

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ANTONIA LUCÉLIA PAULINO DA SILVA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE ÁGUA DE CONDENSAÇÃO
PROVENIENTE DE APARELHOS CONDICIONADORES DE AR COMO FONTE
ALTERNATIVA DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

**JOÃO PESSOA
2023**

ANTONIA LUCÉLIA PAULINO DA SILVA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE ÁGUA DE CONDENSAÇÃO
PROVENIENTE DE APARELHOS CONDICIONADORES DE AR COMO FONTE
ALTERNATIVA DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido
para a obtenção de nota parcial necessária para
a graduação no curso de Engenharia Civil do
Centro de Tecnologia na Universidade Federal
da Paraíba – Campus I, João Pessoa/PB.

**Orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa
Athayde Júnior**

JOÃO PESSOA
2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586v Silva, Antonia Lucelia Paulino da.

Viabilidade econômica do uso de água de condensação
proveniente de aparelhos condicionadores de ar como
fonte alternativa de água em edificações residenciais /
Antonia Lucelia Paulino da Silva. - João Pessoa, 2023.
67 f. : il.

Orientação: Gilson Barbosa Athayde Júnior.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Sustentabilidade. 2. Água. 3. Reúso. 4.
Viabilidade econômica. I. Júnior, Gilson Barbosa
Athayde. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

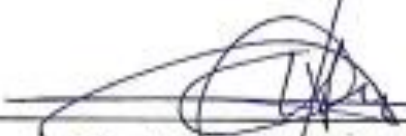
CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANTONIA LUCÉLIA PAULINO DA SILVA

VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE ÁGUA DE CONDENSAÇÃO PROVENIENTE DE APARELHOS CONDICIONADORES DE AR COMO FONTE ALTERNATIVA DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso em 21/09/2023 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Gilson Barbosa Athayde Júnior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Aline Flávia Nunes Remígio Antunes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Ana Cristina Souza da Silva
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

Pablo Brilhante de Souza
Matrícula Siape: 1483214
Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Civil

*“Cada um de nós compõe a sua história, e cada
ser em si carrega o dom de ser capaz, e ser feliz.”*

Almir Sater

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo privilégio da vida e pela oportunidade de ser quem sou.

Aos meus pais, Dona Lúcia e Seu Francisco, por acreditarem no meu sonho e fazerem de tudo para que ele se tornasse real. Além de todo amor, paciência e compreensão dedicados a mim.

Aos meus irmãos, por todo apoio e por sempre acreditarem no meu potencial.

As minhas sobrinhas, por emanarem alegria em forma de pessoa, alegrando dias cinzas.

Aos meus avós, pelos exemplos de perseverança e força. Em especial ao meu avô Bernaldo, *in memoriam*, por todo amor e carinho.

As minhas amigas de infância, que seguem comigo até hoje, aos amigos conquistados durante a vida e na graduação, por cada momento de diversão responsável por diminuir o estresse, e por cada ajuda e apoio quando precisei.

Aos meus professores do ensino fundamental, médio e graduação, pela carga de conhecimento repassada que me serviu de degrau para chegar onde estou.

Ao professor e orientador, Gilson Barbosa, pela disponibilidade, paciência, orientações e ensinamentos ao longo do curso e deste trabalho.

A todos os outros que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação.

RESUMO

A água é um bem fundamental para a manutenção da vida, além de estar diretamente atrelada ao desenvolvimento humano. Com o crescente aumento populacional, surgem diversos problemas, entre eles, pode-se citar, os problemas relacionados à poluição dos corpos hídricos e de abastecimento de água, provocado por uma maior demanda desse recurso. A partir disso, surge uma maior ênfase no uso racional da água através do uso de fontes alternativas para a sua obtenção. Neste trabalho foi realizado um estudo de caso para analisar a viabilidade quanto ao reaproveitamento de água proveniente de aparelhos condicionadores de ar de uma residência padrão. Para o estudo foram considerados alguns cenários, como, umidade do ar, tempo de uso do aparelho no período de um ano, tarifa de água e o valor da taxa de juros do mercado. A análise de viabilidade foi feita por meio da razão benefício/custo, utilizando o método do Valor Presente Líquido. O reaproveitamento da água proveniente dos condicionadores de ar mostrou-se ser uma alternativa economicamente viável para os cenários onde a umidade do ar, tempo de uso do aparelho e tarifa são maiores e, a taxa de juros, menor.

Palavras-chave: Sustentabilidade; água; reúso; viabilidade econômica.

ABSTRACT

Water is essential for life maintenance, in addition to be directly linked with human development. With increasing population growth, several problems, among them, those related to the pollution of water bodies and water supply, caused by a greater demand for this resource. There, at present days a greater emphasis on the rational use of water through the use of alternative water sources. In this study of case to analyze the feasibility regarding the reuse of water from standard household air conditioners. For the study were considered some scenarios, such as air humidity, time of use of the device in the period of one year, water tariff and the value of the market interest rate. The analysis of feasibility was done through the benefit and cost, using the Net Present Value. The reuse of water from air conditioners proved to be an alternative with greater viability for scenarios where humidity of air, time of use of the device and tariff are higher and, the interest rate, smaller.

Keywords: Sustainability; Water; Reuse; Economic viability.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tarifas de água por Estado.....	27
Quadro 2: Custos de projeto.....	34

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Repartição da água na Terra	16
Figura 2 - Distribuição da água doce superficial no mundo.....	17
Figura 3 - Usos da água no Brasil (2020).....	17
Figura 4 - Esquema de captação de água da chuva	19
Figura 5 - Esquema do uso de águas cinzas	20
Figura 6 - Processo de dessalinização da água.....	21
Figura 7 - Funcionamento de um aparelho de ar condicionado	22
Figura 8 - Processo de condensação de água no aparelho condicionador de água.....	22
Figura 9: Fluxograma dos Processos.....	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -Série Histórica - Taxa Selic.....	28
Gráfico 2: VPL x Umidade do ar para uso de 6 meses/ano e taxa de 2% a.a.....	38
Gráfico 3: VPL x Umidade do ar para uso de 9 meses/ano e taxa de 2% a.a.....	39
Gráfico 4: VPL x Umidade do ar para uso de 12 meses/ano e taxa de 2% a.a.....	39
Gráfico 5: Benefício/Custo x Umidade para uso de 6 meses/ano e taxa de 2% a.a.	40
Gráfico 6: Benefício/Custo x Umidade para uso de 9 meses/ano e taxa de 2% a.a.	41
Gráfico 7: Benefício/Custo x Umidade para uso de 12 meses/ano e taxa de 2% a.a.	41
Gráfico 8: VPL x Umidade do ar para uso de 6 meses/ano e taxa de 8% a.a.....	46
Gráfico 9: VPL x Umidade do ar para uso de 9 meses/ano e taxa de 8% a.a.....	47
Gráfico 10: VPL x Umidade do ar para uso de 12 meses/ano e taxa de 8% a.a.....	47
Gráfico 11: Benefício/Custo x Umidade para uso de 6 meses/ano e taxa de 8% a.a.	48
Gráfico 12: Benefício/Custo x Umidade para uso de 9 meses/ano e taxa de 8% a.a.	49
Gráfico 13: Benefício/Custo x Umidade para uso de 12 meses/ano e taxa de 8% a.a.	49
Gráfico 14: VPL x Umidade do ar para uso de 6 meses/ano e taxa de 14% a.a.....	54
Gráfico 15: VPL x Umidade do ar para uso de 9 meses/ano e taxa de 14% a.a.....	55
Gráfico 16: VPL x Umidade do ar para uso de 12 meses/ano e taxa de 14% a.a.....	55
Gráfico 17: Benefício/Custo x Umidade para uso de 6 meses/ano e taxa de 14% a.a.	56
Gráfico 18: Benefício/Custo x Umidade para uso de 9 meses/ano e taxa de 14% a.a.	56
Gráfico 19: Benefício/Custo x Umidade para uso de 12 meses/ano e taxa de 14% a.a.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consumo da residência	26
Tabela 2: Vazões dos aparelhos – cenário de uso de 6 meses/ano	31
Tabela 3: Vazões dos aparelhos – cenário de uso de 9 meses/ano	31
Tabela 4: Vazões dos aparelhos – cenário de uso de 12 meses/ano	32
Tabela 5: Economia de água referente às águas de condensação geradas pelos aparelhos de ar condicionado.....	33
Tabela 6: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa mínima e $i = 2\%$ a.a.	35
Tabela 7: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa média e $i = 2\%$ a.a.	36
Tabela 8: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa máxima e $i = 2\%$ a.a.	37
Tabela 9: Benefício acumulado, em R\$, para $i = 2\%$ a.a.	37
Tabela 10: Benefício – Custo, em R\$, para $i = 2\%$ a.a.	38
Tabela 11: Benefício/Custo para $i = 2\%$ a.a.	40
Tabela 12: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise VPL e $i = 2\%$ a.a.	42
Tabela 13: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise benefíciocusto e $i = 2\%$ a.a.	42
Tabela 14: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa mínima e $i = 8\%$ a.a.	43
Tabela 15: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa média e $i = 8\%$ a.a.	44
Tabela 16: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa máxima e $i = 8\%$ a.a.	45
Tabela 17: Benefício acumulado, em R\$, para $i = 8\%$ a.a.	45
Tabela 18: Benefício – Custo, em R\$, para $i = 8\%$ a.a.	46
Tabela 19: Benefício/Custo para $i = 8\%$ a.a.	48
Tabela 20: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise VPL e $i = 8\%$ a.a.	50
Tabela 21: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise Benefício/Custo e $i = 8\%$ a.a.	50
Tabela 22: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa mínima e $i = 14\%$ a.a.	51
Tabela 23: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa média e $i = 14\%$ a.a.	52
Tabela 24: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa máxima e $i = 14\%$ a.a.	53
Tabela 25: Benefício acumulado, em R\$, para $i = 14\%$ a.a.	53
Tabela 26: Benefício – Custo, em R\$, para $i = 14\%$ a.a.	54
Tabela 27: Benefício/Custo, em R\$, para $i = 14\%$ a.a.	56
Tabela 28: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise VPL e $i = 14\%$ a.a.	57

Tabela 29: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise Benefício/Custo e $i = 14\%$

a.a..... 58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVO GERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1. DISPONIBILIDADE DE ÁGUA E SEUS EVENTUAIS USOS	16
3.2. FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS	18
3.2.1. Águas Pluviais	18
3.2.2. Águas Cinzas	19
3.2.3. Águas de Dessalinização	20
3.2.4. Águas de Condensação Provenientes de Aparelhos Condicionadores de Ar	21
3.3. VIABILIDADE ECONÔMICA	24
4. METODOLOGIA	26
4.1. ESTUDO DE CASO	26
4.2. CONSUMO DE ÁGUA DA RESIDÊNCIA	26
4.3. VAZÃO DOS APARELHOS CONDICIONADORES DE AR	26
4.4. TARIFAS DE ÁGUA	27
4.5. ECONOMIA GERADA PELOS EQUIPAMENTOS	28
4.6. ANÁLISE DO BENEFÍCIO E CUSTO	28
4.7. ANÁLISE BENEFÍCIO – CUSTO (VPL)	29
4.8. ANÁLISE BENEFÍCIO/CUSTO	29
4.9. FLUXOGRAMA DO TRABALHO	29
5. RESULTADOS	31
5.1. VAZÃO DOS APARELHOS	31
5.2. TARIFAS E ECONOMIA DOS APARELHOS	32
5.3. ANÁLISE DO BENEFÍCIO E CUSTO	33
5.3.1. Cenário I: $i = 2\%$ a.a.	34
5.3.2. Cenário II: $i = 8\%$ a.a.	42
5.3.3. Cenário III: $i = 14\%$ a.a.	50
5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
6. CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1. INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural mais precioso para a espécie humana, sendo uma fonte vital para a manutenção da sobrevivência na Terra. A água é necessária para diversas atividades do cotidiano, além de ser responsável pelo desenvolvimento socioeconômico, geração de energia, cultivo de alimentos e; construção de ecossistemas saudáveis (ONU, 2023).

No Brasil, entre os anos de 2010 e 2022, ou seja, pouco mais de uma década, a população passou de cerca de 191 milhões para 203 milhões de habitantes, atingindo um crescimento de 6,3% nesse período (IBGE, 2023). Junto com o crescimento populacional há, também, a necessidade da utilização de uma maior quantidade de insumos, o que inclui, principalmente, a água, além, de uma maior geração de resíduos e aumento da poluição, inclusive de corpos hídricos importantes para o abastecimento das cidades. O consumo de água está aumentando a uma taxa aproximada de 1% ao ano e até 2030 tem um crescimento estimado de até 25%, se comparado com o último século (ONU, 2021).

Mesmo sendo um insumo bastante abundante na Terra, grande parte da água disponível não é potável e certa parcela está em locais de difícil acesso, dificultando o consumo humano. De acordo com PENA (2023), cerca de 97,5% de toda a água existente no planeta é salgada e apenas 2,5% se caracteriza como água doce. Dessa pequena parcela de água doce, 69,8% está localizada nas calotas polares, se tornando inviável sua exploração, 29% em lençóis subterrâneos, que representa a porcentagem de maior aproveitamento e, apenas 0,3% em rios e lagos. Da porcentagem de água doce disponível, aproximadamente 12% está localizada no Brasil, porém, não há uma boa distribuição entre as regiões do país, sendo a região Norte detentora da maior parcela, 68%, e; a região Nordeste a menos favorecida com, apenas 3%.

A partir da crescente necessidade de recursos hídricos provocada pelo crescimento populacional, por problemas históricos devido às secas e por questões político-administrativas (PENA, 2023), se tornou necessária a adoção de fontes alternativas de água, como uma maneira de diminuir o consumo atual e tentar garantir a preservação dessa fonte de vida para as gerações futuras de forma sustentável.

Entre as fontes alternativas mais utilizadas destacam-se o reaproveitamento das águas pluviais, provenientes da chuva, reaproveitamento de águas cinzas que são as águas provenientes de chuveiros, lavatórios, tanque e máquina de lavar roupas (Sella (2011), podendo-se citar ainda a água do mar, dessalinizada. A água proveniente dessas fontes pode ser utilizada para diversos fins não potáveis, como, por exemplo, lavagem de áreas, descarga de bacias sanitárias, chuveiro, entre outros. Porém, para que seja feito o uso adequado, é necessário

que essa água passe por uma série de análises para comprovar sua real qualidade, a fim de evitar possíveis danos à saúde da população.

Mais recentemente, surgem também as águas de condensação de aparelhos condicionadores de ar, que liberam uma significativa quantidade de água ao realizarem o processo de condensação em seu interior. Essa água é levada para o ambiente externo da residência, por gotejamento, e acaba por muitas vezes caindo em calçadas, as tornando escorregadias e propícias a acidentes, e/ou escorrendo pelas marquises, danificando sua estrutura (FORTES et al., 2015).

O aproveitamento das águas de condensação ainda é pouco empregado, mas possui um elevado potencial tanto de reaproveitamento sustentável como também de redução de despesas relacionadas ao consumo de água.

Diante do exposto, torna-se notória a necessidade da adoção de medidas de reaproveitamento de água, a fim de se evitar a exaustão desse recurso. Assim, neste trabalho será apresentado um estudo de viabilidade econômica quanto ao reúso da água proveniente dos aparelhos condicionadores de ar, para uso não potável de uma residência unifamiliar.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Esse trabalho tem como objetivo geral avaliar a viabilidade econômica da instalação de um sistema de reaproveitamento de água proveniente dos equipamentos condicionadores de ar de uma residência unifamiliar, para determinados cenários de umidade do ar, tarifas de água, períodos de uso e taxa de juros.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

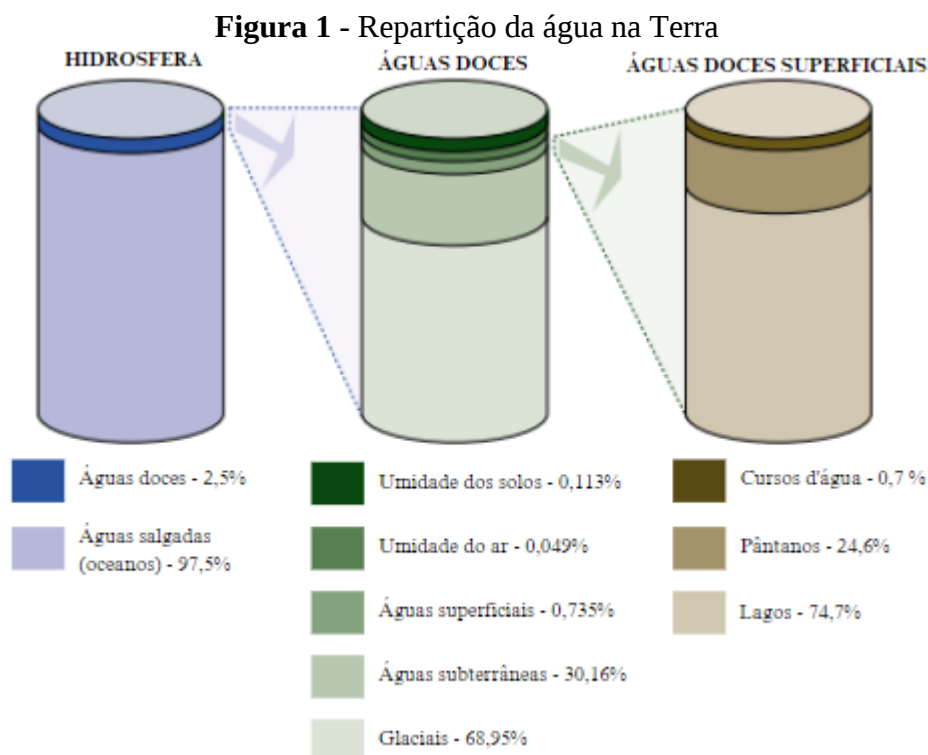
- Estimar a vazão dos equipamentos condicionadores de ar presentes na residência em estudo;
- Realizar o levantamento das tarifas mínima, média e máxima de água para o cálculo da economia de água;
- Estudar os custos da implantação do sistema de reúso e sua viabilidade econômica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

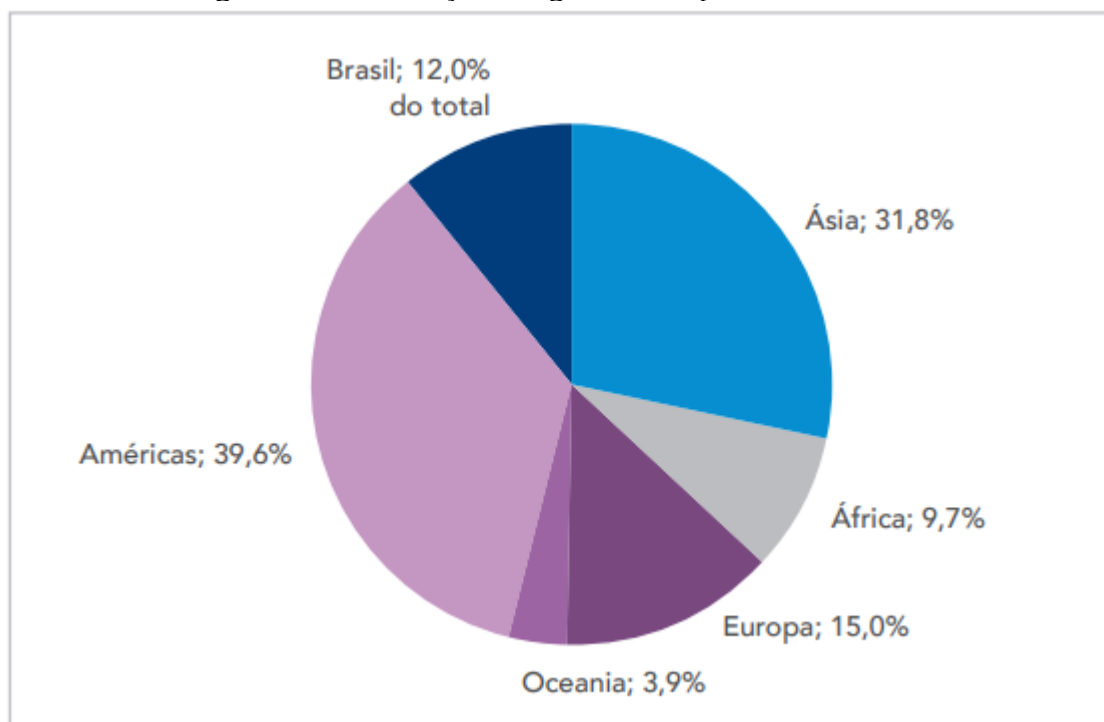
3.1. DISPONIBILIDADE DE ÁGUA E SEUS EVENTUAIS USOS

De acordo com a Agenda 21, a água doce existente na Terra é um componente essencial para a manutenção e sobrevivência dos ecossistemas. A sua disponibilidade influencia diretamente nos padrões de vida e de desenvolvimento das sociedades. No entanto, o contrário também ocorre, ou seja, o desenvolvimento também influencia na disponibilidade desse recurso. Com o crescimento populacional aumentou-se diretamente a necessidade do uso da água para diversos fins, como, por exemplo, a agricultura, devido a maior necessidade de alimentos para abastecer a população, e o aumento do número de indústrias, que acabam consumindo uma boa parcela de água (CUNHA, et al., 2011).

Ao analisar a situação mundial, percebe-se que a disponibilidade de água doce no planeta é bastante inferior a água salgada. De acordo com PENA (2023), 97,5% da água disponível se localiza nos oceanos e, do restante cerca de 70% pertence as calotas polares, sobrando algo em torno de 30% para as reservas subterrâneas e aquíferos.



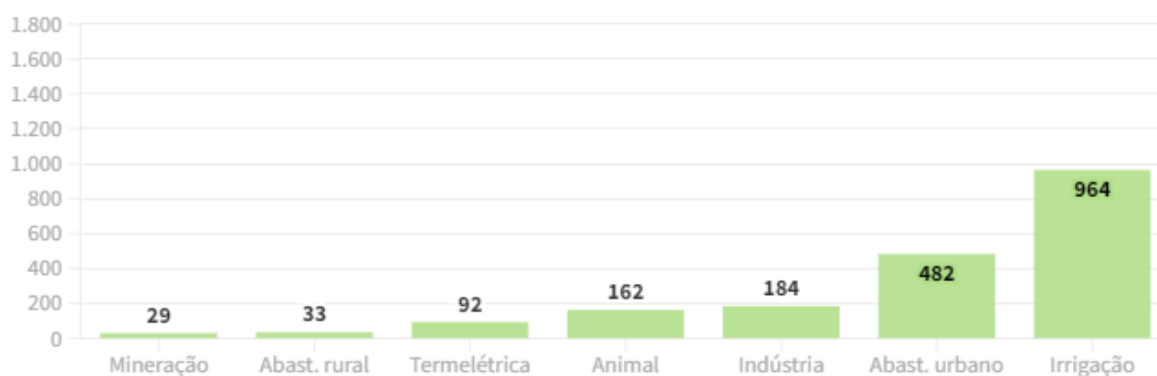
Fonte: Autoral, 2023 adaptado de OMM, 2005

Figura 2 - Distribuição da água doce superficial no mundo

Fonte: Soito, 2019

O Brasil, mesmo sendo um país de grande extensão territorial, detentor de cerca de 12% de toda a água doce do planeta (PENA, 2023), banhado por vários rios e detentor de alguns aquíferos, sofre em algumas regiões devido à insuficiência hídrica. Tal fato ocorre, entre outros motivos, por conta da má distribuição da água doce pelas regiões do país e a fatores climáticos.

O uso da água pode ser feito para diversas atividades, sendo a irrigação o que se caracteriza como de maior consumo, seguido do abastecimento humano (ANA, 2020). A **Figura 3** mostra os usos da água no Brasil no ano de 2020.

Figura 3 - Usos da água no Brasil (2020)

Fonte: ANA, 2021

Como uma forma de administrar a água presente no Brasil, foram criadas normas que regulamentam seu uso. Entre essas normas destacam-se a Lei Federal nº 9433/1997 e a Lei Federal nº 11445/2007. A primeira trata da Política Nacional de Recursos Hídricos e possui como alguns dos seus objetivos realizar o planejamento, o controle e a regulamentação do uso, promovendo a preservação e a recuperação dos recursos hídricos, além de regulamentar a cobrança pelo uso desses recursos (BRASIL, 1997). Já a segunda trata das Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico e possui, como um dos seus princípios, promover o abastecimento, esgotamento, limpeza de áreas urbanas e garantir um destino adequado para os resíduos sólidos, a fim de preservar a saúde da população, conservar e proteger os recursos naturais e o meio ambiente (BRASIL, 2007).

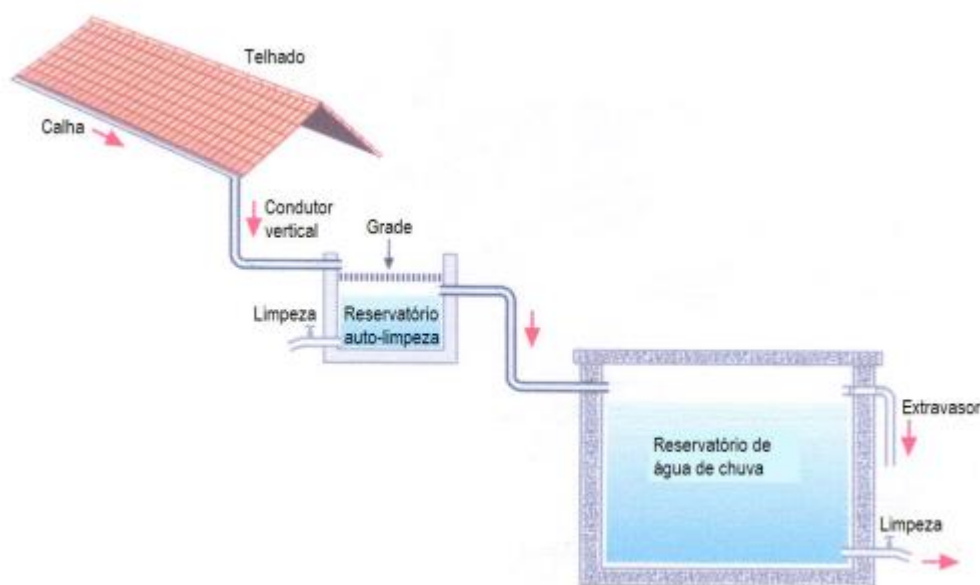
3.2. FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS

3.2.1. Águas Pluviais

A água pluvial é aquela proveniente das precipitações atmosféricas. Seu uso é feito desde os povos antigos, como os Astecas, Incas e Maias (TOMAZ, 2003). Porém, atualmente, mesmo com toda a tecnologia e engenharia disponível esse método se tornou bastante importante, surgindo como uma alternativa sustentável de reaproveitamento de água em vista da crescente escassez de recursos hídricos.

De acordo com MARINOSKI (2010), o uso das águas de chuva ocorre, primeiramente, por meio da captação, seguindo, posteriormente, para o tratamento, quando necessário, e após esse processo é destinada a um reservatório de onde é feita a retirada para o uso, geralmente não potável. Na **Figura 4** é apresentado um esquema generalista do aproveitamento de água de chuva em uma edificação.

Figura 4 - Esquema de captação de água da chuva



Fonte: Thomaz, 1998 *apud* May, 2004

DALSENTER (2016) analisou o potencial de economia de água potável ao substituir seu consumo por água pluvial, para usos não potáveis, em um condomínio residencial multifamiliar na cidade de Florianópolis/SC. O estudo demonstrou-se economicamente viável ao se obter relevantes porcentagens de água potável que pode ser substituída por água pluvial, 23,9%, 26,6% e 22,1% para cada um dos blocos do condomínio. Além disso, os custos de instalação do sistema de captação apresentaram um período de retorno agradável, entre 12 e 13 meses.

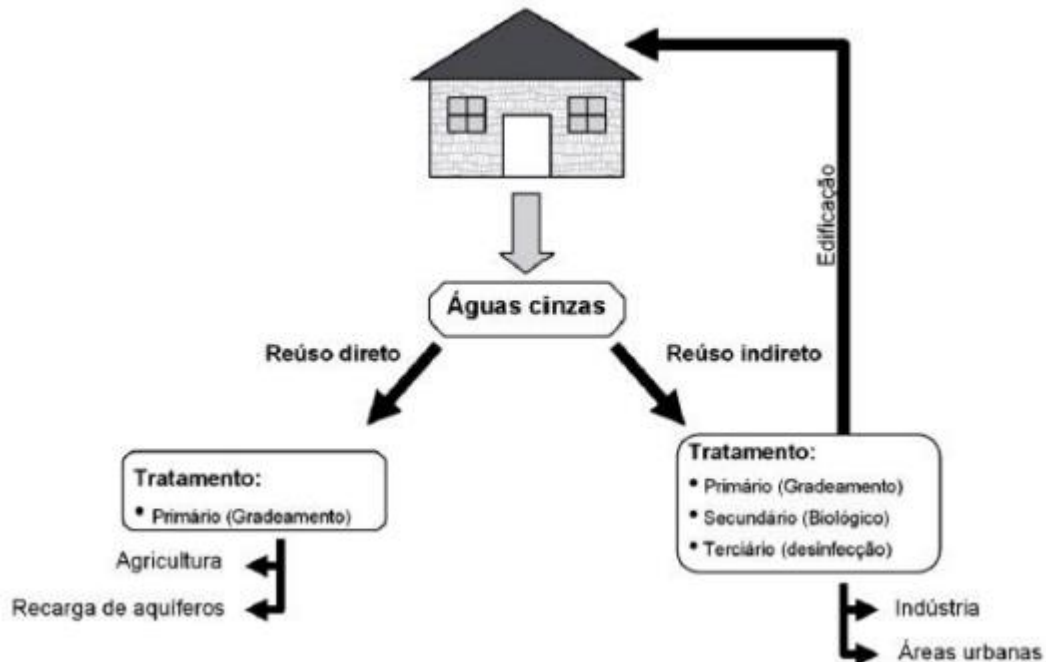
3.2.2. Águas Cinzas

Água cinza pode ser entendida por toda água servida que não tenha sido contaminada por fezes e urina, como, por exemplo, as provenientes de chuveiro, máquina de lavar roupas, cuba de banheiro, tanque e banheira. Ou seja, é a água que possui sabão e outros produtos de limpeza, resultante da lavagem (JEFFERSON et al., 2000).

A reutilização de água cinza se tornou uma alternativa sustentável não só pelo seu potencial de reaproveitamento mais, também, pelo seu potencial de redução da poluição. De acordo com GONÇALVES (2006) *apud* RODRIGUES (2018), o reúso de águas cinzas reduz a contaminação de mananciais devido a uma menor carga de esgoto gerada. No entanto, essa alternativa requer uma atenção especial, pois para que seu uso seja efetivado é necessário que a água cinza captada passe por sistemas de tratamento, responsáveis por reduzir seus

contaminantes e os riscos à saúde humana. Na **Figura 5** é apresentado um esquema generalista do aproveitamento de água cinza em uma edificação.

Figura 5 - Esquema do uso de águas cinzas



Fonte: Gonçalves, 2006 *apud* Rodrigues, 2018

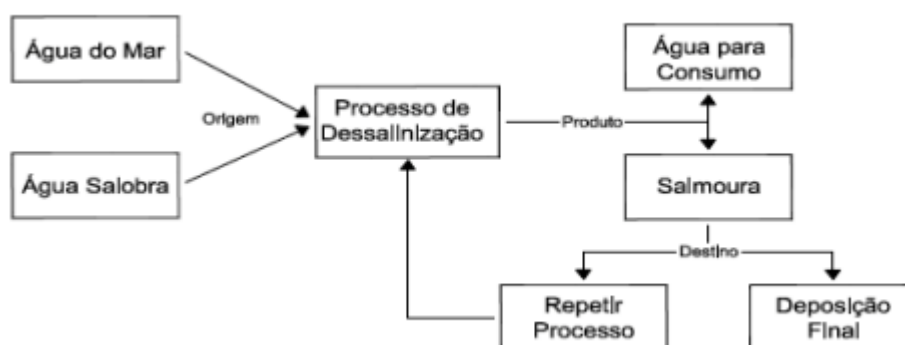
QUEIROZ (2022) analisou a viabilidade econômica e a aceitação social da implantação de um sistema de reúso de águas cinzas em residências na cidade de João Pessoa/PB. Seu estudo comprovou a viabilidade do projeto, assim como demonstrou que 94% dos entrevistados possuía interesse na alternativa, caso ela fosse realmente viável, comprovando, também, o avanço e o desejo por alternativas de economia de água por parte da sociedade.

3.2.3. Águas de Dessalinização

As águas de dessalinização se tornaram uma alternativa promissora para a redução do consumo de água potável, sendo um método viável e capaz de amenizar problemas de escassez de água em áreas rurais, tendo em vista que a água extraída do subterrâneo, por meio de poços, em muitos casos, apresenta problemas de salinidade, trazendo restrições de uso AYERS e WESTCOT, (1999) *apud* NEVES (2017).

De acordo com ARAÚJO (2013) o processo de dessalinização consiste na retirada de sais e sólidos, presentes na água, além da retirada de outros componentes orgânicos biológicos e químicos. A **Figura 6** ilustra o processo de dessalinização.

Figura 6 - Processo de dessalinização da água



Fonte: adaptado de Levy, 2008 *apud* Araújo, 2013

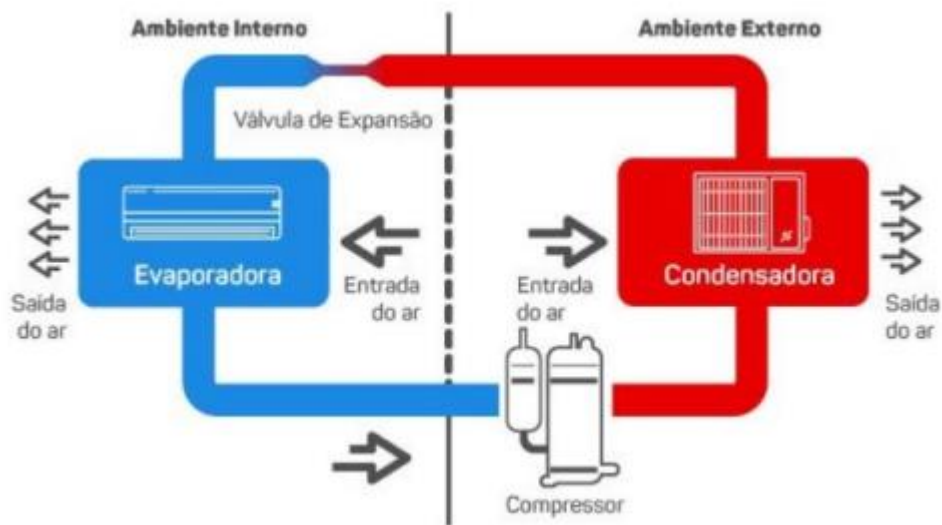
3.2.4. Águas de Condensação Provenientes de Aparelhos Condicionadores de Ar

Água condensada é aquela que se caracteriza por passar do estado gasoso para o estado líquido em certas condições de temperatura e pressão. Os aparelhos condicionadores de ar fazem uso dessa mudança de estado da matéria para promover o resfriamento ou aquecimento do ambiente em que está instalado.

Para que haja uma mudança de temperatura no ambiente, o ar atmosférico passa pelas serpentinas, presente na unidade evaporadora do aparelho, que por sua vez, ao efetivar o contato, diminui ou aumenta sua temperatura, alterando, por consequência, a umidade relativa do ar. Além disso, há um compressor instalado no aparelho, responsável por regular a passagem de gás refrigerante sempre que há uma variação na temperatura desejada (FORTES, et al., 2015).

Os aparelhos condicionadores de ar são formados, em sua maioria, pelos seguintes componentes: fluido refrigerante, unidade evaporadora, compressor, unidade condensadora e um ventilador. O processo de funcionamento do aparelho está demonstrado na **Figura 7**.

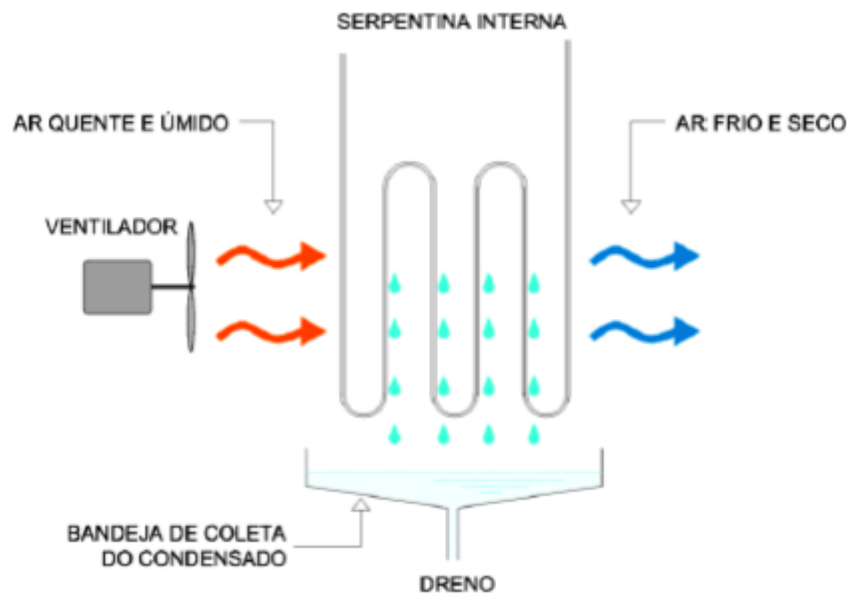
Figura 7 - Funcionamento de um aparelho de ar condicionado



Fonte: BLOG DUFRIIO (2017).

Nesse processo é liberada uma certa quantidade de água devido a condensação ocorrida. Essa água é destinada para um dreno e segue para o ambiente externo (RODRIGUES, et al., 2019). A **Figura 8** ilustra como essa água condensada é destinada ao dreno.

Figura 8 - Processo de condensação de água no aparelho condicionador de água



Fonte: Bastos, 2012 *apud* Rodrigues, 2018.

De acordo com BASTOS et al. (2015) a água proveniente do processo de condensação dos aparelhos condicionadores de ar, não possui como finalidade ser limpa e potável. Nesse contexto, surge a necessidade de avaliar essa água captada quanto a sua qualidade, a fim de investigar se há riscos à saúde humana quanto ao seu manejo e, caso não ocorra riscos, onde ela poderá ser utilizada. Além disso, também surge a necessidade de quantificar essa água e analisar sua possível viabilidade.

BASTOS et al. (2015) realizou um estudo quanto a qualidade da água e o volume captado dos aparelhos de ar condicionado de uma clínica odontológica institucional na cidade de Vitória/ES. Foram analisados equipamentos do tipo split com potências variadas. Nas análises qualitativas constatou-se que os padrões físico-químicos e microbiológicos estão dentro do recomendado e essa água se classifica como de Classe 1, de acordo com a portaria 357-2005 do CONAMA. Na análise quantitativa, constatou-se uma economia de 22,6% da água tratada, trazendo benefícios para a sociedade ao reduzir o consumo de água potável.

FORTES et al. (2015) estudou a qualidade e a viabilidade do reaproveitamento de águas de condensação em instituições como Universidades. Como resultado, obteve-se que a água não apresentou grandes variações de qualidade quanto ao padrão normativo, sendo, portanto, uma alternativa de grande potencial de reaproveitamento, além de se demonstrar viável quanto aos custos mínimos gerados pela instalação do projeto de captação, quando comparado com os custos de uma entidade tão grande como uma Universidade.

RODRIGUES (2018) investigou os parâmetros qualiquantitativos dos aparelhos condicionadores de ar presentes na Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA, órgão localizado na cidade de João Pessoa/PB. Foram analisados 57 equipamentos com potência entre 7.000 e 30.000 BTUs, com utilização diária predominante de 8 horas/dia. Das análises qualitativas obteve-se que a água é de boa qualidade e pode ser utilizada para fins não potáveis, de acordo com os padrões do Manual de Reuso de Água em Edificações da Agência Nacional de Águas (ANA). Da análise quantitativa, obteve-se que a vazão de água gerada pela condensação é diretamente proporcional a potência do aparelho e a umidade do ar do ambiente em que o aparelho está instalado. Com isso, comprovou-se ser possível obter uma redução mensal no consumo de água, no órgão estudado, de 7,5%.

DE OLIVEIRA et al. (2019) fez uma análise do potencial de aproveitamento de água das centrais de ar do campus universitário da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) na cidade de Pau dos Ferros/RN. O estudo contou com a análise de 89 aparelhos condicionadores de ar com potências de 12.000 e 36.000 BTUs, utilizados em intervalos variados do dia. Como resultado obteve-se viabilidade quanto ao âmbito quantitativo, tendo em

vista que a água coletada pode substituir a água potável em diversas atividades do campus que não necessitam prioritariamente de água potável.

MARINHO et. al (2021) realizou uma análise quantitativa da vazão de aparelhos de ar-condicionado, buscando um modelo matemático que representasse as vazões de cada aparelho, levando-se em consideração fatores que influenciam esses valores. Assim, considerou-se variações de umidade entre 60% e 80%, obtidas *in loco*, e a potência dos aparelhos variando de 9.000 a 30.000 BTUs/h. Como resultado foram obtidos dois modelos matemáticos. O primeiro modelo foi criado para equipamentos com potência de até 30.000 BTUs/h, porém, este apresentou um erro médio elevado, 28,7%. O segundo modelo foi criado para aparelhos de até 24.000 BTUs/h e apresentou um erro médio aceitável, 17,2%. O segundo modelo está expresso na Equação 1 abaixo, onde Q é a vazão esperada (l/h), P é a potência do equipamento (BTUs/h) e H é a umidade relativa do ar (%).

$$Q = P * 4,10 * 10^{-5} + H * 1,25 * 10^{-2} - 0,215 \quad \text{Equação 1}$$

A partir desse modelo tornou-se possível estimar a vazão de qualquer equipamento condicionador de ar nos intervalos de potência e umidades apresentadas.

VIANA (2023) realizou uma análise físico-química e quantitativa das águas provenientes dos equipamentos condicionadores de ar do Campus VII da Universidade Federal do Maranhão. Para a análise foi utilizada uma amostra com 14 aparelhos de ar condicionado presentes no Centro de Ciências da Universidade. Como resultado, obteve-se que os padrões físico-químicos estão dentro das normas de uso e, quanto aos padrões quantitativos, as maiores vazões obtidas foram geradas pelos aparelhos de maior potência. Além disso, a quantidade captada foi tida como suficiente para substituir a água potável em atividades cotidianas no campus, comprovando sua viabilidade.

3.3. VIABILIDADE ECONÔMICA

Para a realização de um projeto deve-se levar em conta vários aspectos, sendo um dos principais a sua viabilidade econômica, ou seja, saber se o investimento atenderá as expectativas e se ele trará o retorno esperado dentro de um prazo preestabelecido. Para Casarotto Filho & Kopittke (1994), para a implementação de um projeto deve-se levar em conta critérios econômicos, financeiros e imponderáveis.

Para este trabalho foi realizada uma análise de custos e benefícios, levando-se em consideração a depreciação monetária ao longo dos anos. O método para análise de viabilidade adotado foi o do Valor Presente Líquido (VPL), que de acordo com SILVA e FONTES (2005), corresponde a subtração do valor presente das receitas pelo valor presente dos custos, sendo um indicativo de viabilidade quando esse resultado é positivo. SILVA e FONTES (2005) ainda afirmam que para o cálculo do Valor Presente Líquido é necessário a definição de uma taxa de desconto que será aplicada sobre as receitas em cada ano de projeto. Sendo assim, o VPL pode ser calculado de acordo com a **Equação 2**.

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1 + i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1 + i)^{-j} \quad \text{Equação 2}$$

Onde,

R_j = valor presente das receitas;

C_j = valor presente dos custos;

i = taxa de juros;

j = período em que as receitas ou custos ocorrem; e

n = tempo de duração do projeto.

NASCIMENTO e VIEIRA (2021) realizaram uma avaliação financeira quanto ao reúso da água de condicionadores de ar em um condomínio com 396 apartamentos no bairro de Aruana em Aracaju/SE. Para o estudo foram utilizados 177 aparelhos de ar condicionados, onde cada aparelho possuía 9000 BTUs, funcionavam 10 h/dia e geravam, em média, 0,274 L/h de água. Eles obtiveram uma vazão média total de 14549,4 L/mês e a partir desse valor e da tarifa de água vigente no local, chegaram a uma economia mínima expressiva de R\$ 220,90 por mês. A viabilidade do projeto, para o investimento realizado (compra de material para a captação da água), foi baseada no período de retorno, onde este apresentou um tempo de 14,6 anos, ou seja, menor do que o horizonte de projeto de 20 anos estabelecido, mostrando ser viável a execução do projeto de reúso dessa água.

4. METODOLOGIA

4.1. ESTUDO DE CASO

Para a realização do estudo de caso em questão, foi considerada uma residência unifamiliar comportando 4 habitantes, em que cada pessoa consome em média 150 l/dia de água. A residência possui dois quartos e um aparelho de ar condicionado de 9000 BTUs por quarto. O estudo de viabilidade foi feito por meio da análise de custo e benefício com o auxílio do método do Valor Presente Líquido.

4.2. CONSUMO DE ÁGUA DA RESIDÊNCIA

Para a obtenção do consumo de água da residência foi estabelecida uma quantidade de quatro moradores, divididos em dois quartos existentes na residência. Para cada morador foi considerado um consumo médio de água de 150 l/dia. Logo, multiplicou-se esse valor por 4 para encontrar o consumo total da residência em l/dia, além de multiplicar por 30 e dividir por 1000 para obter o consumo em m³/mês.

O consumo de água da residência em L/hab.dia é de 150. Devido à quantidade de 4 moradores, o consumo total a ser considerado será igual a 600 L/dia, que corresponde a 18 m³/mês, como mostra a **Tabela 1**.

Tabela 1: Consumo da residência

CONSUMO DA RESIDÊNCIA			
Total de habitantes	Consumo (L/hab.dia)	Consumo (L/dia)	Consumo (m ³ /mês)
4	150	600	18

Fonte: Autoral, 2023

4.3. VAZÃO DOS APARELHOS CONDICIONADORES DE AR

A vazão dos equipamentos foi calculada de acordo com a **Equação 1** desenvolvida por MARINHO et. al (2021). Foram considerados para a residência 2 aparelhos de 9000 BTUs cada, funcionando 8 h/dia. Além disso, foram utilizados três valores de variação de umidade do ar, 60%, 70% e 80%. Para a variação de tempo de uso foram adotados tempos de 6, 9 e 12 meses/ano. Abaixo estão expressas as equações utilizadas para as duas unidades consideradas e a vazão encontrada para os equipamentos.

$$Q = 2 * (9000 * 4,10 * 10^{-5} + 60 * 1,25 * 10^{-2} - 0,215) = 1,808 \text{ L/h}$$

$$Q = 2 * (9000 * 4,10 * 10^{-5} + 70 * 1,25 * 10^{-2} - 0,215) = 2,058 \text{ L/h}$$

$$Q = 2 * (9000 * 4,10 * 10^{-5} + 80 * 1,25 * 10^{-2} - 0,215) = 2,308 \text{ L/h}$$

A partir desses valores de vazão obtidos, transformou-se esses valores em m³/dia ao dividir por 1000 litros e multiplicar por 8, que corresponde a quantidade de horas de funcionamento por dia. Depois, esse valor foi transformado em m³/mês ao multiplicar por 30, que corresponde a quantidade de dias em funcionamento no mês e, por fim, o valor foi multiplicado pela quantidade de meses de uso por ano, 6, 9 e 12.

4.4. TARIFAS DE ÁGUA

Para que seja calculada a economia provocada pelo reaproveitamento da vazão gerada pelos condicionadores de ar é necessário conhecer o valor da tarifa que incide sobre o valor excedente à taxa de consumo de água. Como essa tarifa é variável, foram adotados para os cálculos o valor mínimo, médio e máximo das tarifas levantadas dos 26 Estados e o Distrito Federal, para o valor de consumo encontrado referente a residência estudada, em m³/mês. Esses três cenários de tarifa servirão para realizar a análise de viabilidade do projeto.

No **Quadro 1**, estão apresentados os valores de tarifa de água vigentes em agosto de 2023 para os 26 Estados e o Distrito Federal.

Quadro 1: Tarifas de água por Estado

TARIFAS DE ÁGUA POR ESTADO (R\$/M ³) P/ CONSUMO MÉDIO DE 18 M ³ /MÊS								
Entidade	Uf	Tarifa residencial normal	Entidade	Uf	Tarifa residencial normal	Entidade	Uf	Tarifa residencial normal
SAERB	AC	2,58	CAEMA	MA	5,16	CEDAE	RJ	11,55
CASAL	AL	13,42	IGUÁ	MT	5,29	CAERN	RN	6,53
CAESA	AP	3,28	SANESUL	MS	6,99	CORSAN	RS	7,76
ÁGUAS DE MANAUS	AM	10,06	COPASA	MG	9,51	ÁGUAS DE ARIQUEMES	RO	6,30
EMBASA	BA	8,96	COSANPA	PA	6,05	CAER	RR	3,79
CAGECE	CE	7,00	CAGEPA	PB	5,97	CASAN	SC	11,53
CAESB	DF	8,14	SANEPAR	PR	8,48	SABESP	SP	5,31
CESAN	ES	7,35	COMPESA	PE	6,44	DESO	SE	9,82
SANEAGO	GO	6,69	AGESPISA	PI	8,68	SANEATINS	TO	10,12

Fonte: Autoral, 2023

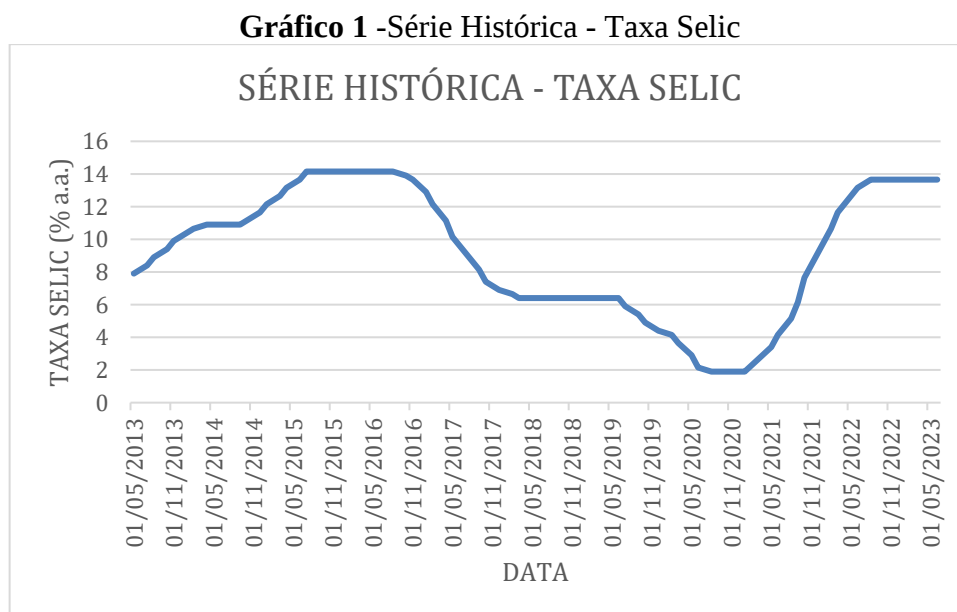
4.5. ECONOMIA GERADA PELOS EQUIPAMENTOS

Para cada período de uso por ano, umidade do ar e os valores de tarifa mínima, média e máxima, foi calculada a economia, em reais, gerada. Para isso, multiplicou-se as tarifas pelas vazões dos aparelhos, obtidas em m³/ano, nos períodos de uso e umidades adotadas.

4.6. ANÁLISE DO BENEFÍCIO E CUSTO

A análise do benefício e custo foi feita levando-se em conta o método do Valor Presente Líquido, de acordo com a **Equação 2**, onde foi aplicada uma determinada taxa de desconto sobre o valor da economia gerada pelos aparelhos, ao passo em que os anos de projeto avançam e ocorre desvalorização do capital investido.

As taxas consideradas foram de 2, 8 e 14% a.a., obtidas por meio de levantamento da série histórica da taxa SELIC dos últimos 10 anos. O valor de 2% corresponde ao valor aproximado da menor porcentagem, os 8% corresponde a um valor intermediário e os 14% ao valor aproximado da maior porcentagem, como pode-se observar no **Gráfico 1**. Assim, foram criados mais três cenários a serem analisados, que correspondem a cada uma das taxas adotadas.



Fonte: Autora, 2023. Adaptado de Banco Central do Brasil, 2023

Os custos de projeto foram resumidos nos custos de material e mão de obra, tendo em vista que o sistema adotado é simples e não precisará de manutenção no período de 20 anos de

projeto. A quantidade de material foi estipulada para uma residência térrea e seus valores foram retirados de um levantamento de preços feito por meio da internet. O reservatório de armazenamento foi escolhido levando-se em consideração a maior vazão diária dos aparelhos, estimando-se que toda a água produzida em um dia será utilizada no mesmo dia, em decorrência da pequena quantidade gerada. O valor da mão de obra foi determinado por meio de pesquisa no mercado atual.

4.7. ANÁLISE BENEFÍCIO – CUSTO (VPL)

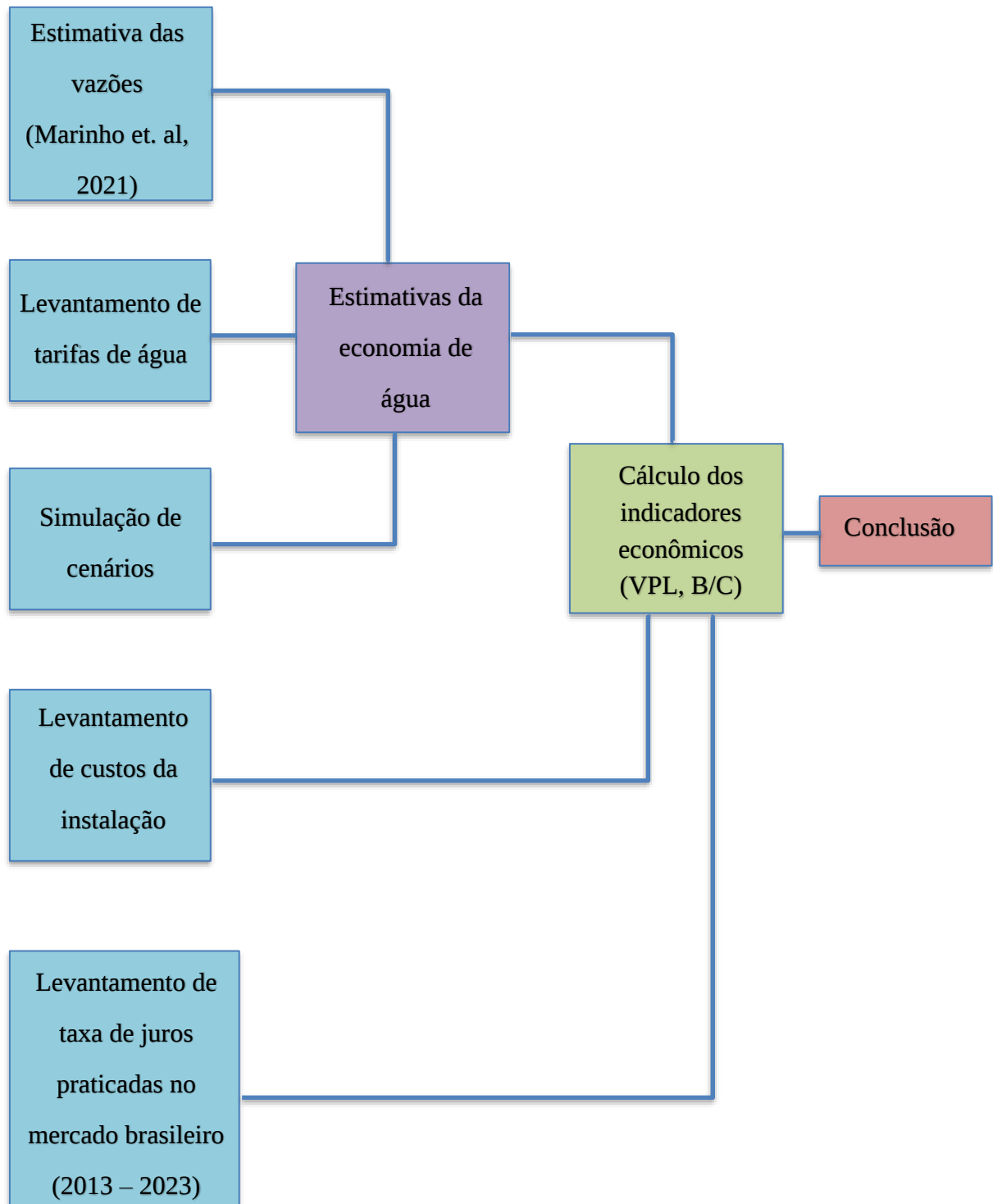
Para a análise do Benefício – Custo foi utilizada a **Equação 2**. Diante disso, torna-se necessário o conhecimento do custo inicial total provocado pelo investimento realizado, além da soma dos benefícios gerados ao fim do horizonte de projeto, no caso em questão, no 20º ano. Em posse desses dados foi feita a subtração dos custos totais do benefício acumulado em cada período de uso/ano, umidades e tarifa correspondente. Esta análise é utilizada para indicar se haverá viabilidade ou não no investimento, indicando não viabilidade quando os valores do resultado são negativos e viabilidade quando são positivos.

4.8. ANÁLISE BENEFÍCIO/CUSTO

Nesta análise foi realizada a divisão do benefício acumulado em cada período de uso/ano, umidades e tarifa correspondente, pelo custo total. O valor encontrado nesta divisão é adimensional. Esta análise indica se haverá viabilidade ou não em cada um dos cenários apresentados. Para que haja viabilidade, os resultados devem possuir valores iguais ou maiores que 1.

4.9. FLUXOGRAMA DO TRABALHO

Para um melhor entendimento das atividades realizadas foi feito um fluxograma dos processos de execução do trabalho, expresso na **Figura 9**.

Figura 9: Fluxograma dos Processos

5. RESULTADOS

5.1. VAZÃO DOS APARELHOS

A vazão gerada pelos aparelhos para um período de uso/ano de 6 meses e umidades de 60%, 70% e 80%, foram de 2,60, 2,96 e 3,32 m³/ano, respectivamente (ver Tabela 2). Para o cenário de uso/ano de 9 meses, nas mesmas umidades do ar anteriores, foram encontradas vazões de 3,90, 4,44 e 4,98 m³/ano, respectivamente (ver Tabela 3). Já para o cenário de uso/ano de 12 meses, considerando a mesmas umidades, obteve-se vazões, em m³/ano, de 5,20, 5,92 e 6,64 (ver Tabela 4). Todos os valores encontrados estão organizados na **Tabela 2**, **Tabela 3** e **Tabela 4** e, demonstram que ao passo em que o período de uso aumenta, a vazão gerada também aumenta.

Tabela 2: Vazões dos aparelhos – cenário de uso de 6 meses/ano

VAZÃO DOS APARELHOS (CENÁRIO PARA USO DE 6 MESES/ANO)								
Aparelhos (und)	Potência (Btu/h)	Uso (h/dia)	Uso (meses/ano)	Umidade (%)	Vazão (l/h)	Vazão (m ³ /dia)	Vazão (m ³ /mês)	Vazão (m ³ /ano)
2	9000	8	6	60	1,808	0,014	0,434	2,604
2	9000	8	6	70	2,058	0,016	0,494	2,964
2	9000	8	6	80	2,308	0,018	0,554	3,324

Fonte: Autoral, 2023

Tabela 3: Vazões dos aparelhos – cenário de uso de 9 meses/ano

VAZÃO DOS APARELHOS (CENÁRIO PARA USO DE 9 MESES/ANO)								
Aparelhos (und)	Potência (Btu/h)	Uso (h/dia)	Uso (meses/ano)	Umidade (%)	Vazão (l/h)	Vazão (m ³ /dia)	Vazão (m ³ /mês)	Vazão (m ³ /ano)
2	9000	8	9	60	1,808	0,014	0,434	3,905
2	9000	8	9	70	2,058	0,016	0,494	4,445
2	9000	8	9	80	2,308	0,018	0,554	4,985

Fonte: Autoral, 2023

Tabela 4: Vazões dos aparelhos – cenário de uso de 12 meses/ano

VAZÃO DOS APARELHOS (CENÁRIO PARA USO DE 12 MESES/ANO)								
Aparelhos (und)	Potência (Btu/h)	Uso (h/dia)	Uso (meses/ano)	Umidade (%)	Vazão (l/h)	Vazão (m ³ /dia)	Vazão (m ³ /mês)	Vazão (m ³ /ano)
2	9000	8	12	60	1,808	0,014	0,434	5,207
2	9000	8	12	70	2,058	0,016	0,494	5,927
2	9000	8	12	80	2,308	0,018	0,554	6,647

Fonte: Autoral, 2023

5.2. TARIFAS E ECONOMIA DOS APARELHOS

De posse do valor de consumo de água da residência, 18 m³/mês e das tarifas para a faixa de consumo correspondente a esse valor. Retirou-se a tarifa mínima, que se refere a do Estado do Acre, R\$ 2,58, a tarifa máxima, que corresponde ao Estado de Alagoas, R\$ 13,42 e, a tarifa média de R\$ 7,51 (ver **Quadro 1**).

A economia causada pelo reaproveitamento das águas dos aparelhos no período de 1 ano para cada cenário de umidade, tarifa e uso/ano está expressa na Tabela 5. Ao ser diretamente proporcional a umidade e tarifa, quanto maior essas duas variáveis, maior é a economia gerada.

Tabela 5: Economia de água referente às águas de condensação geradas pelos aparelhos de ar condicionado

ECONOMIA GERADA, EM R\$, POR DOIS APARELHOS DE AR CONDICIONADO FUNCIONANDO 8 H/DIA									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
Valor economizado para tarifa mínima de água	6,71	7,64	8,57	10,07	11,46	12,86	13,43	15,29	17,14
Valor economizado para tarifa média de água	19,55	22,26	24,96	29,33	33,38	37,44	39,10	44,51	49,92
Valor economizado para tarifa máxima de água	34,94	39,77	44,60	52,41	59,66	66,90	69,88	79,54	89,20

Fonte: Autoral, 2023

5.3. ANÁLISE DO BENEFÍCIO E CUSTO

Os valores dos custos para o projeto estão no Quadro 2, e nela é possível observar os valores correspondentes a cada item necessário para a execução do projeto. A tubulação e conexões correspondem a um valor de aproximadamente R\$ 60,00, enquanto o reservatório escolhido, uma bombona de 50 litros, custa em média R\$ 41,70. A mão de obra se resumiu apenas ao encanador, onde este possui uma diária aproximada de R\$ 140,00. Assim, o custo total, que corresponde ao investimento inicial, é de R\$ 171,70, aproximadamente.

Quadro 2: Custos de projeto

INVESTIMENTO INICIAL	
Material/Mão de obra	Valor
9 metros de tubo de PVC DN40 + conexões	R\$ 60,00
Galão Bombona de 50 litros	R\$ 41,70
Meia diária do encanador	R\$ 70,00
TOTAL	R\$ 171,70

Fonte: Autoral, 2023

A análise do Benefício e custo foi realizada considerando-se os três cenários de taxa de desconto citados anteriormente.

5.3.1. Cenário I: $i = 2\%$ a.a.

Para o valor da taxa adotada, foi calculado o Valor Presente Líquido no horizonte de projeto de 20 anos para cada valor de unidade, uso/ano e tarifa. Desse modo, obteve-se para o 20º ano um Valor Presente Líquido variando de R\$ 4,61 a R\$ 61,23, correspondendo aos dois extremos do cenário analisado, ou seja, uso de 6 meses/ano, unidade de 60% e tarifa mínima (ver **Tabela 6**), e uso de 12 meses/ano, unidade de 80% e tarifa máxima (ver **Tabela 8**). Na **Tabela 6**, **Tabela 7** e **Tabela 8** encontram-se todos os VPL ao longo de 20 anos.

Tabela 6: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa mínima e $i = 2\%$ a.a.

VALOR PRESENTE LÍQUIDO P/ TARIFA MÍNIMA									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Anos de operação	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
1	6,71	7,64	8,57	10,07	11,46	12,86	13,43	15,29	17,14
2	6,58	7,49	8,40	9,87	11,24	12,60	13,17	14,99	16,81
3	6,45	7,35	8,24	9,68	11,02	12,36	12,91	14,69	16,48
4	6,33	7,20	8,08	9,49	10,80	12,12	12,65	14,40	16,15
5	6,20	7,06	7,92	9,30	10,59	11,88	12,41	14,12	15,84
6	6,08	6,92	7,76	9,12	10,38	11,65	12,16	13,84	15,53
7	5,96	6,79	7,61	8,94	10,18	11,42	11,92	13,57	15,22
8	5,85	6,65	7,46	8,77	9,98	11,19	11,69	13,31	14,92
9	5,73	6,52	7,32	8,60	9,78	10,97	11,46	13,05	14,63
10	5,62	6,40	7,17	8,43	9,59	10,76	11,24	12,79	14,34
11	5,51	6,27	7,03	8,26	9,40	10,55	11,02	12,54	14,06
12	5,40	6,15	6,89	8,10	9,22	10,34	10,80	12,29	13,79
13	5,29	6,03	6,76	7,94	9,04	10,14	10,59	12,05	13,52
14	5,19	5,91	6,63	7,79	8,86	9,94	10,38	11,82	13,25
15	5,09	5,79	6,50	7,63	8,69	9,74	10,18	11,58	12,99
16	4,99	5,68	6,37	7,48	8,52	9,55	9,98	11,36	12,74
17	4,89	5,57	6,24	7,34	8,35	9,37	9,78	11,13	12,49
18	4,80	5,46	6,12	7,19	8,19	9,18	9,59	10,92	12,24
19	4,70	5,35	6,00	7,05	8,03	9,00	9,40	10,70	12,00
20	4,61	5,25	5,88	6,91	7,87	8,83	9,22	10,49	11,77

Fonte: Autoral, 2023

Tabela 7: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa média e $i = 2\%$ a.a.

VALOR PRESENTE LÍQUIDO P/ TARIFA MÉDIA									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Anos de operação	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
1	19,55	22,26	24,96	29,33	33,38	37,44	39,10	44,51	49,92
2	19,17	21,82	24,47	28,75	32,73	36,70	38,34	43,64	48,94
3	18,79	21,39	23,99	28,19	32,09	35,98	37,58	42,78	47,98
4	18,42	20,97	23,52	27,64	31,46	35,28	36,85	41,94	47,04
5	18,06	20,56	23,06	27,09	30,84	34,59	36,13	41,12	46,12
6	17,71	20,16	22,61	26,56	30,24	33,91	35,42	40,31	45,21
7	17,36	19,76	22,16	26,04	29,64	33,24	34,72	39,52	44,32
8	17,02	19,37	21,73	25,53	29,06	32,59	34,04	38,75	43,46
9	16,69	18,99	21,30	25,03	28,49	31,95	33,37	37,99	42,60
10	16,36	18,62	20,88	24,54	27,93	31,33	32,72	37,24	41,77
11	16,04	18,26	20,47	24,06	27,39	30,71	32,08	36,51	40,95
12	15,72	17,90	20,07	23,59	26,85	30,11	31,45	35,80	40,15
13	15,42	17,55	19,68	23,12	26,32	29,52	30,83	35,10	39,36
14	15,11	17,20	19,29	22,67	25,81	28,94	30,23	34,41	38,59
15	14,82	16,87	18,92	22,23	25,30	28,37	29,64	33,73	37,83
16	14,53	16,54	18,54	21,79	24,80	27,82	29,05	33,07	37,09
17	14,24	16,21	18,18	21,36	24,32	27,27	28,48	32,42	36,36
18	13,96	15,89	17,82	20,94	23,84	26,74	27,93	31,79	35,65
19	13,69	15,58	17,47	20,53	23,37	26,21	27,38	31,16	34,95
20	13,42	15,28	17,13	20,13	22,91	25,70	26,84	30,55	34,26

Fonte: Autoral, 2023

Tabela 8: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa máxima e $i = 2\%$ a.a.

VALOR PRESENTE LÍQUIDO P/ TARIFA MÁXIMA									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Anos de operação	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
1	34,94	39,77	44,60	52,41	59,66	66,90	69,88	79,54	89,20
2	34,25	38,99	43,73	51,38	58,49	65,59	68,51	77,98	87,45
3	33,58	38,23	42,87	50,37	57,34	64,30	67,17	76,45	85,74
4	32,92	37,48	42,03	49,39	56,21	63,04	65,85	74,95	84,06
5	32,28	36,74	41,21	48,42	55,11	61,81	64,56	73,48	82,41
6	31,65	36,02	40,40	47,47	54,03	60,60	63,29	72,04	80,79
7	31,03	35,32	39,60	46,54	52,97	59,41	62,05	70,63	79,21
8	30,42	34,62	38,83	45,63	51,93	58,24	60,83	69,25	77,66
9	29,82	33,94	38,07	44,73	50,92	57,10	59,64	67,89	76,13
10	29,24	33,28	37,32	43,85	49,92	55,98	58,47	66,56	74,64
11	28,66	32,63	36,59	42,99	48,94	54,88	57,32	65,25	73,18
12	28,10	31,99	35,87	42,15	47,98	53,81	56,20	63,97	71,74
13	27,55	31,36	35,17	41,32	47,04	52,75	55,10	62,72	70,34
14	27,01	30,74	34,48	40,51	46,12	51,72	54,02	61,49	68,96
15	26,48	30,14	33,80	39,72	45,21	50,70	52,96	60,28	67,60
16	25,96	29,55	33,14	38,94	44,33	49,71	51,92	59,10	66,28
17	25,45	28,97	32,49	38,18	43,46	48,73	50,90	57,94	64,98
18	24,95	28,40	31,85	37,43	42,60	47,78	49,90	56,81	63,71
19	24,46	27,85	31,23	36,69	41,77	46,84	48,93	55,69	62,46
20	23,98	27,30	30,62	35,98	40,95	45,92	47,97	54,60	61,23

Fonte: Autoral, 2023

A partir desses valores encontrados, calculou-se o benefício acumulado, que possui valores variando de R\$ 111,99 a R\$ 1487,77, como pode-se observar na Tabela 9.

Tabela 9: Benefício acumulado, em R\$, para $i = 2\%$ a.a

BENEFÍCIO ACUMULADO										
Anos de operação	Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
	Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
20	P/ Tarifa mínima	111,99	127,47	142,96	167,98	191,21	214,44	223,97	254,94	285,91
	P/ Tarifa média	326,09	371,18	416,27	489,14	556,77	624,40	652,18	742,36	832,54
	P/ Tarifa máxima	582,73	663,31	743,89	874,10	994,96	1.115,83	1.165,47	1.326,62	1.487,77

Fonte: Autoral, 2023

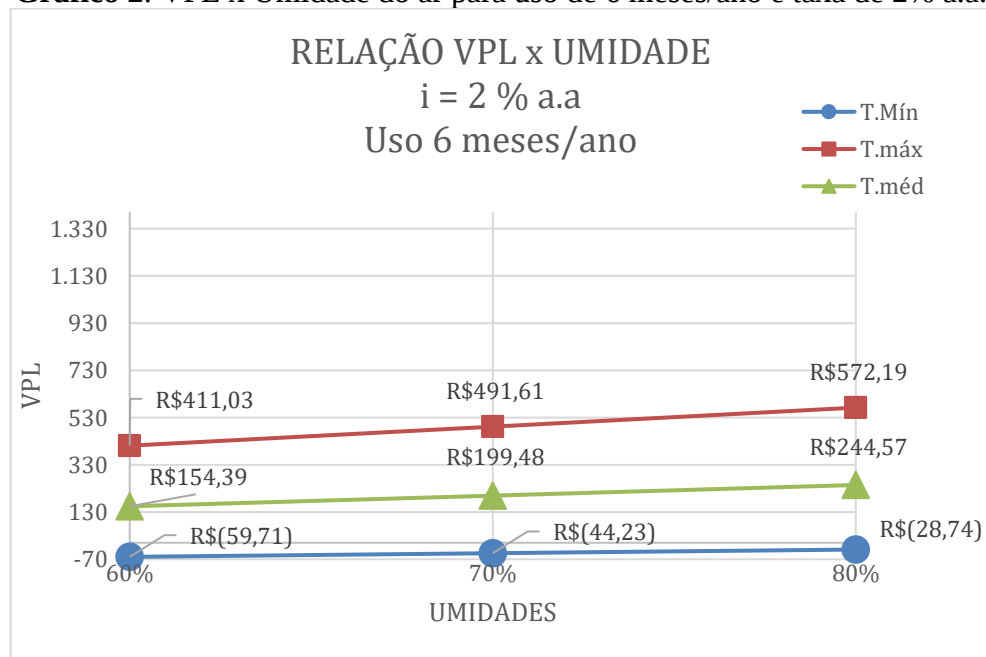
De posse dos valores do benefício acumulado e dos custos, obteve-se os resultados da análise VPL (ver **Tabela 10**) e Benefício/Custo (ver **Tabela 11**), assim como a criação de 3 gráficos para cada tabela (ver **Gráfico 2**, **Gráfico 3** e **Gráfico 4** para a **Tabela 10** e **Gráfico 5**, **Gráfico 6** e **Gráfico 7** para a **Tabela 11**), que indicam a viabilidade ou não viabilidade para cada cenário de tarifa mínima, média e máxima, umidade de 60, 70 e 80%, uso/ano de 6, 9 e 12 meses e taxa de 2, 8 e 14% a.a.

Tabela 10: Benefício – Custo, em R\$, para $i = 2\%$ a.a.

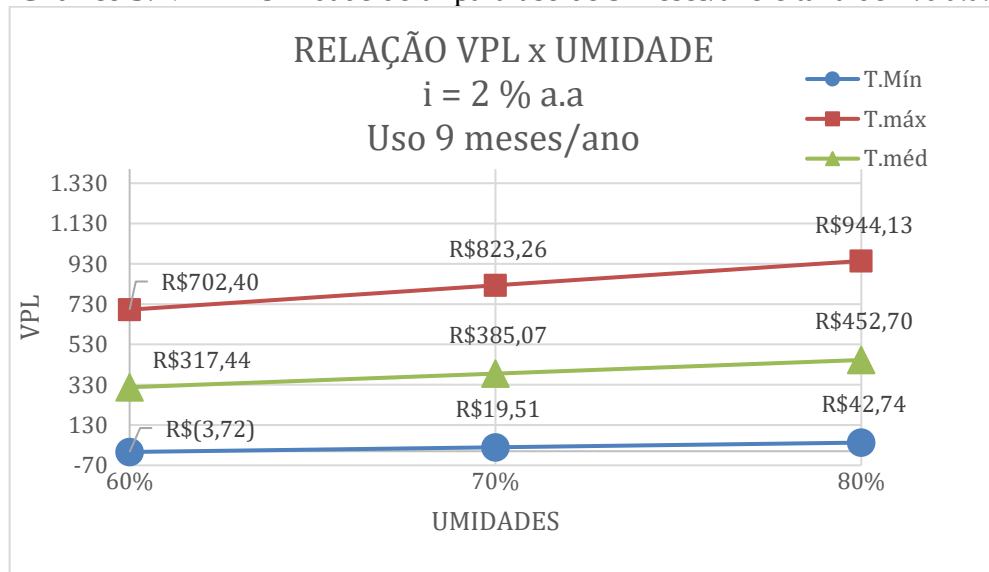
BENEFÍCIO-CUSTO (VPL)									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
P/ Tarifa mínima	-59,71	-44,23	-28,74	-3,72	19,51	42,74	52,27	83,24	114,21
P/ Tarifa média	154,39	199,48	244,57	317,44	385,07	452,70	480,48	570,66	660,84
P/ Tarifa máxima	411,03	491,61	572,19	702,40	823,26	944,13	993,77	1.154,92	1.316,07

Fonte: Autoral, 2023

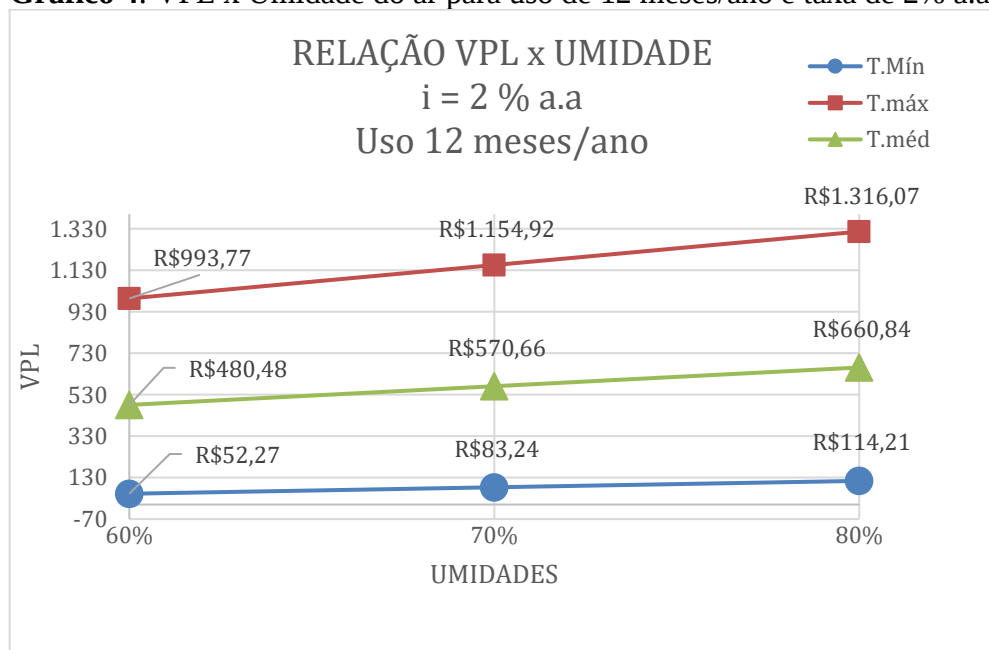
Gráfico 2: VPL x Umidade do ar para uso de 6 meses/ano e taxa de 2% a.a.



Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 3: VPL x Umidade do ar para uso de 9 meses/ano e taxa de 2% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

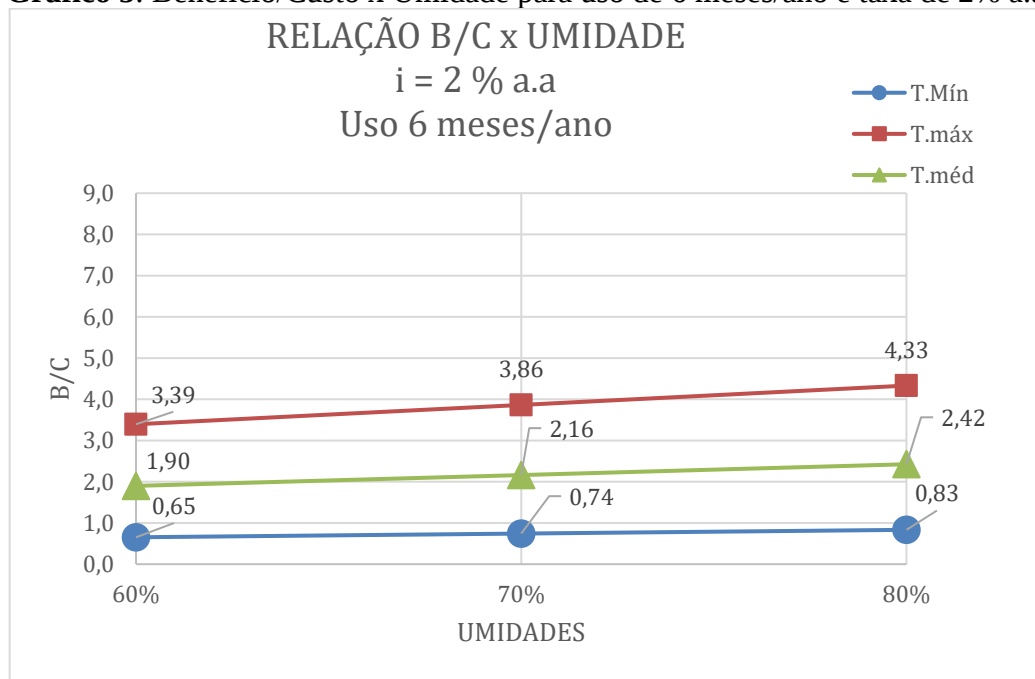
Gráfico 4: VPL x Umidade do ar para uso de 12 meses/ano e taxa de 2% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

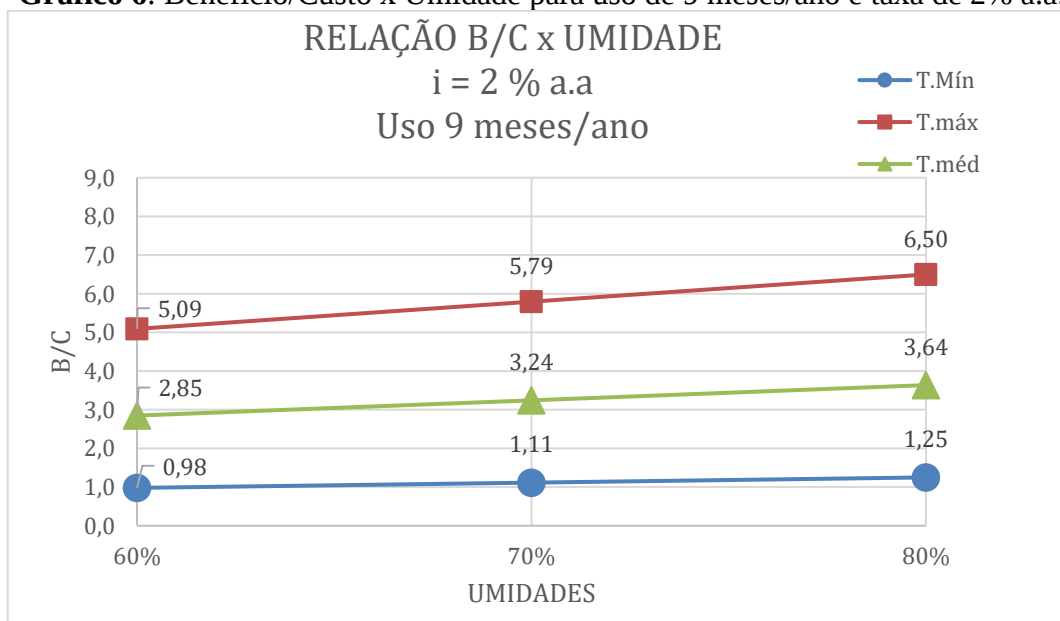
Tabela 11: Benefício/Custo para $i = 2\%$ a.a.

BENEFÍCIO/CUSTO									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
P/ Tarifa mínima	0,65	0,74	0,83	0,98	1,11	1,25	1,30	1,48	1,67
P/ Tarifa média	1,90	2,16	2,42	2,85	3,24	3,64	3,80	4,32	4,85
P/ Tarifa máxima	3,39	3,86	4,33	5,09	5,79	6,50	6,79	7,73	8,66

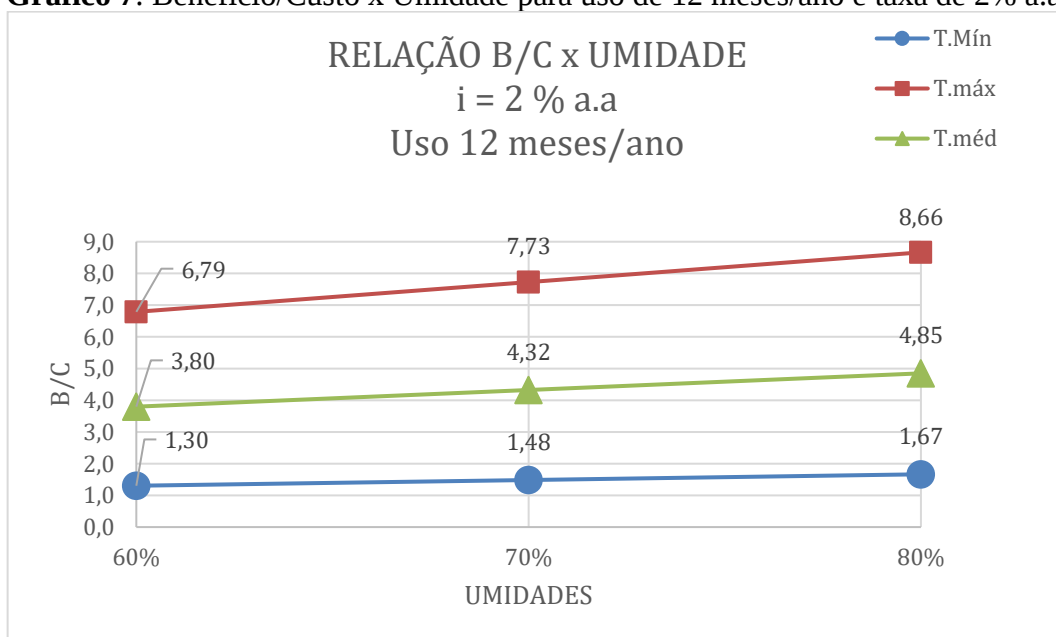
Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 5: Benefício/Custo x Umidade para uso de 6 meses/ano e taxa de 2% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 6: Benefício/Custo x Umidade para uso de 9 meses/ano e taxa de 2% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 7: Benefício/Custo x Umidade para uso de 12 meses/ano e taxa de 2% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

Para a análise Benefício – Custo, no cenário de uso de 6 meses/ano o projeto demonstra-se viável apenas para locais com tarifa máxima e média, enquanto que para o cenário de uso de 9 meses/ano a alternativa é viável para todas as tarifas, porém, na mínima, é viável apenas para umidades de 70% e 80%. Já para o uso de 12 meses/ano, é viável para todos os valores de tarifa e umidade, como mostra a **Tabela 12**.

Tabela 12: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise VPL e $i = 2\%$ a.a.

CENÁRIOS DE VIABILIDADE OU NÃO VIABILIDADE P/ ANÁLISE VPL E $i = 2\%$ a.a									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Tarifas	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
Tarifa mínima	não viável	não viável	não viável	não viável	viável	viável	viável	viável	viável
Tarifa média	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável
Tarifa máxima	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável

Fonte: Autoral, 2023

Para a análise Benefício/Custo os cenários de viabilidade foram os mesmos obtidos na análise Benefício – Custo, como mostra a **Tabela 13**.

Tabela 13: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise benefício/custo e $i = 2\%$ a.a.

CENÁRIOS DE VIABILIDADE OU NÃO VIABILIDADE P/ ANÁLISE BENEFÍCIO/CUSTO E $i = 2\%$ a.a									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Tarifas	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
Tarifa mínima	não viável	não viável	não viável	não viável	viável	viável	viável	viável	viável
Tarifa média	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável
Tarifa máxima	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável

Fonte: Autoral, 2023

5.3.2. Cenário II: $i = 8\%$ a.a.

Para o valor da taxa de 8% a.a, foi calculado o Valor Presente Líquido no horizonte de projeto de 20 anos para cada valor de umidade, uso/ano e tarifa. Desse modo, obteve-se para o 20º ano um Valor Presente Líquido variando de R\$ 6,71 a R\$ 20,67, correspondendo aos dois extremos do cenário analisado, ou seja, uso de 6 meses/ano, umidade de 60% e tarifa mínima (ver **Tabela 14**), e uso de 12 meses/ano, umidade de 80% e tarifa máxima (ver **Tabela 16**). Na **Tabela 14**, **Tabela 15** e **Tabela 16** encontram-se todos os VPL ao longo de 20 anos.

Tabela 14: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa mínima e $i = 8\%$ a.a.

VALOR PRESENTE LÍQUIDO P/ TARIFA MÍNIMA									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Anos de operação	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
1	6,71	7,64	8,57	10,07	11,46	12,86	13,43	15,29	17,14
2	6,22	7,08	7,94	9,33	10,62	11,90	12,43	14,15	15,87
3	5,76	6,55	7,35	8,63	9,83	11,02	11,51	13,11	14,70
4	5,33	6,07	6,80	8,00	9,10	10,21	10,66	12,13	13,61
5	4,94	5,62	6,30	7,40	8,43	9,45	9,87	11,24	12,60
6	4,57	5,20	5,83	6,85	7,80	8,75	9,14	10,40	11,67
7	4,23	4,82	5,40	6,35	7,22	8,10	8,46	9,63	10,80
8	3,92	4,46	5,00	5,88	6,69	7,50	7,84	8,92	10,00
9	3,63	4,13	4,63	5,44	6,19	6,95	7,26	8,26	9,26
10	3,36	3,82	4,29	5,04	5,74	6,43	6,72	7,65	8,58
11	3,11	3,54	3,97	4,67	5,31	5,96	6,22	7,08	7,94
12	2,88	3,28	3,68	4,32	4,92	5,51	5,76	6,56	7,35
13	2,67	3,04	3,40	4,00	4,55	5,11	5,33	6,07	6,81
14	2,47	2,81	3,15	3,70	4,22	4,73	4,94	5,62	6,30
15	2,29	2,60	2,92	3,43	3,90	4,38	4,57	5,20	5,84
16	2,12	2,41	2,70	3,18	3,61	4,05	4,23	4,82	5,40
17	1,96	2,23	2,50	2,94	3,35	3,75	3,92	4,46	5,00
18	1,81	2,07	2,32	2,72	3,10	3,47	3,63	4,13	4,63
19	1,68	1,91	2,14	2,52	2,87	3,22	3,36	3,83	4,29
20	1,56	1,77	1,99	2,33	2,66	2,98	3,11	3,54	3,97

Fonte: Autoral, 2023

Tabela 15: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa média e $i = 8\%$ a.a.

VALOR PRESENTE LÍQUIDO P/ TARIFA MÉDIA									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Anos de operação	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
1	19,55	22,26	24,96	29,33	33,38	37,44	39,10	44,51	49,92
2	18,10	20,61	23,11	27,15	30,91	34,66	36,21	41,21	46,22
3	16,76	19,08	21,40	25,14	28,62	32,10	33,52	38,16	42,80
4	15,52	17,67	19,81	23,28	26,50	29,72	31,04	35,33	39,63
5	14,37	16,36	18,35	21,56	24,54	27,52	28,74	32,72	36,69
6	13,31	15,15	16,99	19,96	22,72	25,48	26,61	30,29	33,97
7	12,32	14,02	15,73	18,48	21,04	23,59	24,64	28,05	31,46
8	11,41	12,99	14,56	17,11	19,48	21,84	22,82	25,97	29,13
9	10,56	12,02	13,48	15,84	18,04	20,23	21,13	24,05	26,97
10	9,78	11,13	12,49	14,67	16,70	18,73	19,56	22,27	24,97
11	9,06	10,31	11,56	13,58	15,46	17,34	18,11	20,62	23,12
12	8,39	9,54	10,70	12,58	14,32	16,06	16,77	19,09	21,41
13	7,76	8,84	9,91	11,65	13,26	14,87	15,53	17,68	19,82
14	7,19	8,18	9,18	10,78	12,27	13,77	14,38	16,37	18,35
15	6,66	7,58	8,50	9,98	11,37	12,75	13,31	15,15	16,99
16	6,16	7,02	7,87	9,25	10,52	11,80	12,33	14,03	15,74
17	5,71	6,50	7,29	8,56	9,74	10,93	11,41	12,99	14,57
18	5,28	6,01	6,75	7,93	9,02	10,12	10,57	12,03	13,49
19	4,89	5,57	6,25	7,34	8,35	9,37	9,79	11,14	12,49
20	4,53	5,16	5,78	6,80	7,74	8,67	9,06	10,31	11,57

Fonte: Autoral, 2023

Tabela 16: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa máxima e $i = 8\%$ a.a.

VALOR PRESENTE LÍQUIDO P/ TARIFA MÁXIMA									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
Anos de operação									
1	34,94	39,77	44,60	52,41	59,66	66,90	69,88	79,54	89,20
2	32,35	36,82	41,30	48,53	55,24	61,95	64,70	73,65	82,60
3	29,95	34,10	38,24	44,93	51,15	57,36	59,91	68,19	76,48
4	27,74	31,57	35,41	41,60	47,36	53,11	55,47	63,14	70,81
5	25,68	29,23	32,78	38,52	43,85	49,18	51,36	58,46	65,57
6	23,78	27,07	30,36	35,67	40,60	45,53	47,56	54,13	60,71
7	22,02	25,06	28,11	33,03	37,59	42,16	44,04	50,12	56,21
8	20,39	23,21	26,02	30,58	34,81	39,04	40,77	46,41	52,05
9	18,88	21,49	24,10	28,31	32,23	36,15	37,75	42,97	48,19
10	17,48	19,90	22,31	26,22	29,84	33,47	34,96	39,79	44,62
11	16,18	18,42	20,66	24,28	27,63	30,99	32,37	36,84	41,32
12	14,98	17,06	19,13	22,48	25,59	28,69	29,97	34,11	38,26
13	13,87	15,79	17,71	20,81	23,69	26,57	27,75	31,59	35,42
14	12,85	14,62	16,40	19,27	21,94	24,60	25,69	29,25	32,80
15	11,90	13,54	15,19	17,84	20,31	22,78	23,79	27,08	30,37
16	11,01	12,54	14,06	16,52	18,81	21,09	22,03	25,07	28,12
17	10,20	11,61	13,02	15,30	17,41	19,53	20,40	23,22	26,04
18	9,44	10,75	12,05	14,16	16,12	18,08	18,89	21,50	24,11
19	8,74	9,95	11,16	13,12	14,93	16,74	17,49	19,91	22,32
20	8,10	9,22	10,33	12,14	13,82	15,50	16,19	18,43	20,67

Fonte: Autoral, 2023

A partir desses valores encontrados, calculou-se o benefício acumulado, que possui valores variando de R\$ 71,20 a R\$ 945,88, como pode-se observar na **Tabela 17**.

Tabela 17: Benefício acumulado, em R\$, para $i = 8\%$ a.a

BENEFÍCIO ACUMULADO										
Anos de operação	Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
		Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%
20	P/ Tarifa mínima	71,20	81,04	90,89	106,80	121,56	136,33	142,40	162,08	181,77
	P/ Tarifa média	207,32	235,98	264,65	310,98	353,98	396,98	414,63	471,97	529,30
	P/ Tarifa máxima	370,48	421,71	472,94	555,72	632,56	709,41	740,96	843,42	945,88

Fonte: Autoral, 2023

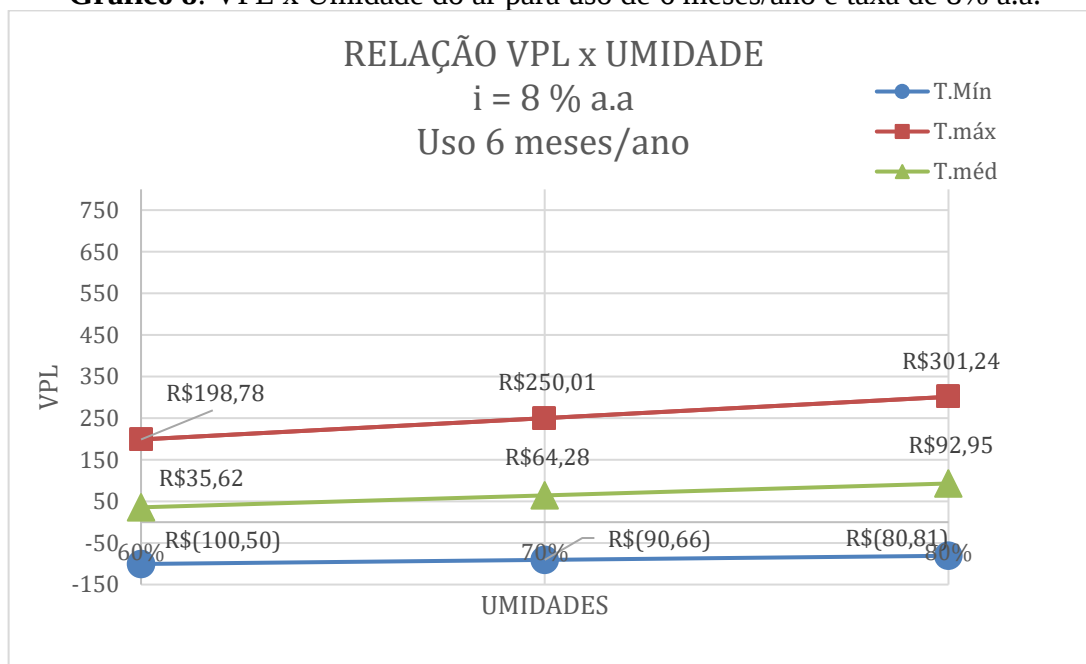
De posse dos valores do benefício acumulado e dos custos, obteve-se os resultados da análise VPL (ver **Tabela 18**) e Benefício/Custo (ver **Tabela 19**), assim como a criação de 3 gráficos para cada tabela (ver **Gráfico 8**, **Gráfico 9** e **Gráfico 10** para a **Tabela 18** e **Gráfico 11**, **Gráfico 12** e **Gráfico 13** para a **Tabela 19**), que indicam a viabilidade ou não viabilidade para cada cenário de tarifa mínima, média e máxima, umidade de 60, 70 e 80%, uso/ano de 6, 9 e 12 meses e taxa de 2, 8 e 14% a.a.

Tabela 18: Benefício – Custo, em R\$, para $i = 8\%$ a.a.

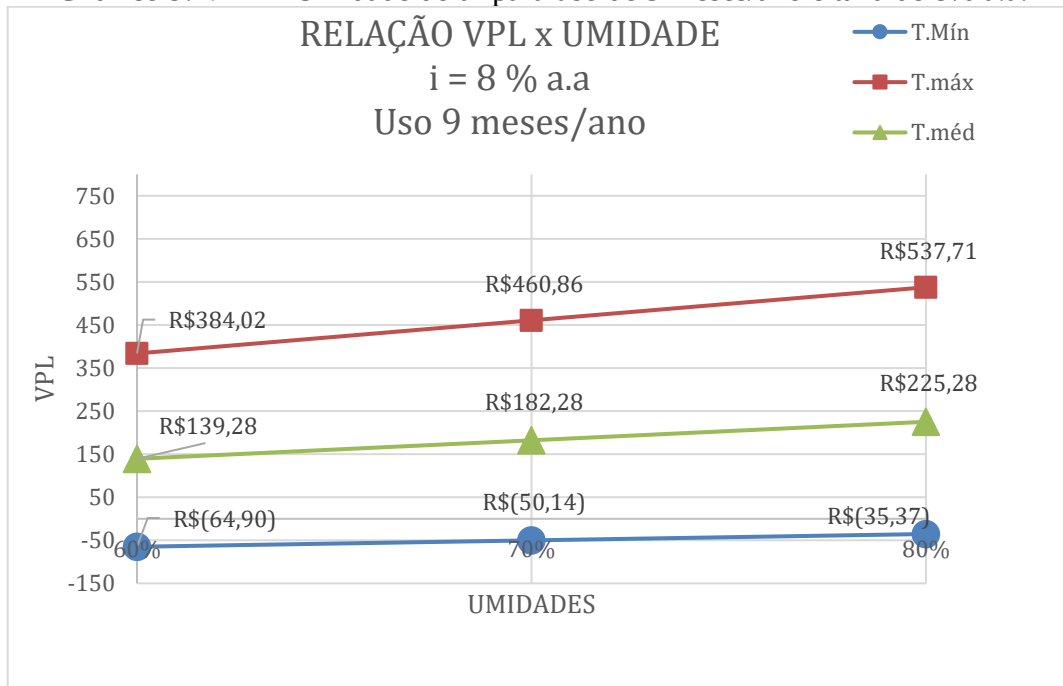
BENEFÍCIO-CUSTO (VPL)									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
P/ Tarifa mínima	-100,50	-90,66	-80,81	-64,90	-50,14	-35,37	-29,30	-9,62	10,07
P/ Tarifa média	35,62	64,28	92,95	139,28	182,28	225,28	242,93	300,27	357,60
P/ Tarifa máxima	198,78	250,01	301,24	384,02	460,86	537,71	569,26	671,72	774,18

Fonte: Autoral, 2023

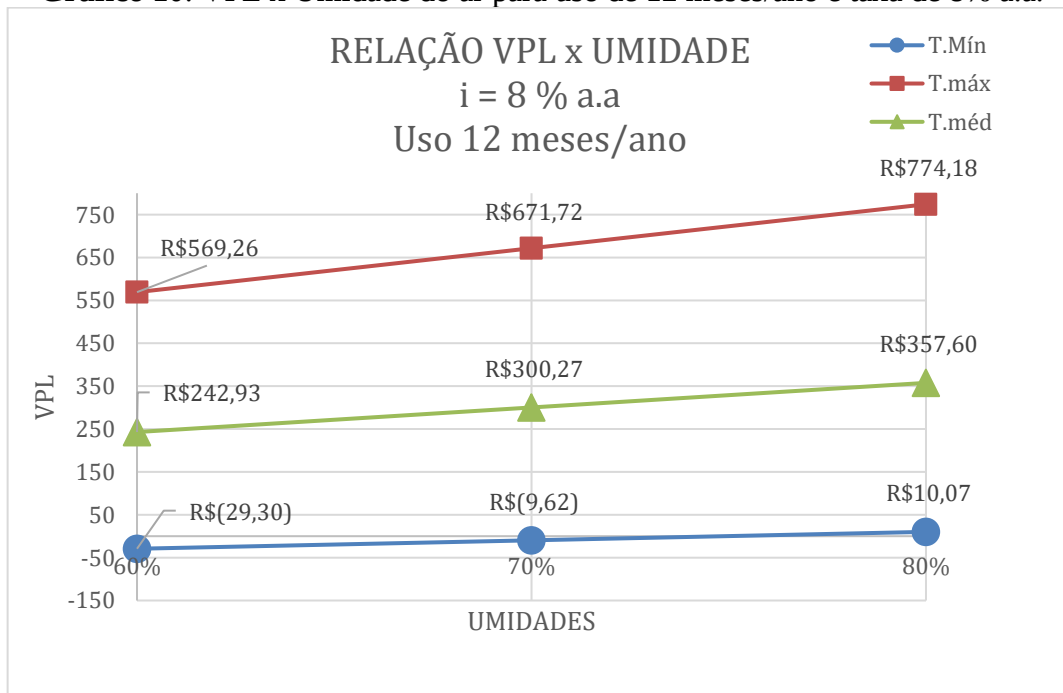
Gráfico 8: VPL x Umidade do ar para uso de 6 meses/ano e taxa de 8% a.a.



Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 9: VPL x Umidade do ar para uso de 9 meses/ano e taxa de 8% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

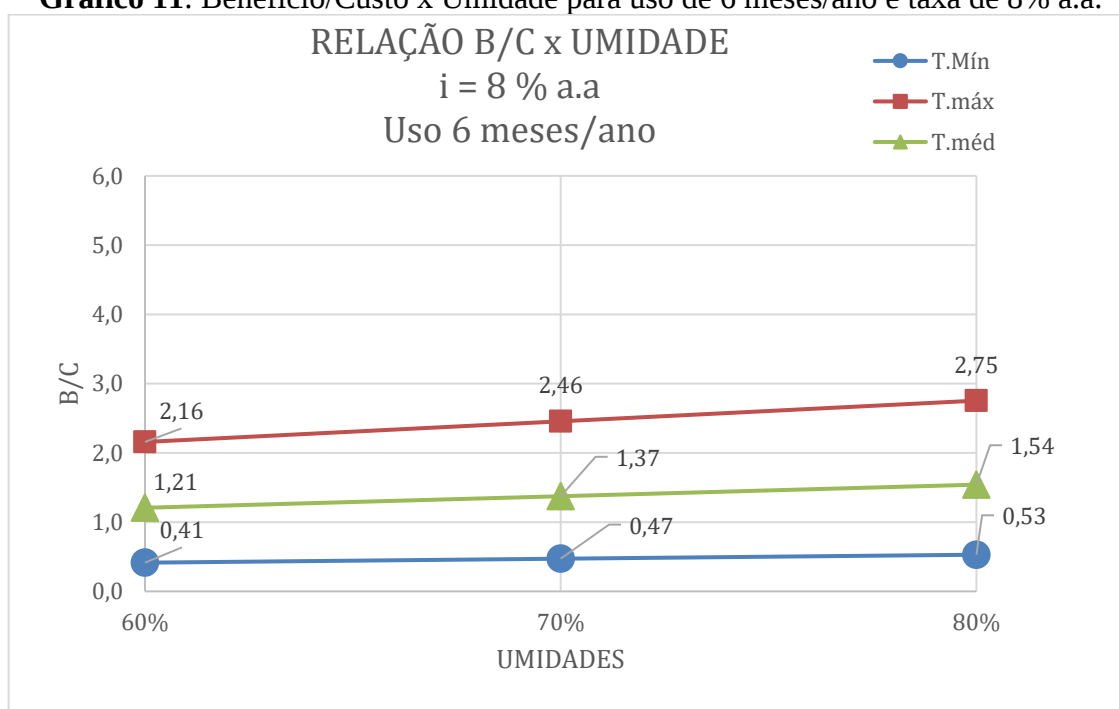
Gráfico 10: VPL x Umidade do ar para uso de 12 meses/ano e taxa de 8% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

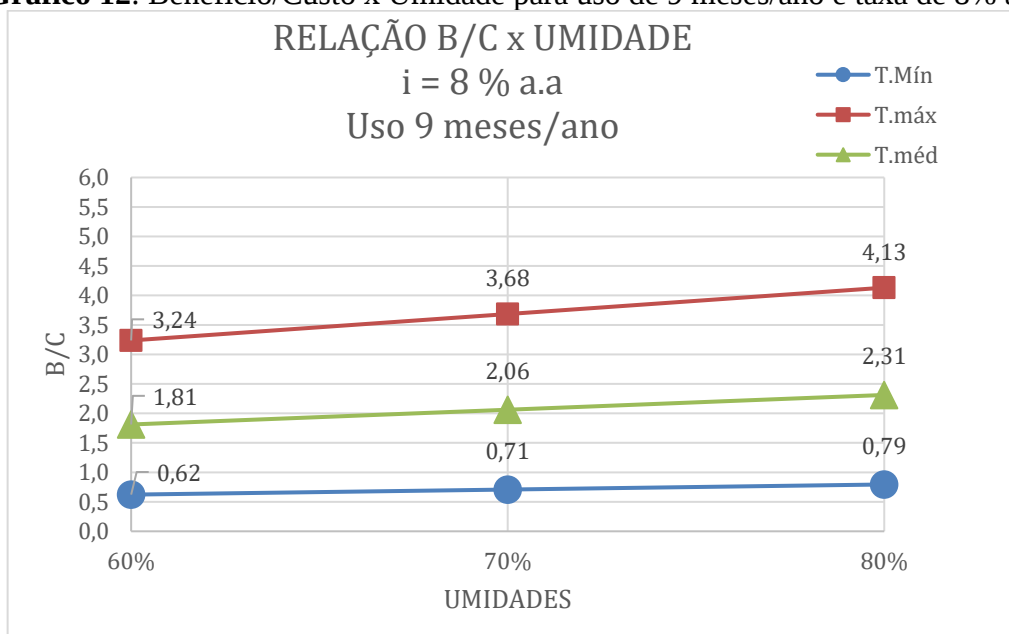
Tabela 19: Benefício/Custo para $i = 8\%$ a.a.

BENEFÍCIO/CUSTO									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
P/ Tarifa mínima	0,41	0,47	0,53	0,62	0,71	0,79	0,83	0,94	1,06
P/ Tarifa média	1,21	1,37	1,54	1,81	2,06	2,31	2,41	2,75	3,08
P/ Tarifa máxima	2,16	2,46	2,75	3,24	3,68	4,13	4,32	4,91	5,51

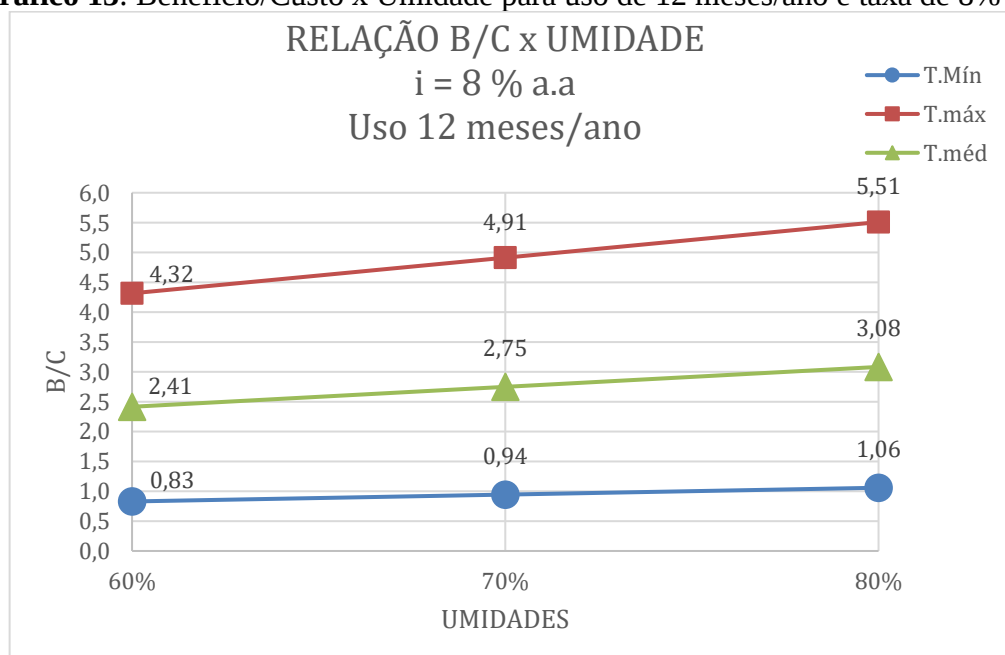
Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 11: Benefício/Custo x Umidade para uso de 6 meses/ano e taxa de 8% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 12: Benefício/Custo x Umidade para uso de 9 meses/ano e taxa de 8% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 13: Benefício/Custo x Umidade para uso de 12 meses/ano e taxa de 8% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

Para a análise Benefício – Custo, no cenário de uso de 6 meses/ano e 9 meses/ano o projeto demonstra-se viável apenas para locais com tarifa máxima e média, enquanto que para o cenário de uso de 12 meses/ano a alternativa é viável para todas as tarifas, porém, na mínima, é viável apenas para locais com umidade do ar na faixa de 80%, como mostra a **Tabela 20**.

Tabela 20: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise VPL e $i = 8\%$ a.a.

CENÁRIOS DE VIABILIDADE OU NÃO VIABILIDADE P/ ANÁLISE VPL E $i = 8\%$ a.a.									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Tarifas	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
Tarifa mínima	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	viável
Tarifa média	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável
Tarifa máxima	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável

Fonte: Autoral, 2023

Para a análise Benefício/Custo os cenários de viabilidade foram os mesmos obtidos na análise Benefício – Custo, como mostra a **Tabela 21**.

Tabela 21: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise Benefício/Custo e $i = 8\%$ a.a.

CENÁRIOS DE VIABILIDADE OU NÃO VIABILIDADE P/ ANÁLISE BENEFÍCIO/CUSTO E $i = 8\%$ a.a.									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Tarifas	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
Tarifa mínima	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	viável
Tarifa média	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável
Tarifa máxima	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável

Fonte: Autoral, 2023

5.3.3. Cenário III: $i = 14\%$ a.a.

Para o valor da taxa de 14% a.a., foi calculado o Valor Presente Líquido no horizonte de projeto de 20 anos para cada valor de umidade, uso/ano e tarifa. Desse modo, obteve-se para o 20º ano um Valor Presente Líquido variando de R\$ 6,71 a R\$ 7,40, correspondendo aos dois extremos do cenário analisado, ou seja, uso de 6 meses/ano, umidade de 60% e tarifa mínima (ver **Tabela 22**), e uso de 12 meses/ano, umidade de 80% e tarifa máxima (ver **Tabela 24**). Na **Tabela 22**, **Tabela 23** e **Tabela 24** encontram-se todos os VPL ao longo de 20 anos.

Tabela 22: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa mínima e $i = 14\%$ a.a.

VALOR PRESENTE LÍQUIDO P/ TARIFA MÍNIMA									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
Anos de operação									
1	6,71	7,64	8,57	10,07	11,46	12,86	13,43	15,29	17,14
2	5,89	6,70	7,52	8,83	10,06	11,28	11,78	13,41	15,04
3	5,17	5,88	6,60	7,75	8,82	9,89	10,33	11,76	13,19
4	4,53	5,16	5,79	6,80	7,74	8,68	9,06	10,32	11,57
5	3,98	4,53	5,07	5,96	6,79	7,61	7,95	9,05	10,15
6	3,49	3,97	4,45	5,23	5,95	6,68	6,97	7,94	8,90
7	3,06	3,48	3,90	4,59	5,22	5,86	6,12	6,96	7,81
8	2,68	3,05	3,43	4,03	4,58	5,14	5,37	6,11	6,85
9	2,35	2,68	3,00	3,53	4,02	4,51	4,71	5,36	6,01
10	2,06	2,35	2,64	3,10	3,53	3,95	4,13	4,70	5,27
11	1,81	2,06	2,31	2,72	3,09	3,47	3,62	4,12	4,62
12	1,59	1,81	2,03	2,38	2,71	3,04	3,18	3,62	4,06
13	1,39	1,59	1,78	2,09	2,38	2,67	2,79	3,17	3,56
14	1,22	1,39	1,56	1,83	2,09	2,34	2,45	2,78	3,12
15	1,07	1,22	1,37	1,61	1,83	2,05	2,14	2,44	2,74
16	0,94	1,07	1,20	1,41	1,61	1,80	1,88	2,14	2,40
17	0,83	0,94	1,05	1,24	1,41	1,58	1,65	1,88	2,11
18	0,72	0,82	0,92	1,09	1,24	1,39	1,45	1,65	1,85
19	0,63	0,72	0,81	0,95	1,08	1,22	1,27	1,45	1,62
20	0,56	0,63	0,71	0,84	0,95	1,07	1,11	1,27	1,42

Fonte: Autoral, 2023

Tabela 23: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa média e $i = 14\%$ a.a.

VALOR PRESENTE LÍQUIDO P/ TARIFA MÉDIA									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Anos de operação	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
1	19,55	22,26	24,96	29,33	33,38	37,44	39,10	44,51	49,92
2	17,15	19,52	21,89	25,73	29,28	32,84	34,30	39,04	43,79
3	15,04	17,12	19,20	22,57	25,69	28,81	30,09	34,25	38,41
4	13,20	15,02	16,85	19,80	22,53	25,27	26,39	30,04	33,69
5	11,58	13,18	14,78	17,36	19,77	22,17	23,15	26,35	29,55
6	10,15	11,56	12,96	15,23	17,34	19,44	20,31	23,12	25,93
7	8,91	10,14	11,37	13,36	15,21	17,06	17,81	20,28	22,74
8	7,81	8,89	9,97	11,72	13,34	14,96	15,63	17,79	19,95
9	6,85	7,80	8,75	10,28	11,70	13,12	13,71	15,60	17,50
10	6,01	6,84	7,67	9,02	10,27	11,51	12,02	13,69	15,35
11	5,27	6,00	6,73	7,91	9,00	10,10	10,55	12,01	13,46
12	4,63	5,27	5,91	6,94	7,90	8,86	9,25	10,53	11,81
13	4,06	4,62	5,18	6,09	6,93	7,77	8,12	9,24	10,36
14	3,56	4,05	4,54	5,34	6,08	6,82	7,12	8,10	9,09
15	3,12	3,55	3,99	4,68	5,33	5,98	6,25	7,11	7,97
16	2,74	3,12	3,50	4,11	4,68	5,24	5,48	6,24	6,99
17	2,40	2,73	3,07	3,60	4,10	4,60	4,81	5,47	6,13
18	2,11	2,40	2,69	3,16	3,60	4,04	4,22	4,80	5,38
19	1,85	2,10	2,36	2,77	3,16	3,54	3,70	4,21	4,72
20	1,62	1,85	2,07	2,43	2,77	3,11	3,24	3,69	4,14

Fonte: Autoral, 2023

Tabela 24: Valor Presente das receitas (R\$) - Tarifa máxima e $i = 14\%$ a.a.

VALOR PRESENTE LÍQUIDO P/ TARIFA MÁXIMA									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Anos de operação	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
1	34,94	39,77	44,60	52,41	59,66	66,90	69,88	79,54	89,20
2	30,65	34,89	39,12	45,97	52,33	58,69	61,30	69,77	78,25
3	26,88	30,60	34,32	40,33	45,90	51,48	53,77	61,20	68,64
4	23,58	26,84	30,10	35,37	40,27	45,16	47,17	53,69	60,21
5	20,69	23,55	26,41	31,03	35,32	39,61	41,37	47,09	52,82
6	18,15	20,66	23,16	27,22	30,98	34,75	36,29	41,31	46,33
7	15,92	18,12	20,32	23,88	27,18	30,48	31,84	36,24	40,64
8	13,96	15,89	17,82	20,94	23,84	26,74	27,93	31,79	35,65
9	12,25	13,94	15,64	18,37	20,91	23,45	24,50	27,88	31,27
10	10,74	12,23	13,72	16,12	18,34	20,57	21,49	24,46	27,43
11	9,42	10,73	12,03	14,14	16,09	18,05	18,85	21,46	24,06
12	8,27	9,41	10,55	12,40	14,12	15,83	16,53	18,82	21,11
13	7,25	8,25	9,26	10,88	12,38	13,89	14,50	16,51	18,51
14	6,36	7,24	8,12	9,54	10,86	12,18	12,72	14,48	16,24
15	5,58	6,35	7,12	8,37	9,53	10,68	11,16	12,70	14,25
16	4,89	5,57	6,25	7,34	8,36	9,37	9,79	11,14	12,50
17	4,29	4,89	5,48	6,44	7,33	8,22	8,59	9,77	10,96
18	3,77	4,29	4,81	5,65	6,43	7,21	7,53	8,57	9,62
19	3,30	3,76	4,22	4,96	5,64	6,33	6,61	7,52	8,44
20	2,90	3,30	3,70	4,35	4,95	5,55	5,80	6,60	7,40

Fonte: Autoral, 2023

A partir desses valores encontrados, calculou-se o benefício acumulado, que possui valores variando de R\$ 50,70 a R\$ 673,52, como pode-se observar na **Tabela 25**.

Tabela 25: Benefício acumulado, em R\$, para $i = 14\%$ a.a.

BENEFÍCIO ACUMULADO										
Anos de operação	Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
	Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
20	P/ Tarifa mínima	50,70	57,71	64,72	76,05	86,56	97,08	101,39	115,41	129,43
	P/ Tarifa média	147,62	168,03	188,45	221,43	252,05	282,67	295,24	336,07	376,89
	P/ Tarifa máxima	263,80	300,28	336,76	395,71	450,42	505,14	527,61	600,56	673,52

Fonte: Autoral, 2023

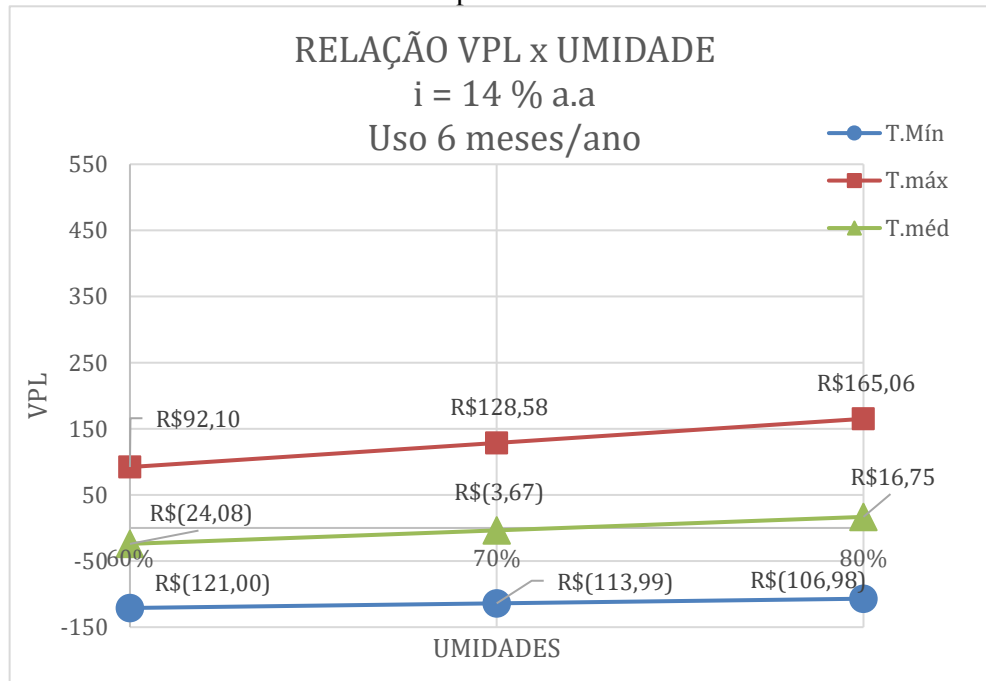
De posse dos valores do benefício acumulado e dos custos, obteve-se os resultados da análise VPL (ver **Tabela 26**) e Benefício/Custo (ver **Tabela 27**), assim como a criação de 3 gráficos para cada tabela (ver **Gráfico 14**, **Gráfico 15** e **Gráfico 16** para a **Tabela 26** e **Gráfico 17**, **Gráfico 18** e **Gráfico 19** para a **Tabela 27**), que indicam a viabilidade ou não viabilidade para cada cenário de tarifa mínima, média e máxima, umidade de 60, 70 e 80%, uso/ano de 6, 9 e 12 meses e taxa de 2, 8 e 14% a.a.

Tabela 26: Benefício – Custo, em R\$, para $i = 14\%$ a.a.

BENEFÍCIO-CUSTO (VPL)									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
P/ Tarifa mínima	-121,00	-113,99	-106,98	-95,65	-85,14	-74,62	-70,31	-56,29	-42,27
P/ Tarifa média	-24,08	-3,67	16,75	49,73	80,35	110,97	123,54	164,37	205,19
P/ Tarifa máxima	92,10	128,58	165,06	224,01	278,72	333,44	355,91	428,86	501,82

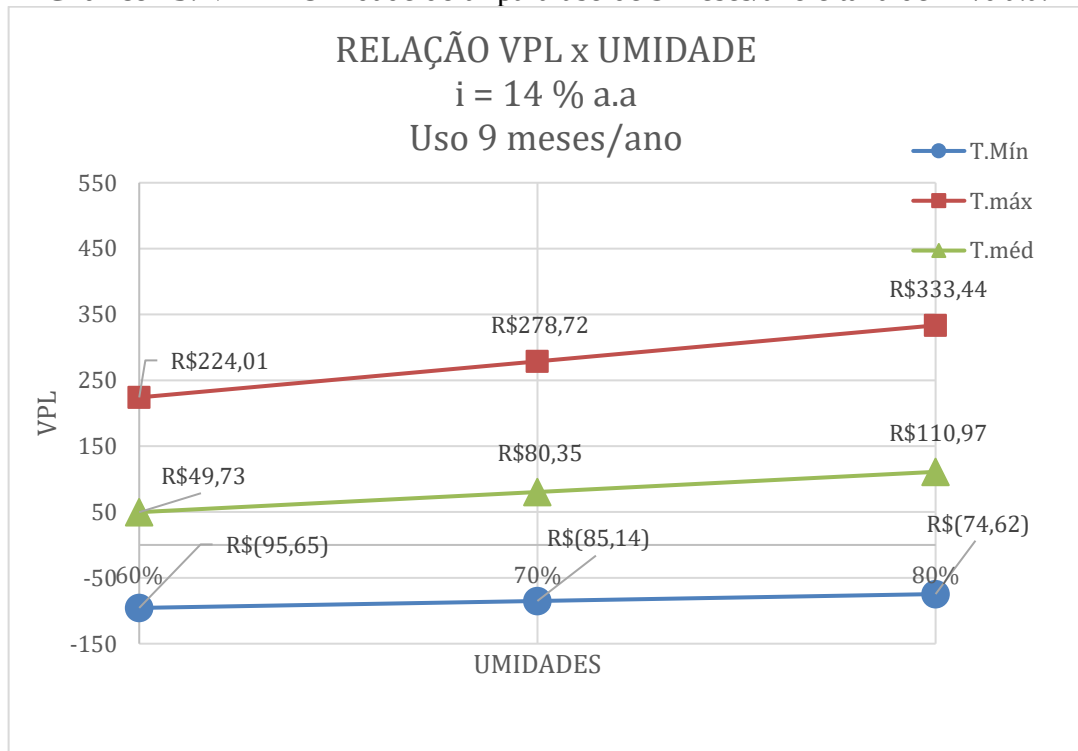
Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 14: VPL x Umidade do ar para uso de 6 meses/ano e taxa de 14% a.a.



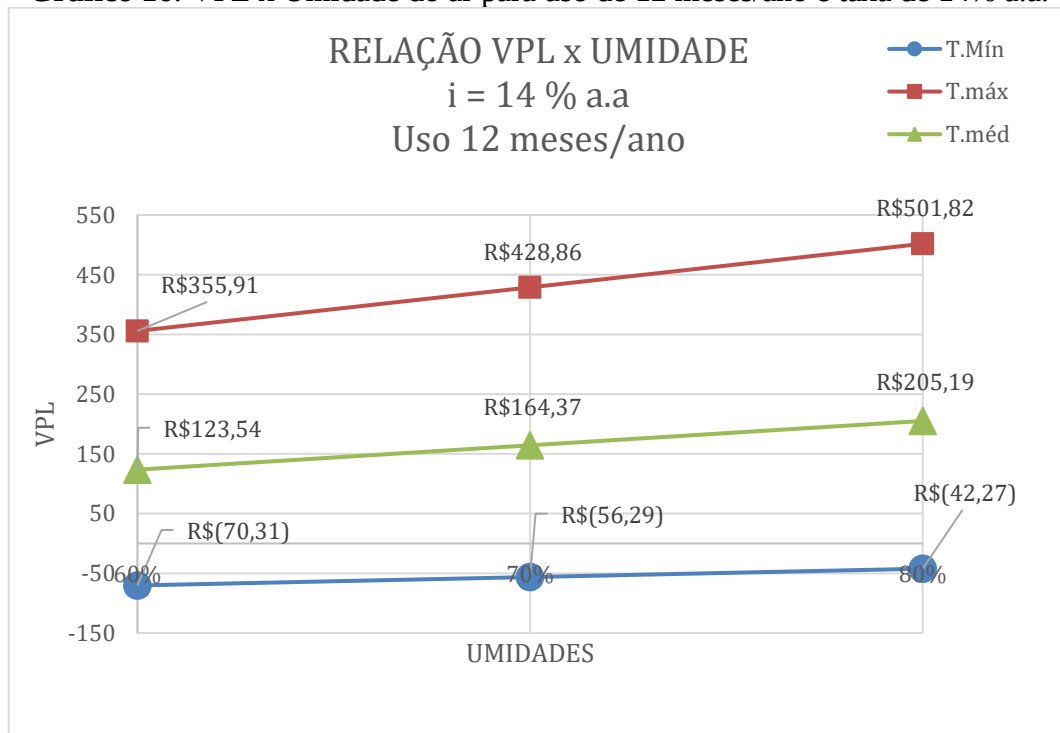
Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 15: VPL x Umidade do ar para uso de 9 meses/ano e taxa de 14% a.a.



Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 16: VPL x Umidade do ar para uso de 12 meses/ano e taxa de 14% a.a.

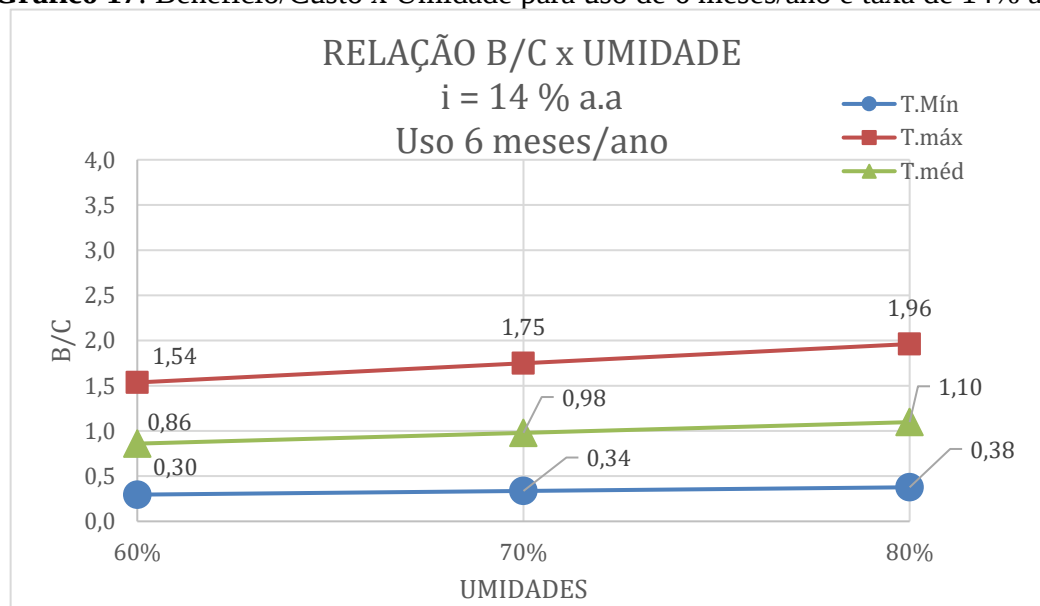


Fonte: Autoral, 2023

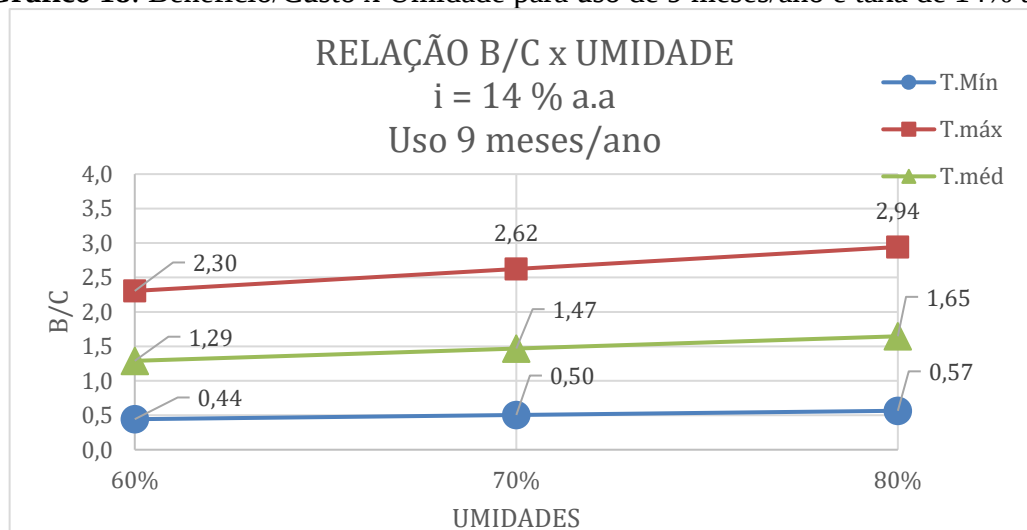
Tabela 27: Benefício/Custo, em R\$, para $i = 14\%$ a.a.

BENEFÍCIO/CUSTO									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
P/ Tarifa mínima	0,30	0,34	0,38	0,44	0,50	0,57	0,59	0,67	0,75
P/ Tarifa média	0,86	0,98	1,10	1,29	1,47	1,65	1,72	1,96	2,20
P/ Tarifa máxima	1,54	1,75	1,96	2,30	2,62	2,94	3,07	3,50	3,92

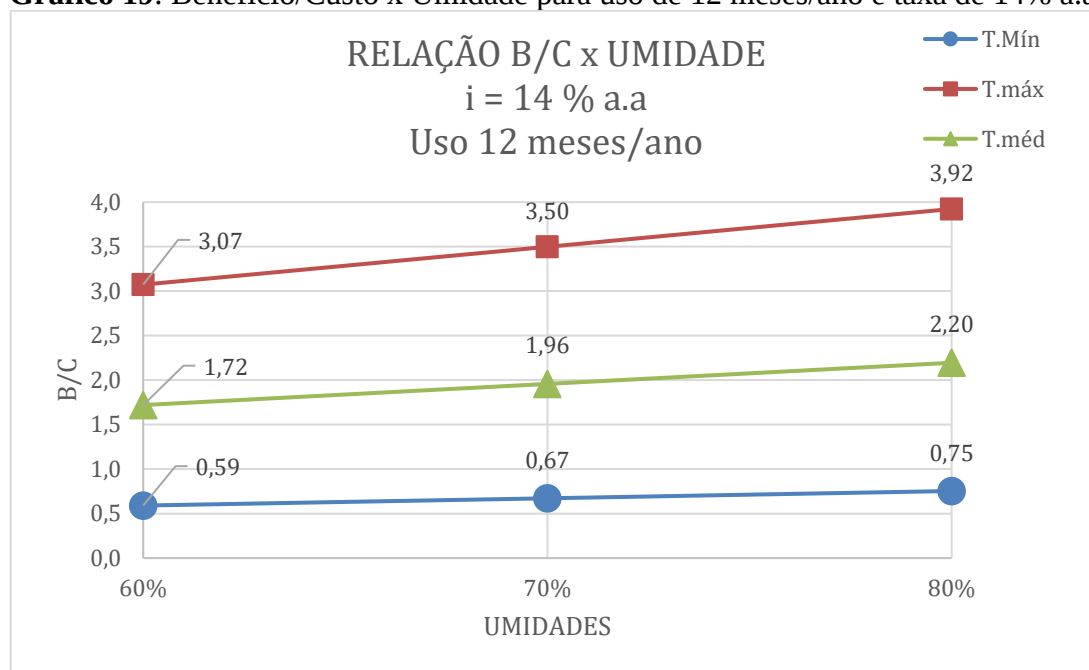
Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 17: Benefício/Custo x Umidade para uso de 6 meses/ano e taxa de 14% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 18: Benefício/Custo x Umidade para uso de 9 meses/ano e taxa de 14% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

Gráfico 19: Benefício/Custo x Umidade para uso de 12 meses/ano e taxa de 14% a.a.

Fonte: Autoral, 2023

Para a análise Benefício – Custo (VPL), no cenário de uso de 6 meses/ano o projeto demonstra-se completamente viável apenas para locais com tarifa máxima e em locais com umidade do ar na faixa de 80% para a tarifa média. Para o cenário de uso de 9 meses/ano a alternativa é viável apenas para a tarifa máxima e média, assim como para o uso em 12 meses/ano, como mostra a **Tabela 28**.

Tabela 28: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise VPL e i = 14% a.a.

CENÁRIOS DE VIABILIDADE OU NÃO VIABILIDADE P/ ANÁLISE VPL E i = 14% a.a.									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Tarifas	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
Tarifa mínima	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável
Tarifa média	não viável	não viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável
Tarifa máxima	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável

Fonte: Autoral, 2023

Para a análise Benefício/Custo os cenários de viabilidade foram os mesmos obtidos na análise Benefício – Custo, como mostra a **Tabela 29**.

Tabela 29: Cenários de viabilidade ou não viabilidade p/ análise Benefício/Custo e $i = 14\%$ a.a.

CENÁRIOS DE VIABILIDADE OU NÃO VIABILIDADE P/ ANÁLISE BENEFÍCIO/CUSTO E $i = 14\%$ a.a									
Período de uso/ano	6 MESES			9 MESES			12 MESES		
Umidades Tarifas	60%	70%	80%	60%	70%	80%	60%	70%	80%
Tarifa mínima	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável	não viável
Tarifa média	não viável	não viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável
Tarifa máxima	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável	viável

Fonte: Autoral, 2023

5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstra que o uso das águas de condensação provenientes de aparelhos condicionadores de ar pode ser uma alternativa economicamente viável, assim como encontrado no estudo de Nascimento e Vieira (2021). Há ainda que se considerar os benefícios indiretos, tais como gastos evitados com adução de água a partir de um manancial.

Diante do exposto, é necessário que a sociedade crie uma consciência ambiental e seja capaz de adotar alternativas de uso sustentável para o uso da água. São alternativas como a exposta nesse trabalho que demonstram o quão simples e de baixo custo pode ser tomar uma medida para diminuir o consumo de água potável, que é um bem tão necessário e, ao mesmo tempo, escasso. Logo, com o desenvolvimento de consciência ambiental e força de vontade para mudar o cenário atual, mesmo que à passos lentos e com muitos desafios pela frente, a vida na Terra pode ser mantida e assegurada para as futuras gerações.

6. CONCLUSÃO

O reaproveitamento da água oriunda dos aparelhos condicionadores de ar de uma residência, demonstrou-se como uma alternativa economicamente viável, frente a escassez de recursos hídricos em que a sociedade enfrenta atualmente, em determinadas regiões, e que está se agravando com o passar dos anos, assim como encontrado nos estudos de FORTES et. al (2015), DE OLIVEIRA et. al (2019) e VIANA (2023). Tal alternativa se configurou como de baixo custo, devido ao seu pequeno investimento inicial necessário, de R\$ 171,70. Além disso, esse custo pode ser considerado irrisório quando comparado com o bem que estará sendo realizado para a sociedade e o meio ambiente.

Quanto a metodologia, o método do estudo de caso, utilizado para encontrar os cenários de viabilidade, se mostrou como de fácil aplicação, não possuindo cálculos complexos e se caracterizando como de fácil entendimento.

Para os cenários analisados, percebeu-se que a viabilidade do projeto nem sempre ocorre, sendo esta dependente da umidade do ar do local em que está instalado o equipamento, assim como da tarifa de água vigente na região, do período em que o equipamento ficará em funcionamento no interstício de 1 ano e da taxa de juros vigente no mercado. Assim, percebeu-se maior viabilidade para os cenários com taxa de juros de 2%, umidades de 70% e 80%, tarifas máximas e médias e, utilização do equipamento de 12 meses/ano, tendo em vista que esses aspectos influenciam em uma maior vazão gerada pelos equipamentos e em uma maior economia. Vale salientar que para os valores das vazões dos equipamentos, encontrados a partir da equação de MARINHO et. al (2021), não foi levado em conta o valor do erro que corresponde a 17,2%, podendo haver alteração nos cenários de viabilidade encontrados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021 - relatório pleno. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO – AMAE (Goiás, Brasil). Resolução normativa nº32/2023. [S. l.], 28 fev. 2023. Disponível em: https://www.saneago.com.br/2016/arquivos/Resolucao-Normativa-32_2023.pdf. Acesso em: 6 ago. 2023.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE MINAS GERAIS - ARSAE (Minas Gerais, Brasil). Resolução ARSAE-MG Nº 173, de 24 de novembro de 2022. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.sanesul.ms.gov.br/evolucao-tarifaria>. Acesso em: 6 ago. 2023.

AGENDA 21. Disponível em: ecologiaintegral.org.br/Agenda21.PDF. Acesso em: 13 jul. 2023.

ÁGUAS E ESGOTOS DO PIAUÍ S.A. (AGESPISA) (Piauí, Brasil). **Tabela de Tarifas**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.agespisa.com.br/site/pages/public/tarifas.jsf>. Acesso em: 6 ago. 2023.

ÁGUAS DE ARIQUEMES (Rondônia, Brasil). **Tarifas**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.aegearo.com.br/legislacao-e-tarifas/aguas-de-ariquemes/>. Acesso em: 6 ago. 2023.

ÁGUAS DE MANUAS (Manaus, Brasil). **Legislação e Tarifas**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.aguasdemanaus.com.br/legislacao-e-tarifas/>. Acesso em: 6 ago. 2023.

ARAÚJO, Ana Carolina Silvério Pires de Abreu. **Contribuição para o estudo da viabilidade/sustentabilidade da dessalinização enquanto técnica de tratamento de água**. 2013. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (Brasil). Taxas de juros básicas – Histórico: Histórico das taxas de juros fixadas pelo Copom e evolução da taxa Selic. . [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>. Acesso em: 29 jul. 2023.

BASTOS, C. S. Arquitetura institucional de ensino superior. Ações sustentáveis projetais baseadas nas categorias do Leed Schools NC - v3. Tese. Vitória, ES. 2012.

BASTOS, C.; TÚLIO, S.; FRANCI, R. Gestão da água em edificações através do aproveitamento de condensação do sistema de ar-condicionado: um exemplo em Vitória, Brasil. **Euro Elecs**, v. 1, p. 1197-1202, 2015.

BLOG DUFRIO. **Confira os benefícios de ter um ambiente climatizado**. Vila Velha, 05 de jul. de 2017. Disponível em: <https://blog.dufrio.com.br/ar-condicionado/comercial/beneficios-de-ter-um-ambiente-climatizado/>. Acesso em: 06 de ago. de 2023.

BRASIL, Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF: 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm Acesso em: 24 de agosto de 2023.

BRASIL, Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm Acesso em: 24 de agosto de 2023.

BRK AMBIENTAL - SANEATINS (Tocantins, Brasil). **Tabela de Tarifas**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://brkambiental.com.br/uploads/42/tocantins-e-para/tabela-de-tarifas-to-2023.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2023.

BRK (Brasil). **O uso de fontes alternativas de água é estímulo para um consumo consciente**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/fontes-alternativas-de-agua/>. Acesso em: 5 jul. 2023.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão e estratégia empresarial. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN) (Santa Catarina, Brasil). **Tarifas**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/tarifas#0>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA E SANEAMENTO DO ESTADO DE ALAGOAS (CASAL) (Alagoas, Brasil). **Estrutura Tarifária**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.casal.al.gov.br/estrutura-tarifaria/>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA ESPÍRITO-SANTENSE DE SANEAMENTO (CESAN) (Espírito Santo, Brasil). **Tabelas e Tarifas**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.cesan.com.br/tabelas-de-tarifas/>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO AMAPÁ (CAESA) (Amapá, Brasil). **Tarifas de água.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://caesa.portal.ap.gov.br/conteudo/servicos/tarifas>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO DE JANEIRO (CEDAE) (Rio de Janeiro, Brasil). **Estrutura Tarifária.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://cedae.com.br/estruturatarifaria>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO ESTADO DO CEARÁ (CAGECE) (Ceará, Brasil). **Estrutura Tarifária.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.cagece.com.br/produtos-e-servicos/precos-e-prazos/estrutura-tarifaria/>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DA PARAÍBA (CAGEPA) (Paraíba, Brasil). **Estrutura Tarifária.** [S. l.], 2023. Disponível em: <http://agenciavirtual.cagepa.pb.gov.br/gsan/exibirConsultarEstruturaTarifariaPortalCagepaAction.do>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO RIO GRANDE DO NORTE (CAERN) (Rio Grande do Norte, Brasil). **Tarifas.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://caern.com.br>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DE RORAIMA (CAER) (Roraima, Brasil). **Estrutura Tarifária.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.caer.com.br/>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL (CAESB) (Distrito Federal, Brasil). **Tarifas e Preços.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.caesb.df.gov.br/tarifas-e-precos.html>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO MARANHÃO (CAEMA) (Maranhão, Brasil). **Estrutura Tarifária.** [S. l.], 2023. Disponível em: <http://gsan.caema.ma.gov.br:8080/gsan/exibirConsultarEstruturaTarifariaPortalCaemaAction.do>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP) (São Paulo, Brasil). **Tarifas.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=183>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ (COSANPA) (Pará, Brasil). **Tabelas Tarifárias.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.cosanpa.pa.gov.br/?docsdown=tarifas-2018>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ (SANEPAR) (Paraná, Brasil). **Nossas Tarifas**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://site.sanepar.com.br/clientes/nossas-tarifas>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE (DESO) (Sergipe, Brasil). **Estrutura Tarifária 2023**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.deso-se.com.br/menu/quadro-tarifario#:~:text=Estrutura%20Tarif%C3%A1ria%202023,em%2003%2F04%2F2023>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO (COMPESA) (Pernambuco, Brasil). **Estrutura Tarifária**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://lojavirtual.compesa.com.br:8443/gsan/exibirConsultarEstruturaTarifariaPortalAction.do>. Acesso em: 6 ago. 2023.

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO (CORSAN) (Rio Grande do Sul, Brasil). **Sistema Tarifário**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.corsan.com.br/sistematarifario>. Acesso em: 6 ago. 2023.

CUNHA, A. H.; OLIVEIRA, T. H.; FERREIRA, R.; MILHARDES, A. L.; SILVA, S. . O REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL: A IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NO PAÍS. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, [S. l.], v. 7, n. 13, 2011. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4207>. Acesso em: 13 jul. 2023.

DALSENTER, Marta Elisa Vettori et al. Estudo de potencial de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial em um condomínio residencial multifamiliar localizado em Florianópolis-SC. 2016.

DE OLIVEIRA, Ana Taís Fernandes et al. POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA CONDENSADA DAS CENTRAIS DE AR DE CAMPUS UNIVERSITÁRIO.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO S.A (EMBASA) (Bahia, Brasil). **Tarifas 2023**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.embasa.ba.gov.br/index.php/servico/central-de-servicos/tarifas/4074-tarifas-2023>. Acesso em: 6 ago. 2023.

EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL S.A. (SANESUL) (Mato Grosso do Sul, Brasil). **Evolução Tarifária**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.sanesul.ms.gov.br/evolucao-tarifaria>. Acesso em: 6 ago. 2023.

FORTES, P. D.; JARDIM, P. C. F.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. **Anais do XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. Resende: AEDB, 2015.

FORTES, PEDRO DATTRINO; JARDIM, PCF; FERNANDES, JULIANA GONÇALVES. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. **XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. XII SEGeT**. Porto Alegre/RS, 2015.

IBGE (Brasil). **De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões**. [S. l.]: IBGE/Umberlândia Cabral, 28 jun. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes>. Acesso em: 5 jul. 2023.

IGUÁ, ÁGUAS CUIABÁ (Cuiabá, Brasil). **Informações para você**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://igua.com.br/cuiaba/informacoes-para-voce>. Acesso em: 6 ago. 2023.

JERFFERSON, B.; LAINE, A.; PARSONS, S.; STEPHERSON, T.; JUDD, S. Technologies for domestic wastewater recycling. **Urban Water**. V. 1, n. 4, p. 285- 292, 2000.

LAZARE, Everton. Análise de viabilidade econômica de um novo equipamento: um estudo de caso para indústria moveleira. 2014.

MARINHO, D.S.; ATHAYDE JÚNIOR, G.B.; QUARESMA, I.N. **Estimativa da vazão de água condensada proveniente de aparelhos condicionadores de ar**. Research, Society and Development. V 10, Nº 13, e104101321100. 2021.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Método para a avaliação de viabilidade ambiental e econômica de sistemas de aproveitamento de água pluvial**. 2010. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NASCIMENTO, ISABELLA SANTOS; VIEIRA, ZACARIAS CAETANO. Avaliação Financeira do Reuso da Água de Condicionadores de Ar em Condomínio. In: **Congresso Técnico-Científico de Engenharia e Agronomia (CONTECC), SOEA CONNECT**. 2021.

NEVES, Antônia Leila Rocha et al. Aspectos socioambientais e qualidade da água de dessalinizadores nas comunidades rurais de Pentecoste-CE. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 124-135, 2017.

ORGANISATION MÉTÉREOLOGIQUE MUNDIALE (França). **Directives WHYCOS Systèmes d'information hydrologique au service d'une gestion intégrée des**

ressources en eau. [S. l.], 2005. Disponível em: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=20590. Acesso em: 5 jul. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (Brasil). **Agências da ONU lançam Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. [S. l.], 24 mar. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/123077-ag%C3%A7%C3%A3o-da-onu-lan%C3%A7a-relat%C3%B3rio-mundial-sobre-o-desenvolvimento-dos-recursos-h%C3%A1dricos>. Acesso em: 5 jul. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (Europa Ocidental). **Água**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://unric.org/pt/agua/>. Acesso em: 5 jul. 2023.

PENA, Rodolfo F. Alves. "**Distribuição da água no Brasil**"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>. Acesso em 05 de julho de 2023.

PENA, Rodolfo F. Alves. "**Distribuição da água no mundo**"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>. Acesso em 05 de julho de 2023.

QUEIROZ, Ruan Queiroz de. **Sistema de reuso de águas cinzas para fins não potáveis: viabilidade econômica e aceitação social**. 2022.

RODRIGUES, J. O. N. **Análise quali-quantitativa da água condensada oriunda de aparelhos de ar-condicionados: avaliação da viabilidade do reuso no órgão ambiental da Paraíba - SUDEMA**. Trabalho de conclusão de curso - Engenharia Ambiental - UFPB. João Pessoa, PB. 2018.

RODRIGUES, J. O. N.; CABRAL DA SILVA, T.; ATHAYDE JÚNIOR, G. B. ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA CONDENSADA GERADA POR APARELHOS DE AR-CONDICIONADO. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 160–174, 2019. DOI: 10.9771/gesta.v7i2.30779. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/30779>. Acesso em: 6 ago. 2023.

SELLA, M. B. **Reuso de águas cinzas: avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências**. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

SILVA, Márcio Lopes da; FONTES, Alessandro Albino. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra. **Revista Árvore**, v. 29, p. 931-936, 2005.

SOITO, João. Usos múltiplos da água. **Boletim de Conjuntura**, n. 5, p. 21-27, 2019.

TIÃO BOCALOM (Rio Branco/Acre). 14/07/2022. **Diário Oficial do Estado**, n. 13.327, p. 110-113, 15 jul. 2022.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo, SP: Navegar, 2003.

VIANA, Dainara Farias. Avaliação físico-química da água de condensação para fins de reaproveitamento: um estudo de caso na Universidade Federal do Maranhão. 2023.