de aquisição de água pelas abelhas estão reunidas duas características importantes. O trabalho das abelhas no campo trás importância socioeconômica para famílias, pois os produtos resultantes desta atividade de coleta dos substratos florais disponibilizam o mel, pólen, cera, própolis e geleia real, tornam-se uma alternativa a mais de renda para muitas famílias sertanejas. Evidencia-se aqui, a importância dos serviços ecossistêmicos destes insetos na multiplicação de espécies vegetais, assegurando a existência humana e de muitos animais no planeta terra.

Conseqüentemente, o Semiárido dispõe de baixos recursos hídricos, delimitando quais atividades agropecuárias podem ser desenvolvidas, sendo essa atividade apropriada para região. As dificuldades decorrentes na falta d'água e alimento próximo aos apiários, são complexidade existentes para manutenção de colmeias no período de estiagem onde também, normalmente, ocorre a entressafra, que colabora para inexistência de fonte de água e alimento entorno dos apiários.

Por certo a entressafra apícola no Sertão representa aos apicultores um período crítico e árduo no trato com as abelhas, pois muitos reservatórios próximos aos apiários secam, exigindo novas tecnologias para o abastecimento de água e alimento. Ofertar uma fonte de água as abelhas pressupõem a sua necessidade, reafirma o potencial produtivo e econômico da atividade no Semiárido Nordestino e se sobressai ao extrativismo. A distribuição de água nos apiários eleva bastante os custos de produção para os apicultores nordestinos, porque a água de qualidade é limitada no meio rural, demanda das famílias custos pela aquisição, transporte e fornecimento de água nos apiários, visto que muitos desses estão distantes dos imóveis rurais.

2 DESENVOLVIMENTO

O presente artigo debruça em revisar de forma bibliográfica pontos relevantes ao proposto nessa pesquisa promovendo a interação e compreensão do leitor.

2.1. São pobres os que passam sede (pastoral da terra)

Apesar de ser difícil encontrar água na forma líquida durante o ano todo em diversas regiões do Sertão, a água se faz presente na atmosfera mesmo que em pequenas quantidades na forma de vapor de água. No processo de resfriamento acontece a condensação das nuvens e a formação de chuva. No Semiárido, água potável disponível para consumo a cada dia é escassa, o que precede as condições de segurança alimentar e nutricional e perpassa da necessidade ao direito de garantir a quantidade e qualidade de água para as famílias nordestinas. Promover a gestão adequada desses recursos hídricos é um desafio para humanidade, prevenir, remediar as fontes de água disponíveis no planeta requer sabedoria, disciplina e muita consciência ambiental. Reconhecer a garantia do direito à água como uma política pública, a ser amparada pelos poderes públicos e por uma sociedade participativa, expõem o direito humano equiparados a outros direitos socioeconômicos. Existe um “divisor de água” que retrata o Semiárido brasileiro antes e depois das tecnologias de convivência com Semiárido, tornando as famílias rurais mais resilientes, possibilitando vivenciar o Sertão com dignidade, mantendo a sua cultura, tradição e fixando as famílias no campo.

2.2. O comportamento hídrico das abelhas (*Apis mellifera*)

A ausência de fonte de água para o consumo das abelhas é um dos fatores que justifica o abandono em caixas apícolas. A água é um recurso excepcional para uma colônia, assim como, pólen e néctar (KOVAC, KAFER e STABENTHEINER, 2018). Este suprimento hídrico é requerido para manutenção da homeostase osmótica em abelhas adultas, ou seja, o resfriamento da temperatura corporal (HOSSAM e ABOU-SHAARA, 2015). Das diversas necessidades das abelhas incluem o consumo, e nos dias quentes, água é utilizada para regulação da umidade do ninho (SEELEY, 1985) e (HEINRICH, 1993). Para Hess (1926) o ninho de cria deve ser mantido por meio de

resfriamento e produção de calor endotérmico na faixa de temperatura aproximadamente de, 32 a 35 °C, além do percentual acima de 75% por cento de umidade relativa em colmeias (ELLIS, NICOLSON, CREWE, DIETEMANN, 2008). Esse aporte de água do mesmo modo, é mantido para diluição do mel armazenado na colmeia, para em seguida nutrir a ninhada (KOVAC, KAFER e STABENTHEINER, 2018).

Embora as abelhas aproveitem a água contida no néctar das flores, existe a informação de coleta de água disponível no ambiente para manter uma faixa específica de umidade relativa, como citado acima que favorece o acréscimo de ninhada (HUMAN, NICOLSON, DIETEMANN, 2006) e eclosão dos ovos (DOULL, 1976). A baixa disposição de água e alimento reduz a prole e as atividades diárias realizada pela abelha em colmeias, conseqüentemente, ocorre o declínio do aporte energético favorecendo o ataque de pragas e doenças.

A trofalaxia é um comportamento exclusivo de insetos sociais, tais como abelhas, vespas, cupins e formigas que envolve a troca de alimentos como, néctar, mel, pólen e geleia ou transferência direta do alimento líquido via regurgitação (MOREIRA, et, al, 2007). Entre operárias adultas, ou entre operárias e larvas, ou na aquisição de alimento das larvas pelas abelhas adultas (OLIVEIRA, 2019). O mesmo autor justifica que a profalaxia decorrem muito antes dos voos para forrageamento das operárias devido baixo estoque de glicogênio (0,05 a 0,47 mg por operária) contidas nas abelhas adultas necessitando retirar açúcares armazenado no mel dos favos ou através de trofalaxia com outras abelhas operária. As abelhas forrageiras através da trofalaxia também, coletam a água na natureza e transferem para nutrízes que a depositam em favos abertos ou podem guardar dentro de seus corpos, que possuem grande capacidade de distensão abdominal (OLIVEIRA, 2019).

Quando o ninho sofre risco de hipertermia, a evaporação da água do néctar for insuficiente, intercorre uma divisão de tarefas entre as abelhas o que sugere o trabalho de colheita e descarga de gotículas de água e de abelhas receptoras que depositam em células de ninhada, e posteriormente, o resfriamento evaporativo (HUMAN, NICOLSON e DIETEMANN, 2006). No preparo da geleia real são adicionados em torno de 67% de água coletada pelas abelhas que é oferecida às larvas muito jovens (WONGCHAI e RATANAVALACHAI, 2002). O armazenamento de água dentro da colmeia é restrito em alguns favos, diferente do néctar e pólen, sendo necessário à

sua disposição próximo ao apiário (OSTWALD et al, 2016). O bebedouro mais adequado citado por Mccune, Samson-Robert, Rondeau, Chagnon e Fournier (2021), é do tipo aves que mostrou ser mais atrativo as abelhas, em virtude da sua estrutura de pouso, bem como a baixa exposição da área superficial da água. A disponibilidade de bebedouro em torno do apiário evita perda de abelhas por predadores, a exemplo de sapos e libélulas que margeiam em fontes naturais de água (MCCUNE, et, al, 2021).

Para Lindauer (1952) as abelhas modificam o seu comportamento no ato de coletar água quando a necessidade de sua colônia muda. O autor ainda denota a coleta e descarte da água pelas abelhas em colmeias baseado na relação de três variáveis de tempo: “*Tempo de busca inicial, tempo total de busca e tempo de entrega*” alterando conforme a situação da colmeia. Sendo determinante a rejeição de descarga d’água pelas abelhas receptoras, em duas condições quando recusam a água ou quando estão em menor número. Ou seja, se a colônia tiver a necessidade de água ela aumenta número de receptoras convocando as mesmas que estão em outra atividade dentro da colmeia. Conforme Kühnholz e Seeley (1997) citaram uma colônia não é prejudicada na coleta de néctar e outros substrato florais pela ativação de colhedores de água, e não se sabe quais variáveis são notadas pelos coletores de água que identificam a facilidade de descarga. Mas para Lindauer (1954) refere-se que as variáveis como o número de abelhas coletoras de água agem sob a perspectiva do afago das antenas durante a descarga de água. O Kovac, Kafer e Stabentheiner, (2018) aprofundou no seguinte argumento, o estado motivacional, é importante parâmetro modulador do comportamento das abelhas. Isso está intimamente, relacionado à qualidade e quantidade de néctar, da demanda na colmeia por néctar e a distância da colmeia, em outras palavras, o forrageamento em fontes de alta taxa de recompensa as abelhas apresentam temperatura corporal e desempenho metabólico mais altos daquelas que forrageiam alimentos energeticamente, pobres. Na coleta de água as abelhas podem realizar o trabalho em baixa temperatura corporal, mas em alta temperatura confere a abelha mais agilidade na coleta, sucção e carga mais elevada, em razão da função muscular de voo melhorado (COELHO, 1991).

Em tese Jeanne (1996) argumenta que os insetos sociais tais como, a vespa (*Polybia occidentalis*) demonstraram o comportamento semelhante as abelhas durante coleta de água para construção de ninhos, que tudo ocorria não pela taxa de coleta,

mas sim pela facilidade de descarga água, ou seja, em uma situação de crescimento da colônia ou danos ao ninho esses mecanicismos são ativados em formigas ociosas. Parafrazeando com Sorensen, Busch e Vinson (1985) que formiga (*Solenopaia invicta*) quando requer carboidratos e proteínas perceber essa necessidade a partir da facilidade de descarga do alimento no retorno ao ninho.

Segundo Lengler, (1999) uma colônia de *Apis mellifera* requer até 5 litros/semana de água, quando não se tem aporte significativo de néctar. Contrapondo essa informação Mccune, Samson-Robert, Rondeau, Chagnon e Fournier (2021) em um projeto experimental pressupôs que bebedouro do tipo aves com 20 litros seja razoável para manter 20 colmeias por 3 a 4 semanas, no entanto pode varia conforme a temperatura e disponibilidade de néctar. As abelhas podem se distanciar das colmeias por até 2 km em condições áridas para colheita de água, contudo faz opção por fonte mais próxima (VISSCHER, CRAILSHEIM e SHERMAN, 1996). Entretanto, Joachimsmeier (2012) identificou que muitas abelhas coletam água ao arredor das colônias, visto que muitas operárias não distanciam maior que 50 metros das colmeias em busca de água.

Das diferentes fontes de água aproveitadas pelas abelhas, Butler, (1940) esclareceu que existe comportamento preferencial, muito inusitados observado nas abelhas como a coleta de água no esterco úmido de vaca composta de matéria orgânica ao invés de fontes de água mais limpa. O mesmo autor ainda cita que as abelhas fazem a preferência por água salina em vez de água não salina, o que foi também evidenciado por Mccune, Samson-Robert, Rondeau, Chagnon e Fournier (2021) ao testar diversos tipos de bebedouro com água salgada, estes recipientes também foram cobertos com fita adesiva amarela com intenção de aumentar a visibilidade das pálpebras das abelhas, cor padrão para atrai polinizadores. Os autores Hossam e Abou-Shaara (2015) apontam em estudo, que as abelhas optam preferencialmente por fonte de água contínua ao invés de água estática, esse comportamento pode estar associado ao convívio natural no ambiente da qual as abelhas habitam, e encontram fonte de água corrente, como rios e lagos. Esses mesmos autores constataram, através do fornecimento de xarope de açúcar (solução a 50% dissolvido em água), quando disponibilizado próximo ao apiário rapidamente, as abelham consumiam, concluindo a tese de que o recipiente estático contendo alimento açucarado é reconhecido pelas abelhas devido ao seu costume de coletar

néctar em recipiente parado, como as flores. Por outro lado, Butler, (1940) corroborou com a seguinte informação as abelhas selecionam recipientes maiores com água, contrariando os recipientes menores.

2.3. Mecanismos adaptativos dos colhedores de orvalho

No ciclo natural do ambiente existe espécies com mecanismos adaptados e capaz de captar as gotas de orvalho que subsidia insetos e pequenos animais a matar a sede, muitos desses vivem em regiões semiárida, árida ou desértica. Esses colhedores de orvalho, tal como, relatada por Sun; Bhushan, (2012), o besouro da Namíbia (*Stenocara gracilipes*) região da África, com características hidrofóbicas do élitro, vista no topo de suas saliências, e na parte inferior existe depressões com características hidrofílicas. Devido as características estruturais, geometrias e químicas de algumas superfícies como a teia de aranha (*Uloborus walckenaerius*) que utiliza o cribelo e separa as fibras da seda removendo suas fiandeiras em muitas nanofibras, bastante finas e altamente hidrofílicas capaz de absorver água da atmosfera (ZHENG, 2010). Porém, existe planta como citada por Gürsoy (2017) que se beneficia com gotas de orvalho como, a (*Salsola crassa*) espécie das xerohalófitas localizada em climas áridos da Ásia central que ao longo do tempo adaptou-se ao clima e desenvolveu capacidade de absorver orvalho, através do emaranhado de pequenos e finos pelos que cobrem seu corpo. Os cactos são plantas tolerante à seca, que ao longo do tempo sofreram modificações em sua estrutura substituindo folhas por espinhos cônicos bem distribuídos e tricomas no caule conferindo uma adaptabilidade que favorece o transporte de gotas de água para a raiz dos espinhos. Denota-se que a asa de cupins é sensível a temperatura e liberação de água. Alguns desses, mecanismos adaptativos encontrado em plantas e animais são capazes de reproduzir estudo sobre materiais ou equipamentos com alta eficiência na coleta de água atmosférica.

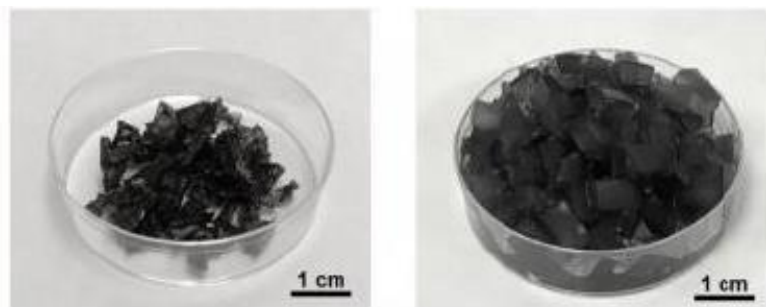
2.4. As distintas tecnologias de captação de orvalho

Diversos dispositivos estão sendo estudados para viabilizar a captação de vapor de água, com base nessas fontes em literatura e no mercado detalha-se as seguir as diferentes técnicas.

2.4.1. Captação de orvalho através de géis absorventes de umidade

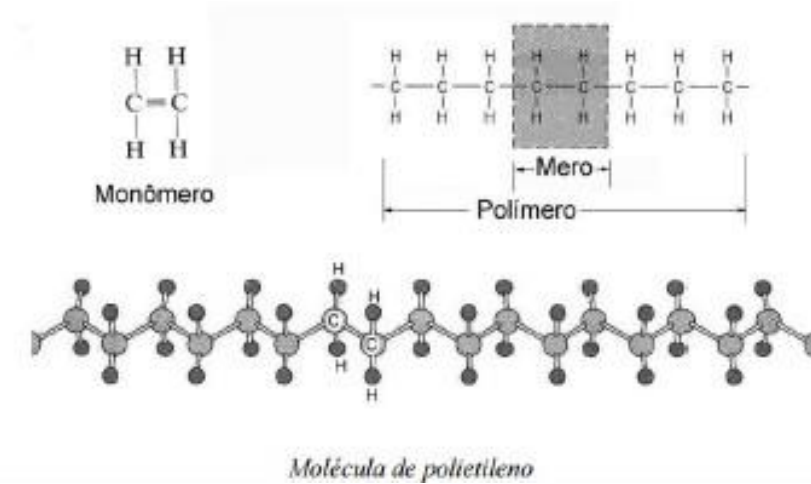
Segundo Ferreira, (2020) um pesquisador da Universidade do Texas, em Austin (EUA) desenvolveu um gel ultra absorventes de umidade, constituído de cloreto de polipirrol higroscópico penetrante em rede polimérica de *poliidrólise* N-isopropilacrilamida que confere alta capacidade de absorver água atmosféricas. Junior (2019) esclarece que o gel é inteligente em captar água do ar cerca de 5 vezes o próprio peso, no período de 12 horas e conserva a água até total aquecimento. Tal como o nome indica o polipirrol é composto obtido a partir da polimerização formada pela repetição de moléculas pequenas denominadas de monómeros, unidas por ligações químicas (ligações covalentes – os átomos se ligam entre si, dentro da molécula), isto é, o polímero condutor sendo material orgânico com boa estabilidade, cristalinidade estrutural e facilidade de sintetização (JUNIOR, 2019). O polímero deriva do grego *poly*, que diz “muitos” as moléculas que estrutura os polímeros são frequentemente, longas e flexíveis, são macromoléculas, constituído por subunidades estruturais denominada de **mero** (do grego, “*parte*”) que se repete constantemente, ao longo da cadeia molecular. Uma unidade de mero é denominada de monômero, no entanto o termo polímero foi designado para indicar muitos meros. Abaixo a figura 2 faz a representação esquemática por meio de ligações químicas do conceito de mero, monômero e polímero.

Figura 1. Gel desidratado, à esquerda e o gel hidratado, à direita.



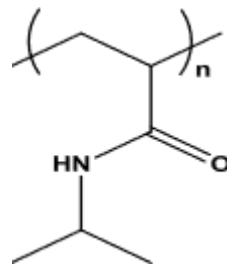
Fonte: Ferreira, 2020.

Figura 2. Modelo esquemático da representação de um monômero, mero e polímero e macromolécula



Fonte: tecnologiadelosplasticos.blogspot.com, 2013

Figura 3. Estrutura do poli (N-isopropilacrilamida)



Fonte: Marques, 2012

2.4.2. A máquina EcoloBlue 30E (encontrada no mercado)

A EcoloBlue é um equipamento com a capacidade de retirar a umidade do ar, sendo bem usual em sistema de refrigeração por compressão de vapor, e o ar atmosférico é forçado pelo evaporador da máquina, então a água condensada e direcionada pelos filtros, depois é disponibilizado para cliente. Conforme empresa diz que o aparelho capta 30 litros de água por dia, isto depende da umidade do local, e chega a consumir aproximadamente, 380 watts de potência elétrica, mas é capaz de funcionar em um sistema com painéis solares, turbinas eólicas, geradores a gás ou elétrico ou opere desconectada do grid. O equipamento integra 5 filtros com a função

de retirar poeira, areia, vírus, bactérias, metais pesados e odor, e acrescenta os minerais necessários para torna água potável para consumo.

Figura 4. A máquina EcoloBlue 30 E

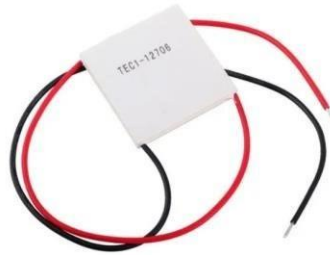


2.4.3. As pastilhas termoelétricas de efeito Peltier

As células termoelétricas de efeito Peltier funciona como bomba de calor que aplica uma corrente elétrica, e o calor se move de um lado para outro da célula dissipando o calor da superfície desejada. Para Ferreira, (2020) o objetivo do módulo termoelétrico for a refrigeração, é fundamental aumentar o máximo da capacidade de refrigeração da face quente da célula Peltier dissipando calor, com alta velocidade de corrente reduz ao máximo a diferença de temperatura entre as faces. A autora também cita que este equipamento pode ser aproveitado na retirada de água do ar, através de superfície refrigerada, com umidade relativa por volta de 82 a 39%, e temperatura entre 25 a 35°C obtendo água em uma quantidade satisfatória. O máximo consumo de potência é de 91,2 watts, segundo site de referência diz que a pastilha Peltier através de alimentação controlada e adequada possui a capacidade de aquecer e resfriar objetos que toquem sua superfície em questão de poucos minutos, atuando como um cooler termoelétrico.

“O processamento de vapor d’água envolve duas etapas. Primeiro, o vapor é levado até uma superfície ou volume de condensação, depois é criado um gradiente de pressão de vapor entre o ar e a superfície de condensação, que força as moléculas de vapor a fluírem do ar para a superfície ou volume de condensação. O que diferencia um método de processamento de vapor de outro é a forma como esse gradiente de pressão de vapor é gerado.” (ROCHA e CACHOEIRA, 2016).

Figura 5. Pastilha termoelétrica de efeito Peltier



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2733401487-pastilha-termoeletrica-peltier-tec1-12706->

2.4.4. Tecnologia do plástico de polietileno

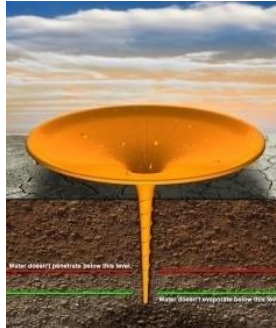
A empresa Israelense *Tal-Yan Water Technologies* (2018) criou uma bandeja descartável de polietileno, com vida útil em média de seis anos, capaz de ser reaproveitada. Esse material é utilizado ao redor da planta para captar água no ponto de orvalho e conduzir até a sua raiz, além disso, evita o crescimento de plantas daninhas próximo de plantas cultivadas. Um estudo realizado na Espanha mostrou que dois materiais plástico desenvolvido pela OPUR, o polietileno preto (usado na horticultura) tem propriedades hidrofílicas em sua composição é capaz de coletar orvalho (MAESTRE-VALERO et al, 2011). Este plástico de OPUR apontou a maior captura do ponto de orvalho em 175 noites comparando com 163 do plástico preto. No entanto, o plástico preto tem capacidade de armazenar maior quantidade de orvalho, cerca de 19,5% superior que outro, sendo mais emissível e além disso, tem menor custo e maior vida útil.

2.4.5. DRIPS (*Deep Root Irrigation Precipitation System*)

O protótipo DRIPS (*Deep Root Irrigation Precipitation System*) é funil cônico de plástico ou metálico que colhe gotas de orvalho para irrigação conduzindo até centro do funil, e posterior as raízes profundas das plantas cultivadas em ambientes áridos (DRIP, 2018). Nesses locais, ocorre uma diferença de temperatura entre o dia e a noite originando vapores d'água, essa umidade evapora durante o dia, em nenhum momento as plantas sedentas aproveitam essa água. Segundo o DRIPS Project, esse protótipo deve ser instalado a ficar raso e largo no topo, cerca de 15 polegadas (40 cm), com parte fina do funil com prolongação de aproximadamente, 2 pés (0,5 metros).

Os fios espirais finos presentes na parte fina permitem que, o cone seja parafusado e fixado em solos duros.

Figura 6. Esquema de funcionamento do protótipo DRIPS



Fonte: <https://dripsproject.com/>

2.4.6. Projeto *Warka Water*

O arquiteto italiano Arturo Vittori concebeu um projeto *Warka Water* com intuito de colher água presente na atmosfera, através da chuva ou de neblina que condensa contra a superfície fria da malha, obtendo gotículas de água limpa. A *Warka* foi confeccionada, a partir de diversos materiais biodegradáveis e recicláveis (bambu e material de poliéster) que seja, viável a condensação da água na torre (*WARKA WATER, 2018*). O arquiteto criou protótipo para apresentar na bienal de Veneza em 2012, e mais tarde em 2015 teve a primeira torre barata instalada em uma vila rural no sul da Etiópia, região precária de água corrente, banheiro e eletricidade. A população tinha que deslocar por longos trajetos em busca de água, muito dessas fontes contaminada (*CASACOR, 2020*). Basicamente, a torre foi projetada com toldo de tecido que sombreia parte inferior da torre, a fim de evitar que água captada evapore. A estrutura chega a recolher 100 litros/dia de água, contudo esse volume varia conforme a temperatura e umidade (*CASACOR, 2020*).

Figura 7 e 8. O projeto *Warka Water*



Fonte: <https://casacor.abril.com.br/noticias/arquiteto-desenvolve-torre-que-coleta-agua-potavel-do-ar-na-etiofia/>

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão (UTFPR-CM) avaliou a viabilidade da implantação de *Warka Water* para captação do orvalho. Porém o experimento foi malsucedido devido as características químicas absorventes da malha apresentando um arranjo geométrico pouco eficiente, a mesma Instituição sugeriu selecionar um material, mas adequado (GRECCO et al, 2017).

A geometria de uma malha planar influencia no rendimento de orvalho coletado, como citado por Jacobs; Heusinkveld; Berkowicz, (2008) estes autores afirmam que a estrutura da malha com formato de pirâmide invertida mostrou maior eficiência de 5% na coleta de água vaporizada. Contrapondo Clus, Ouazzani, Muselli, Nikolayev, Saran e Beysens, (2009) que citam a superfície de malha plana para mesma área explorada no plano horizontal. Quando é confrontada com uma estrutura no formato de funil de dez lados descobriu maior eficiência de resfriamento, quando projetada a um metro do solo com inclinação de 30 graus aumentou cerca de 40% de água coletada.

Figura 9. Malha de poliéster



Fonte: <https://casacor.abril.com.br/noticias/arquiteto-desenvolve-torre-que-coleta-agua-potavel-do-ar-na-etiofia/>

Se tratando de malha a fibra de coco é material encontrado em abundância no Semiárido brasileiro essa fibra é composta por lignocelulósica retirada do mesocarpo

fibroso do coco que é utilizada como carga em polímeros por ser de baixo custo, baixa densidade, boa resistência, boa rigidez, biodegradabilidade, e bom isolamento térmico (ISHIZAKI et al, 2006). Essa fibra natural é composta pela celulose, a lignina, a pectina, ceras e substâncias solúveis em água (SANTOS e NACHTIGAL, 2006). Os mesmos autores esclarecem que o principal constituinte da fibra de coco é celulose, conferindo boas propriedades mecânicas às fibras e um elevado caráter hidrofílico, que torna a matriz polimérica, geralmente hidrofóbica. A junção entre a fibra e o polipropileno pode dá origem a um produto sólido semicristalino com boas propriedades físicas, mecânicas e térmicas com capacidade hidrofílica e hidrofóbica, o polipropileno (PP) é um polímero termoplástico produzido através da polimerização do propileno (KARIAN, 2003). Corroborando por KARIAN (2003) a forma comercial de PP mais abundantemente, usada é fabricado via catalisadores que geram cadeias poliméricas cristalizáveis.

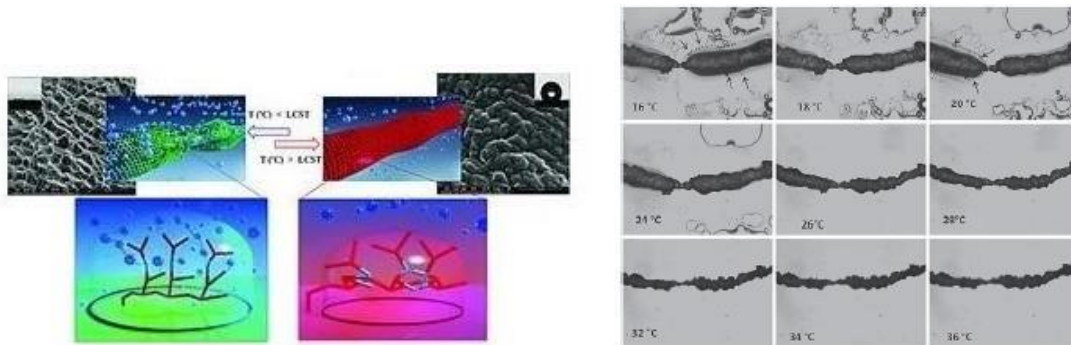
2.4.7. Tecido PNIPAA [poli(N-isopropilacrilamida)]

O pesquisador Hengrui Yang (Universidade de Eindhoven – Holanda) em conjunto com colaboradores da Universidade Politécnica de Hong Kong alvitaram a fibra natural a um polímero de nome poli (N-isopropilacrimida) ou *PNIPAA* (YANG et al, 2013).

O tecido PNIPAA [poli(N-isopropilacrilamida)], é composto de algodão com 99% de unidades de celulose que sofreu modificação de superfície de fibras de celulose para controlar suas propriedades, tais como, molhabilidade, estabilidade mecânica ou adesão (YANG et al, 2013). Desse modo juntou polímeros responsivos a estímulos que altere a fibra natural em um material inteligente que seja sensível às mudanças no ambiente, como temperatura, pH ou luz.

Tal tecido denota a sua importância, visto ser de baixo custo e eficiente por absorver até 340% do seu próprio peso em água, ou seja (3,4 L / kg material) este polímero sozinho não consegue capturar mais do que 18% (FERREIRA, 2020). O PNIPAA quando é submetido a uma temperatura acima de 34 °C, o algodão se torna hidrofóbico (repulsivo a água), a 16 °C, gotículas de água surgem na superfície da fibra, sob o algodão devido ao processo de condensação, a espessura da fibra dilata sucessivamente até 24-25°C. (FERREIRA, 2020).

Figura 10 e 11. Adição do polímero à fibra e Coleta/liberação de água pelo algodão PNIPAA

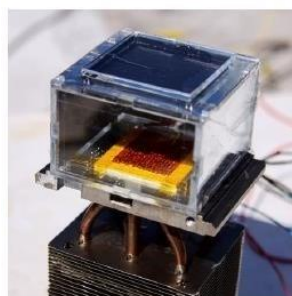


Fonte: Advanced Materials

2.4.8. Coletor de água com uso de MOFs (Metal-Organic Frameworks)

O químico Omar Yaghi e o engenheiro mecânico Evelyn Wang combinaram materiais absorvedores com um condensador obtendo um dispositivo capaz de retirar água da atmosfera em regiões pouco úmidas. Ferreira (2020) relata que protótipo funciona com um absorvedor dentro, mais precisamente no topo de uma câmara próximo ao condensador, o material absorvente é composto de MOF. O funcionamento do equipamento consiste com a abertura do compartimento para entrada de ar difundido pelos poros do MOF (durante à noite), as gotículas de água se fixam na superfície interna (FERREIRA, 2020). Diz Yaghi (2013) que pela manhã com a câmara fechada, na presença de luz solar entrando no dispositivo pelo topo do aquecedor o MOF libera água captada na forma de vapor, e como dentro do equipamento está aclimatado, o condensador localizado na base transforma o vapor em água líquida. O Yaghi (2013) afirma que o dispositivo pode extrair 2,8 litros de água do ar durante 12 horas a níveis de umidade relativa abaixo de 20%, a partir de 1 kg de MOF este componente consegue absorver apenas 20% do seu peso em água.

Figura 12. Dispositivo com absorvedor e condensador



Fonte: By natural sunlight

2.4.9. Quadro com valores estimados de algumas tecnologias de captação de orvalho

TECNOLOGIAS DE CAPTAÇÃO DE ORVALHO, CUSTOS, VANTAGENS E DESVANTAGENS				
Descrição dispositivo	Quant/Und.	Valor (Rs:)	Vantagens	Desvantagens
Gel absorvente de umidade	1 kg	10,00	Custo baixo para aquisição do produto	Baixa captação de água do ar 6l/dia por kg de material
Máquina EcoloBlue 30E	1 peça	US\$ 1650,00-110.000,00	Maior captação de água do ar cerca de 150 l/dia	Custo alto para aquisição do produto
Pastilhas termoeletricas de efeito Peltier	1 peça	69,82	Necessário de experimento para obter dados de eficiência de coleta	Não foi testado
Malha PP para Sublimação 100% Poliéster	1 rolo (15 kg)	825,00	Pode captar água do ar por até 100 l/dia	Temperatura e tipo de tecido podem influenciar na captação água do ar
Malha de Fibra De Coco	3 mantas (2 m)	127,90	Caraterística hidrofílico e hidrofóbica quando unidas ao polímero	Não foi testado
Polímero (n- Isopropylamine)	1 l	386,00	Agrega ao tecido/malha maior captação de água do ar	Custo alto para aquisição do produto

Fonte: Diversos mercado

Os dados consultados foram obtidos de diversos mercados, para estimar eficiência na coleta de água atmosférica confrontando com os custos de aquisição do produto, e assim dimensionar a possibilidade de aplicação em experimento.

2.5. Os atributos da água atmosférica

Diz Ferreira (2020) que o ar atmosférico é composto por gases dissolvidos, sendo 78% de nitrogênio, 21 % de oxigênio, 1% de argônio, 0,03% de dióxido de carbono e vapor de água proveniente de mananciais, aquíferos e da transpiração de animais, vegetais e humanos. A água é o elemento fundamental para existência de toda vida neste planeta, sendo indispensável para os processos metabólicos do corpo humano dentre outros seres que detêm vida.

“Quanto maior a temperatura, maior a capacidade de conter água na forma de gás no ar; quanto menor a temperatura, menor é essa capacidade. Quando uma temperatura mais alta é resfriada ocorre a condensação da água” (FERREIRA, 2020).

A ocorrência, circulação, distribuição e transformação da água no mundo requer energia solar (temperatura), para se fazer bom usufruto dela, a mudança de um estado físico (sólido, líquido e gasoso) para outro, causa desordem, para que tal fenômeno aconteça.

Em relação a qualidade da água condensada de diversos sistemas, o orvalho é uma água destilada, ou seja, não existe a contaminação por metais pesados e/ou bactérias maléficas à saúde. Ainda assim, a qualidade da água de orvalho pode ser prejudicada, por ventura da mistura de gases atmosféricos, sendo influenciado pelo local de captação d'água (BEYSENS, 2016) e (SHOHEL et al, 2017).

Esses autores reforçam a tese realizada no Chile, onde a água de orvalho é muito corrosiva, com uma alta concentração iônica. No Japão é bastante ácida com maior concentração de sulfatos e nitratos. Já na França e Jordânia, é um pouco alcalina com característica mineral. A água de orvalho na sua maioria manifesta um pH próximo a 7, e alguns casos chega a valores entre 5,41 a 6,0 em centros urbanos (SHOHEL et al, 2017). Entretanto, o ponto de orvalho na agricultura, é visto como vilão favorecendo o potencial aumento e disseminação de bactérias e fungos em plantas. Nas atividades de pulverização com agroquímicos o ponto de orvalho age sobre a superfície da planta removendo e desperdiçando produto interferindo negativamente.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Objetiva-se com este trabalho indicar uma tecnologia social capaz de captar água atmosférica atendendo os critérios de viabilidade, eficiência e baixo custo para consumo de abelhas (*Apis mellifera*).

3.2 Objetivos específicos

- Revisar na bibliografia materiais tecnológicos de captação de água atmosférica;
- Expor o comportamento hídrico das abelhas (*Apis mellifera*);
- Pontuar as condições climáticas do Semiárido Brasileiro;
- Disseminar o conhecimento das tecnologias de captação de orvalho para o Semiárido.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho baseou-se no referencial da pesquisa bibliográfica, que consiste no revisar literatura científica, para o levantamento e análise do que já se produziu sobre as tecnologias de captação de orvalho, dispositivos e equipamentos já testados e a qualidade da água do ar. Além disso, se fez um apanhado de informações sobre o comportamento e hábitos hídricos das abelhas da espécie *Apis mellifera*, tal como, caracterizou o cenário em diversos aspectos e contexto do Semiárido Nordestino. Envolveu também, as atividades básicas de identificação, investigação, compilação, fichamento, análise e interpretação.

O período decorrido da pesquisa foi de agosto à dezembro de 2022 fazendo um recorte acadêmico científico em função do debate sobre cada tema, sejam eles negativos ou positivos de cada processo. Iniciou-se a partir de revisão bibliográfica das produções científicas relacionadas e publicadas no Brasil e no mundo, em bibliotecas eletrônicas como SciELO, Elsevier BV, Springer, Physiol Zool, Desalination, Engevista e The Science of Nature selecionadas em periódicos científicos brasileiros.

Foram catalogadas 66 referências através de palavras chaves, tais como, “Tecnologia de captação de água atmosférica”, “Ponto de orvalho”, “Fornecimento de bebedouro para abelhas”, “Termorregulação das abelhas”, “Coleta de água pelas abelhas” e “Qualidade de água à vapor”. Considerando para tanto, autores conceituais com possibilidade de flutuar em leituras das produções junto ao tema em discussão estabelecendo o sentido da pesquisa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a revisão das publicações alguns aspectos foram tomados na identificação do que é relevante no processo e análise de conteúdo. Deste modo, os artigos foram agrupados em ficheiro nos seguintes eixos de produções temáticas: [1] Tecnologias de captação de orvalho, [2] Semiárido Nordeste, [3] Fornecimento de bebedouros para abelhas, [4] Necessidade e comportamento hídricos das abelhas e [4] Qualidade de água atmosférica.

No primeiro eixo temático avaliou-se as tecnologias de captação de orvalho já testadas e sua aplicabilidade em campo, descrevendo os achados, a partir do senso crítico da revisora averiguando os impactos e soluções causada por cada tecnologia.

O segundo eixo denominado Semiárido Nordeste foram contextualizadas as ações e implementações de tecnologias de captação de água da chuva, análise do cenário pós tecnologia, condições climáticas, ambiente e viabilidade de produção na agricultura e pecuária.

O terceiro eixo nominado Fornecimento de bebedouros para abelhas apurou diversos experimentos testados sobre diversas formas de abastecimento de água, tipos de água e bebedouros, quantidade e qualidade de água fornecida. Compreendendo o comportamento da espécie diante das diferentes fontes de água de sua preferência.

O quarto eixo com tema Qualidade de água atmosférica refere-se os componentes presente neste elemento como, pH, bactérias, metais pesados em diferentes ambientes pelo mundo.

A revisão expôs diversas tecnologias de captação de água atmosférica, para tanto, é importante indicar alguns materiais de maior relevância pela eficiência na coleta de água apresentado durante a investigação. Como citado por *Warka Water* (2018) uma malha poliéster de superfície fria, em contato com água a vapor condensa transformando em água líquida. Conforme mencionado por Clus, Ouazzani, Muselli, Nikolayev, Saran e Beysens, (2009) a superfície de malha com estrutura no formato de funil de dez lados descobriu maior eficiência de resfriamento, quando projetada a um metro do solo com inclinação de 30 graus aumentou cerca de 40% de água coletada. Comparando os dados informados por Hengrui Yang et al, (2013) a fibra natural (algodão - 99% de unidades de celulose) unida a polímero responsivos de

nome poli (N-isopropilacrimida) ou *PNIPAA* [poli(Nisopropilacrilamida)], pode transformar em tecido tecnológico, que seja sensível e responda a estímulos de mudanças no ambiente, como temperatura, pH ou luz, sendo assim capaz coleta água atmosférica, melhor dizendo até 340% do seu próprio peso em água, ou seja (3,4 L / kg material), (FERREIRA, 2020).

Como citado por Santos e Nachtigal, (2006) a fibra de coco apresenta como material sugestivo pela sua propriedade que junto ao polímero pode elevar o seu potencial absorvente de caráter hidrofílico, que torna a matriz polimérica, geralmente hidrofóbica. Essa junção entre a fibra e o polipropileno pode dá origem a um produto sólido semicristalino com boas propriedades físicas, mecânicas e térmicas com capacidade hidrofílica e hidrofóbica, o polipropileno (PP) é um polímero termoplástico produzido através da polimerização do propileno (KARIAN, 2003).

Este trabalho sugere a construção de tecnologia de captação de água atmosférica utilizado as diferentes malhas tratadas com polímeros discutidas aqui, e submete-las em diferentes testes para conferir a eficiência do equipamento na extração de água a vapor. Esse equipamento deve prever um a construção de bebedouro mais adequado como mencionado por Mccune, Samson-Robert, Rondeau, Chagnon e Fournier (2021), do tipo aves que mostrou ser mais atrativo as abelhas, em virtude da sua estrutura de pouso, bem como a baixa exposição da área superficial da água.

6. CONCLUSÃO

Ao final, essa revisão recomenda a confecção de tecnologia capaz e eficiente de recolher água da atmosfera, e ofertar para consumo de abelhas da espécie *Apis mellifera* no Semiárido nordestino. Das diferentes fontes pesquisadas, o tecido ou malha tratada com polímeros pode ser uma alternativa na obtenção desse dispositivo. É de supra importância avaliar as condições climáticas do Semiárido no processo de captura de orvalho pelo dispositivo, além disso, investigar a qualidade da água e a preferência pelas abelhas para que assim, enfatize este trabalho.

7. REFERÊNCIAS

ASA BRASIL (Articulação no Semiárido Brasileiro); **Semiárido - É no Semiárido que a vida pulsa!** Disponível em: < <https://www.asabrasil.org.br/semiarido>>, acesso em: 27 de nov. de 2022.

BEYSENS, D.; LEKOUCH, I.; MILETA, M.; MILIMOUK, I.; MUSELLI, M. Dew and rain water collection in South Croatia. **International Journal of Civil and Environmental Engineering**, v. 1, n. 2, p. 64–70, 2009.

BEYSENS, D. Estimating dew yield worldwide from a few meteo data. **Atmospheric Research**, v. 167, p. 146–155, 2016, doi:10.1016/j.atmosres.2015.07.018.

BUTLER, C. G.; The choice of drinking water by the honeybee. **The Journal of Experimental Biology**, 17(3): 253-261, 1940.

CAMPO, H. C.; PEREIRA, C. M.; CORDEIRO, D. L.; PONTEL, E.; PEREIRA, E. S.; ASSIS, G. C.; SCHISTEK, H.; ARSKY, I. C.; CONTI, I. L.; COSTA, J. D.; ROCHA, J. C.; ARAÚJO, M. L. L.; BAPTISTA, N. Q.; SANTANA, V. L. Convivência com o Semiárido brasileiro: Autonomia e protagonismo social, Brasília-DF: **IABS**, 2013.

CASACOR. **Arquiteto desenvolve torre que coleta água potável do ar na Etiópia.** (2020) Disponível em: <https://casacor.abril.com.br/noticias/arquiteto-desenvolvettorre-que-coleta-agua-potavel-do-ar-na-etioopia/>. Acesso em: 19 de nov. de 2022.

CLUS, O.; OUAZZANI, J.; MUSELLI, M.; NIKOLAYEV, V.S.; SHARAN, G.; BEYSENS, D. Comparison of various radiation-cooled dew condensers using computational fluid dynamics. **Desalination**, v. 249, n. 2, p. 707–712, 2009, doi:10.1016/j.desal.2009.01.033.

COELHO. The effect of thorax temperature on force production during tethered flight in honeybee (*Apis mellifera*) drones, workers, and queens. **Physiol Zool** 64:823– 835, 1991.

Combo 3 mantas de fibra de coco p/ orquídeas 2 metros (2022). Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2200650347-combo-3-mantas-de-fibra-de-coco-p-orquideas-2-metros-_JM#is_advertising=true&position=1&search_layout=grid&type=pad&tracking_id=68a48dd3-73c3-41a5-b3a4-c6f677a1e98e&is_advertising=true&ad_domain=VQCATCORE_LST&ad_position=1&ad_click_id=ZTdmYmY3MTctOTdlMy00OWNILTlIMTltODk0OGExZWQzZWFi. Acesso em: 14 dez 2022.

DRIPS. **The D.R.I.P.S. Project**. (2018). Disponível em: <<http://dripsproject.com/>>. Acesso em: 4 set. 2022.

DOULL K.M. The effects of different humidities on the hatching of the eggs of honeybees. **Apidologie**, 7:61–66, 1976.

ECOLOBLUE BLOG, “The Reality Behind the Power Cost of an EcoloBlue Home/Office Unit “. Disponível em: <<http://www.ecoloblueblog.com/tag/powerconsumption>>. Acesso em 18 de nov. de 2022.

ELLIS, M B; NICOLSON, S W; CREWE, R M; DIETEMANN, V. Hygropreference and brood care in the honeybee (*Apis mellifera*). **Journal of Insect Physiology**, 54: 1516–1521, 2008.

FERREIRA, G. K. Retirada de Água da Atmosfera e Sua Viabilidade de Uso Para o Semiárido. **UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO – UFERSA**, 2021.

Generalidades sobre polímeros. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5047074/mod_resource/content/1/Seminario%2020-%20-%2020texto%20generalidades%20sobre%20pol%C3%ADmeros.pdf. Acesso em: 14 dez. 2022.

Gel que captura água do ar pode ser feito em casa (2022). Disponível em: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=gel-captura-agua-ar-feito-casa&id=010125220531#.Y5opaxXMLIU>. Acesso em: 14 dez 2022.

Gerador Atmosférico Da Água Comercial (2022). Disponível em: <https://portuguese.alibaba.com/g/commercial-atmospheric-water-generator.html>. Acesso em: 14 dez 2022

GRECCO, F. T.; WIDERSKI, R.; SOARES, J.R.; CORÁ, M.B. Projeto Warka Water: um estudo sobre viabilidade de coleta de água através do orvalho na cidade de Campo Mourão – Warka Water project: a study of dew water and its viability in the city of Campo Mourão – PR. **Engevista**, v. 19, n. 5, p. 1251–1268, 2017.

GÜRSOY, M; HARRIS, M.T; DOWNING, J.O; BARRIENTOS-PALOMO, S.N; CARLETTO, A; YAPRAK, A.E; KARAMAN, M; BADYAL, J.P.S. Bioinspired fog capture and channel mechanism based on the arid climate plant *Salsola crassa*. *Colloids And Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Ankara, v. 529, p.195-202, set. 2017. **Elsevier BV**. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2017.05.071>>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927775717305265>>. Acesso em: 26 out. 2022.

HEINRICH, B. The hot-blooded insects. **Springer**, Berlin, 1993.

HESS, W. R. Die Temperaturregulation im Bienenvolk. **Z vergl. Physiol** 4:465–487, 1926.

HOSSAM, F.; ABOU-SHAARA; Notes on water collection by honey bees, **Taylor & Francis**, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia, pág. 89:4, 86-87, 16 April 2015. <http://dx.doi.org/10.1080/0005772X.2012.11417501>

HUMAN, H; NICOLSON, S. W; DIETEMANN, V. Do honeybees, *Apis mellifera scutellata*, regulate humidity in their nest? **The Science of Nature: naturwissenschaften, Heidelberg**, v. 93, n. 8, p. 397-401, 2006.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico**, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 29 de agosto de 2022.

ISHIZAKI, M. H., VISCONTE, L. L., FURTADO, C. R., LEITE, M. C., & LEBLANC, J. L. Caracterização Mecânica e Morfológica de Compósitos de Polipropileno e Fibras de Coco Verde: Influência do Teor de Fibra e das Condições de Mistura. **Polímeros**, 16, pp. 182-186, 2006.

Isopropylamine (2022). Disponível em: <https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt/product/aldrich/471291>. Acesso em: 14 dez 2022.

JACOBS, A.F.G.; HEUSINKVELD, B. G.; BERKOWICZ, S. M. Passive dew collection in a grassland area, The Netherlands. **Atmospheric Research**, v. 87, n. 3–4, p. 377–385, 2008, doi:10.1016/j.atmosres.2007.06.007.

JEANNE R. L. Regulation of nest construction behaviour in *Polybia occidentalis*. **Animal Behaviour**, v. 52, p. 473-488, set de 1996.

JOACHIMSMEIER, I; PISTORIUS, J; SCHENKE, D; KIRCHNER, W. Water collection by honey bees: how far will foragers fly to use water sources like guttation drops? A first distance trial using cereals and oilseed rape. *Julius- Kühn-Archiv*, Wageningen, n. 437, p. 82-86, 2012. **Edition of the proceedings of the 11th International Symposium of the ICP-BR Bee Protection Group, Wageningen, The Netherlands, 2011.**

JUNIOR, J. A. P; MEIRELLES, R. N; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R. L; FERREIRA, A.N. Influência do Fornecimento de Água No Interior da Colmeia no Desenvolvimento de Colônias de *Apis Mellifera*. **Anais da II Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Meio-Norte / II Jornada Científica da Embrapa Meio Norte**, Teresina, PI, 126 p. set 2016.

JUNIOR, J. M. N. S. Síntese, caracterização e aplicação de compósitos de polipirrol/tio₂ em processos fotocatalíticos. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, pág. 55, Paraná- PN, 2019.

KARIAN, H. G. Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites (2 ed.). **New York: Marcel Dekker**, 2003.

KIM, H.; YANG, S.; RAO, S. R.; NARAYANAN, S.; KAPUSTIN, UMANS, E. A.; K. H. F. A. S., YAGHI, O. M. Evelyn N. Wang, Water harvesting from air with metal-organic frameworks powered. **By natural sunlight**, 2017.

KOVAC, H.; KAFER, H.; STABENTHEINER, A. The energetics and thermoregulation of water collecting honeybees. **Journal of Comparative Physiology A** 204:783–790, ago de 2018. <https://doi.org/10.1007/s00359-018-1278-9>.

KUHNHOLZ, S; SEELEY, T. D. The control of water collection in honey bee colonies. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 41, p. 407-422, 1997.

LEGLER, S; Alimentação das abelhas. **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 50, p. 1317, mar. 1999.

LINDAUER M. Ein Beitrag zur Frage der Arbeitsteilung im Bienenstaat. Z Vergl Physiol **Aus dem Zoologischen Institut der Universität München**, v. 34, S. 299-345, jan. de 1952.

LINDAUER M Temperaturregulierung und Wasserhaushalt im Bienenstaat. Z Vergl Physiol. **Aus dem Zoologischen Institut der Universität München**, v. 36, S. 391-432, jan. de 1954.

MAESTRE-VALERO, J. F.; MARTINEZ-ALVAREZ, V.; BAILLE, A.; MARTINZGORRIZ, B.; GALLEGO-ELVIRA, B. Comparative analysis of two polyethylene foil materials for dew harvesting in a semi-arid climate. **Journal of Hydrology**, v. 410, n. 1–2, p. 84–91, 2011, doi: 10.1016/j.jhydrol.2011.09.012.

Malha para sublimação (2022). Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2064721184-malha-pp-para-sublimaco-100-poliester-1-rolo-15-kilos-_JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=d1331d9b-c0b9-4842-8cef-ef1cd9901b6f. Acesso em: 14 dez 2022.

MALVEZZI, R. Semi-Árido: uma visão holística. Brasília: **CONFEA**, 2007.

MARENGO, J. A; ALVES L. M; SOARES, W. R; RODRIGUEZ D. A; CAMARGO, H; RIVEROS, M. P; PABLÓ, A. D. Two Contrasting Severe Seasonal Extremes in Tropical South America in 2012: Flood in Amazonia and Drought in Northeast Brazil. **Journal of Climate**. 26:9137-9154, 2013.

MARQUES, N. N. Partículas inteligentes de poli (n-isopropilacrilamida), quitosana e poli (ácido acrílico): Efeito de temperatura e do pH sobre suas propriedades em suspensões aquosas. **Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciência Exta e da Terra**, Natal – RN, 2012.

MCCUNE, F.; SAMSON-ROBERT, O.; RONDEAU, S.; CHAGNON, M.; FOURNIER, V.; Supplying drinking fountains to bees: a precautionary measure to reduce exposure to pesticides. **Ciência Ambiental e Pesquisa de Poluição**. Vol. 28, Pág. 17573–17586, 2021.

MOREIRA, D.D.O.; VIANA-BAILEZ, A.M.; FERREIRA, F.F.; ERTHAL JUNIOR, M.; CARRERA, F.; SAMUELS, R.I. Trofalaxia oral entre operárias de *acromyrmex subterraneus subterraneus*, forel 1893 (formicidae:attini) em mini-formigueiros, **XVIII Simpósio de Mirmecologia Biológico**, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.300-402, 2007.

MOURA, M. S. B.; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. L.; SOUZA, L. S. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F.; Clima e água de chuva no Semi-árido, **EMBRAPA SEMIÁRIDO**, 2007.

OLIVEIRA, G. Desempenho produtivo, reprodutivo e resposta fisiológica de abelhas africanizadas que receberam suplementação alimentar. **Universidade Federal de Goiás**, vol. 71, pág. 20-21, Goiânia-GO, 2019.

OSTWALD, M. M.; SMITH, M. L.; SEELEY, T. D. The behavioral regulation of thirst, water collection and water storage in bee colonies. **J Exp. Biol.** 219:2156-2165, 2016. <https://doi.org/10.1242/jeb.139824>

Pastilha de Peltier Tec1-12706, Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2733401487-pastilha-termoeletrica-peltiertec1-12706->, Acesso em: 18 de nov. de 2022.

Pastilha Termoelétrica Peltier TEC1-12715 (2022). Disponível em: https://www.eletrogate.com/pastilha-termoeletrica-peltier-tec1-12715?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAiAheacBhB8EiwAltVO2wRdAtNb05AL4mVIUJKygctu98F9bRo6dFhAvZ6vpS1dL13A_9mkgRoCWWgQAvD_BwE. Acesso em: 14 dez 2022

ROCHA, L.C.; CACHOEIRA, R.T. **Análise de sistema de obtenção de água através de desumidificação do ar com uso de célula peltier**. CEFET/RJ, 2016. Disponível em: <<http://www.cefetrj.br/attachments/article/2943/An%C3%A1lise%20de%20sistema%20de%20obten%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%A1gua%20atrav%C3%A9s%20de%20desumidifica%C3%A7%C3%A3o%20do%20ar%20com%20uso%20de%20c%C3%A9lula%20Pelti.pdf>>. Acesso em: 15 novembro 2020.

SANTOS, E. F., & NACHTIGAL, S. M. Estudo das propriedades de compósitos de polipropileno com fibra de coco, Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, **DSPACE**, Curitiba, 2006.

SEELEY, T. D. Honeybee ecology. Princeton University Press, **Princeton**, 1985.

SEMIÁRIDOS ORG; **Regiões Semiáridas**, disponível em: <<https://www.semiaridos.org/pt-br/regioes-semiaridas/>>, acesso em: 27 de nov. de 2022.

SHOHEL, M.; SIMOL, H. A.; REID, E.; REID, J.S.; SALAM, A. Dew water chemical composition and source characterization in the IGP outflow location (coastal Bhola, Bangladesh). **Air Quality, Atmosphere and Health** v. 10, n. 8, p. 981–990, 2017, doi:10.1007/s11869-017-0487-7.

SILVA, L. C. C. Captação de Água da Atmosfera – Análise do Potencial Brasileiro e Desenvolvimento de Protótipos. **Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Agrícola**. Viçosa – MG, 2018.

SORENSEN A. A., BUSCH T. M., VINSON S.B. Control of Food Influx by Temporal Subcastes in the Fire Ant, *Solenopsis invicta*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 17, p. 191-198, jan. de 1985.

SUN, J.; BHUSHAN, B. Structure and mechanical properties of beetle wings. **Rsc Advances**, [s.l.], v. 2, n. 33, p.12606-12623, 2012.

TAL-YA AGRICULTURE SOLUTIONS. **Tal-Ya Agriculture Solutions**. Disponível em: <<http://www.tal-ya.com/how-does-it-work/>>. Acesso em: 3 set 2022.

Tecnología de los plásticos (2013). Disponível em: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/07/polimerizacion.html>. Acesso em: 14 dez. 2022

WARKA WATER. **Warka water Every drop counts**. (2018). Disponível em: <<http://www.warkawater.org/>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

WONGCHAI, V.; RATANAVALACHAI, T. Seasonal variation in the chemical composition of royal jelly produced in Thailand. **Thammasat Int. J Sci Technol**, 7:18, 2002.

YANG, H.; ZHU H. HENDRIX, M. M. R. M.; LOUSBERG, N. J. H. G. M.; WITH, G.; ESTEVES, A. C. C.; XIN, J. H. Temperature-Triggered Collection and Release of Water from Fogs by a Sponge-Like Cotton Fabric, **Advanced Materials**. 25, 1150, 2013. <https://doi.org/10.1002/adma.201204278>

VISSCHER, P. K; CRAILSHEIM, K.; SHERMAN, G. How do honey bees (*Apis mellifera*) fuel their water foraging flights?. **Journal of Insect Physiology, Oxford**, v. 42, n. 11, p. 1089-1094, 1996.

ZHENG, Y. Directional water collection on wetted spider silk. **Nature**, [s.l.], v. 463, n. 7281, p.640-643, fev. 2010.