

ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM UM HOTEL NA CIDADE DE JARAGUÁ-GO

ELABORATION OF A RAINWATER HARVESTING SYSTEM IN A HOTEL IN THE CITY OF JARAGUÁ-GO

Caio Cesar da Silva Barbosa¹, Rivan Antônio da Silva², Igor César Silva Braga³, Jéssica Nayara Dias⁴, Robson de Oliveira Félix⁵

¹ Graduação em Engenharia civil/FACEG – caiocsb20@gmail.com

² Graduação em Engenharia civil/FACEG – rivan-net@hotmail.com

³ Professor do curso de Engenharia Civil/FACEG – igorcezar14@hotmail.com

⁴ Professora do curso de Engenharia Civil/FACEG – jessicadias.engenharia@gmail.com

⁵ Professor do curso de Engenharia Civil/FACEG – robsonfelix.eng2014@hotmail.com

Resumo: Considerando que de todos os recursos naturais, a água tem um grande valor econômico e social, sendo fundamental tanto para o homem quanto para o meio ambiente, entretanto, a escassez de água em algumas regiões no mundo está relacionada com o seu uso desenfreado pela indústria, agricultura etc. Com base nestas informações, encontrar uma solução para economizar água é fundamental, tendo em vista que o aproveitamento da água pluvial é uma ferramenta de grande importância para resolver o desperdício de água potável, pois a água da chuva pode ser aplicada em alguns equipamentos hidráulicos, substituindo o uso da água potável, proporcionando economia e sustentabilidade. Este trabalho tem por objetivo elaborar um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, analisando custos e a viabilidade de sua implantação em um hotel localizado no município de Jaraguá-GO. Para isso, foi de grande importância a utilização do *software* Netuno 4, que através da inserção de dados como precipitação diária, área de captação, coeficiente de aproveitamento, permitiu a realização de simulações para a escolha do volume ideal para o reservatório inferior, que consiga atender o hotel da forma mais econômica possível. Após a escolha do reservatório, foi realizado os cálculos e, por fim, a realização dos projetos hidráulico e de captação de água da chuva. Com o projeto completo foi feita a análise da viabilidade econômica da implantação deste sistema no hotel, realizando uma comparação entre os gastos com água fria antes e depois da instalação do sistema, sendo possível observar que em um ano o potencial de economia é de R\$ 12.501,47. Também foi realizado uma outra análise mais detalhada através da utilização do Netuno 4, e utilizando o valor orçado de R\$ 76.320,32 (Setenta e seis mil e trezentos e vinte reais e trinta e dois centavos) sendo possível chegar a um tempo de retorno do investimento, estimado em 83 meses, com uma taxa interna de retorno de 2,14% ao mês, mostrando que a instalação do sistema de aproveitamento de água no hotel é um investimento viável pensando à longo prazo.

Palavras-chave: Volume dos reservatórios; água pluvial; viabilidade econômica; sustentabilidade.

Abstract: Whereas of all-natural resources, water has great economic and social value, being fundamental for both man and the environment, however, water scarcity in some regions in the world is related to its unrestrained use by industry, agriculture etc. Based on this information, finding a solution to save water is essential, considering that the use of rainwater is a tool of great importance to solve the waste of drinking water, as rainwater can be applied in some hydraulic equipment, replacing the use of drinking water, provided saving and sustainability. This work aims to develop a system for using rainwater for non-potable purposes, analyzing costs and the feasibility of implementing it in a hotel located in the municipality of Jaraguá-GO. For this, the use of the Netuno 4 software was of great importance, which through the insertion of data such as daily precipitation, catchment area, utilization coefficient, allowed simulations to be carried out to choose the ideal volume for the lower reservoir that can serve the hotel in the most economical way possible. After choosing the reservoir, calculations were carried out and finally the hydraulic and rainwater collection projects were carried out. With the complete project, an analysis was made of the economic feasibility of implementing this system in the hotel, making a comparison between the costs of cold water before and after the installation of the system, and it is possible to observe that in one year the potential savings are R\$ 12,501.47. Another more detailed analysis was also carried out using Neptune 4, and using the budgeted amount of R\$ 76,320.32 (Seventy-six thousand, three hundred and twenty reais and thirty-two cents) it was possible to reach a return time of the estimated investment of 83 months with an internal rate of return of 2.14% per month, showing that installing the water recovery system in the hotel is a viable investment considering the long term.

Keywords: Reservoir volume; rainwater; economic viability; sustainability.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o mundo vem enfrentando sérios problemas relacionados a escassez de água, fato que vem preocupando bastante a sociedade em geral. De todos os recursos naturais existentes, a água sem dúvidas está entre os mais utilizados, isso devido a sua ampla importância em todos os aspectos, sendo essencial nas indústrias, agricultura, alimentação e principalmente para o consumo humano [1].

Embora seja nosso bem mais precioso, conforme Baker; Aldridge e Omer [2], somente cerca de 0,5% de toda a água doce do mundo está à disposição para o consumo

humano, com isso, vivemos em um mundo que ainda sente sede. A escassez de água está relacionada principalmente ao uso desenfreado e às mudanças climáticas, que ocasionam as secas de rios e nascentes. Tal problema segundo a ANA [3], afeta cerca de 40% da população mundial, e caso persista, existe grandes chances de ocorrer conflitos futuros entre pessoas, comunidades e países.

O constante avanço tecnológico e as atuais mudanças de hábitos, também são fatores que resultam em um aumento no consumo de água por parte da população. A utilização de aparelhos como máquinas de lavar roupas, chuveiros, piscinas, além da necessidade de banhos

constantes e higiene pessoal, que praticamente não existiam no passado, acabam contribuindo para a evolução do problema [4].

Com aumento da população mundial e o crescente avanço da agricultura, faz com que o consumo de água potável para sustentar este sistema seja cada vez maior, e como resultado, os países subdesenvolvidos, principalmente as regiões mais pobres, acabam sofrendo com a falta de água para consumo e higienização própria. Mesmo o volume de água doce presente no planeta ser muito maior do que o consumo atual, sua distribuição acaba sendo realizada de forma muito desigual [5].

Segundo Costa [6], a água tem um grande valor econômico e social, que é fundamental para atender o homem e o meio ambiente, desta forma, se preocupar com este assunto é essencial para todos, tendo em vista que criar uma solução eficiente e econômica é capaz de reduzir os problemas que afetam a água como contaminação dos rios e o desperdício descontrolado de água.

Com a necessidade de novas opções para economizar água, uma alternativa bastante eficiente e que proporciona água sem nenhum custo durante quase todo o ano, é o aproveitamento da água da chuva, que pode ser uma ferramenta muito importante para resolver o desperdício. A utilização da água da chuva proporciona não só uma maior oferta de água para as edificações, mas também ajuda a reduzir o número de enchentes, funcionando como uma alternativa para o melhoramento dos sistemas de drenagem [7].

O aproveitamento de água pluvial é um sistema de bastante eficiência, além de proporcionar economia e sustentabilidade, em algumas regiões do mundo serve como única fonte de fornecimento de água doce para consumo próprio. No Brasil isso não é diferente, na região do nordeste, onde a seca é muito severa e a chuva é pouca, faz com que muitas famílias carentes utilizem de cisternas para coletar a água da chuva para consumo humano, animal e para a produção agrícola, a partir do “Programa Cisternas” o que é viável, desde que seja seguido os critérios do decreto nº 9606 de 10 de dezembro de 2018 [8].

No Brasil, existem estudos onde mostram a possibilidade de se realizar o aproveitamento da água da chuva de forma eficiente em hotéis, escolas e indústrias, proporcionando uma redução nas contas de água. A partir destas informações se pode entender que um hotel tem um grande potencial para receber um estudo de aproveitamento da água da chuva com o intuito de reduzir a utilização da água potável em máquinas de lavar roupas, lavagem de calçadas, vasos sanitários, tanques de lavar roupas e irrigação de plantas. Desta forma este estudo tem por objetivo elaborar um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, analisando os custos e a viabilidade de sua implantação em um hotel localizado no município de Jaraguá-GO.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da Edificação

A edificação em estudo é um hotel denominado Hotel Oasis, localizado na Av. Cristóvão Colombo de Freitas, Vila Dona Izabel, próximo ao trevo norte que liga a BR-153 (Belém-Brasília) e a GO-080, conforme as Figuras 1 e 2. O mesmo hotel está inserido no município de Jaraguá, região do Vale do São Patrício, Goiás, Brasil.



Figura 1 - Mapa da localização do Hotel Oasis.

O município de Jaraguá se estende por 1.849,552 km², com uma população estimada de 51.338 habitantes, segundo dados do IBGE (2020) e é vizinho dos municípios de Jesúpolis, São Francisco de Goiás, Pirenópolis, Goianésia, Santa Isabel, Rianópolis, Uruana, Itaguaru, Itaguaru, Taquaral de Goiás e Santa Rosa de Goiás. Jaraguá se situa nas coordenadas geográficas de latitude -15° 45'

25°S e longitude -49° 20' 02''W, a uma altitude de 610 metros e distância de 125 quilômetros da capital Goiânia.



Figura 1 - Fachada do Hotel Oasis.

Clima, Vegetação e Chuva

A cidade de Jaraguá apresenta uma vegetação tipicamente de cerrado e de floresta tropical, e o clima predominante na região é do tipo tropical continental úmido e sempre quente (Aw de Koppen) [9]. Tendo em vista, que seu clima é quente em boa parte do ano com uma temperatura que varia entre 19 a 33°C [10].

O município de Jaraguá apresenta variação sazonal extrema na sua precipitação mensal de chuva. O período chuvoso ao longo do ano tem uma duração aproximada de 9,3 meses, entre os períodos de 19 de agosto a 29 de maio, tendo em vista, que a precipitação mínima que ocorre durante os períodos de 31 dias contínuos é ao redor de 29 de maio, com uma acumulação total média de 13 milímetros. A precipitação máxima que ocorre durante os períodos de 31 dias é ao redor de 1 de janeiro, com uma acumulação total média de 251 milímetros. O período com falta de chuva do ano dura 2,7 meses, de 29 de maio a 19 de agosto, onde o mínimo de chuva ocorre por volta de 15 de julho, com acumulação total média de 3 milímetros, conforme Figura 3 [10].

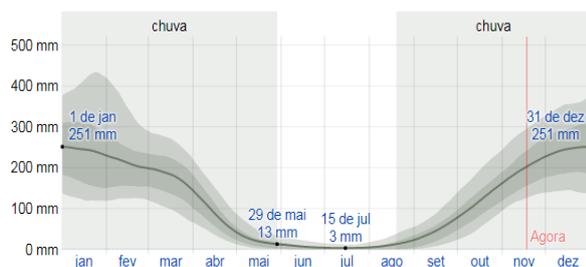


Figura 3 - Chuva mensal média na cidade de Jaraguá no ano de 2020 [10]

Arquitetura da Edificação

Para a realização do trabalho, utilizou-se o projeto arquitetônico elaborado no mês de março do ano de 2012, fornecido pela empresa responsável pelos projetos da edificação. O hotel em estudo, está inserido em um terreno de 2000 m² e possui dois pavimentos com uma área total construída de 1093,84 m². O quadro de áreas é apresentado pela Tabela 1.

Tabela 1 - Quadro de Áreas.

| Descrição | Área (m ²) |
|----------------------------|------------------------|
| Área do Terreno | 2000,00 |
| Área do Pavimento Térreo | 546,92 |
| Área do Pavimento Superior | 546,92 |
| Área Total Construída | 1.093,84 |
| Área Permeável | 906,16 |

Na edificação, além de trinta suítes, possui toda a estrutura para as pessoas que tem o hotel como moradia fixa, com refeitório, lavanderia, cozinha, depósito e vestiários. As características de cada pavimento estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características dos pavimentos do Hotel

| Pavimento | Área (m ²) | Quantidade | Características |
|-----------|------------------------|------------|-----------------|
| Térreo | 546,92 | 12 | Suítes |
| | | 1 | Refeitório |
| | | 1 | Recepção |
| | | 1 | Cozinha |
| | | 1 | Lavanderia |
| | | 1 | Depósito |
| | | 2 | Vestiários |
| | | 2 | Banheiros |
| Superior | 546,92 | 18 | Suítes |
| | | 1 | Escritório |
| | | 1 | Depósito |

Os equipamentos sanitários encontrados na edificação são bacias sanitárias, chuveiros, pias, lavatórios, tanques de lavar roupas. Todas as trinta suítes contam com um chuveiro, uma bacia sanitária e um lavatório.

Levantamento de Dados

Para o dimensionamento correto do reservatório de água pluvial é necessário conhecer e realizar o levantamento das áreas de cobertura, tendo em vista, que a cobertura é um elemento fundamental para a realização da

captação das águas pluviais. A cobertura do Hotel Oasis é formada por telhas em fibrocimento com uma área de 546,92 m² e inclinação de 10%, a calha que tem a finalidade de receber a água da chuva captada pela cobertura é em chapa de zinco dobrado. Estes dados de área de cobertura, inclinação e material da calha só foi possível determinar, a partir da planta de cobertura apresentada na Figura 4, fornecido pela empresa responsável pela execução do projeto da edificação.



PLANTA BAIXA - COBERTURA
Escala: Sem escala

Figura 4 - Planta de cobertura.

A escolha da área de cobertura para a captação da água da chuva, em vez da área de pátio, foi determinada porque sua superfície contém poucas impurezas e a água captada tem qualidade muito superior, excluindo a necessidade de realizar um tratamento mais específico, entretanto, o filtro de água pluvial será fundamental nos

primeiros milímetros de chuva eliminando folhas e grandes impurezas presente na cobertura.

Para dados de cálculos, a área de cobertura tem um valor fundamental para o dimensionamento do reservatório, pois esta área faz parte da área de contribuição, o qual é usado como dado de entrada do programa Netuno 4.

Dados Pluviométricos

O levantamento dos dados pluviométricos necessário para a elaboração deste trabalho foi obtido a partir do endereço eletrônico hidroweb, ao qual pertence à Agência Nacional das Águas (ANA), onde é disponibilizado todos os dados da Estação Pluviométrica do município de Jaraguá, sob o código 1549003. A Tabela 3 apresenta os dados da estação.

Tabela 3 - Dados da Estação Pluviométrica [11]

| Descrição | Dados |
|-----------------|---------------------------------|
| Código | 1549003 |
| Nome da Estação | Jaraguá |
| Bacia | 2- Tocantins |
| Sub-Bacia | Rio Tocantins, Maranhão, Palmas |
| Estado | Goiás |
| Município | Jaraguá |
| Responsável | ANA |
| Operadora | CPRM |
| Latitude | -15.7581 |
| Longitude | -49.3369 |
| Altitude (m) | 607 |

Determinação do Consumo de Água

Os dados de consumo de água mensal necessário para a realização deste estudo serão determinados com base em uma simulação no período de um ano, utilizando a demanda de água necessária para atender o hotel por um dia, os dias corrido de cada mês e as tarifas cobradas pela Companhia Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO) como CMF (Consumo Médio Fixo), Água e Esgoto (Coleta, Afastamento e Tratamento).

Procedimentos de Cálculos

O cálculo da demanda diária de água no hotel, inicialmente foi necessário a determinação da população de projeto conforme Ilha e Gonçalves [12], onde estima-se

uma população de uma pessoa para cada 15m² de área de hotel. A demanda diária *per capita* foi determinada conforme Creder [13], que indica um consumo de 120 l por hóspede em hotéis. Por fim, a demanda diária total da edificação foi calculada através da Equação 1.

$$D = P \cdot C \quad (1)$$

Onde:

D: Demanda diária (L)

P: População (pessoas)

C: Consumo diário per capita (L)

Determinação dos reservatórios de água fria

Os reservatórios de água fria foram dimensionados conforme a NBR 5626:2020 [14], onde através dos resultados obtidos na determinação da demanda diária da edificação foi possível calcular qual o volume total de água dos reservatórios, de forma a permitir que o hotel se mantenha abastecido por dois dias sem o fornecimento público. O volume total obtido foi dividido em reservatório inferior e reservatório superior.

Volume do Reservatório de Água Pluvial

Para o cálculo do volume do reservatório inferior, foi utilizado o programa Netuno 4, por apresentar resultados favoráveis e consistentes em bibliografias pesquisadas. Além disso, a realização dos cálculos utilizando o Netuno 4 é feita de maneira simples, sendo possível realizar simulações com diversos volumes até chegar ao ideal para atender o projeto [15].

Em um estudo realizado por Salla et al. [16], na Universidade Federal de Uberlândia, é possível observar que a utilização do *software* apresentou resultados mais econômicos quando comparado aos métodos apresentados na NBR 15527:2007.

Para a utilização do Netuno 4, foi necessário a inserção de dados de precipitação diárias, área de captação, coeficiente de aproveitamento, demanda diária de água potável *per capita*, número médio de hóspedes e porcentagem de água potável a ser substituída por água pluvial. A Figura 5 mostra a interface inicial do *software*, onde serão inseridos os dados de entrada.

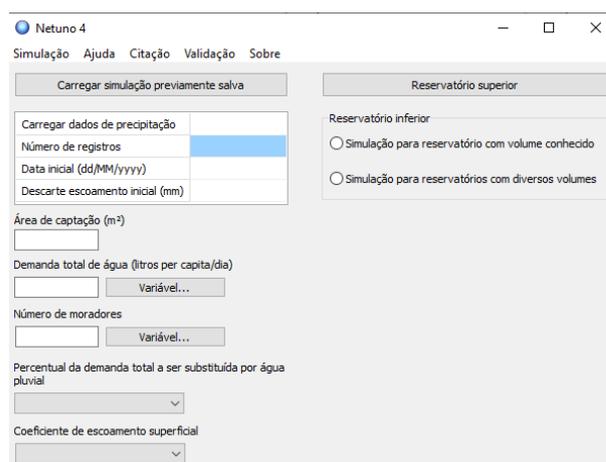


Figura 5 - Interface do programa Netuno 4.

Vazões nas calhas

Os cálculos de vazões nas calhas foram realizados de acordo com o estabelecido na NBR 10844:1989 [17], onde inicialmente foi determinado qual a intensidade máxima da chuva para a região em estudo e a área de contribuição, para posteriormente utilizar a Equação 2.

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (2)$$

Onde:

Q: Vazão de projeto (l/min);

I: Intensidade pluviométrica (mm/h);

A: Área de contribuição (m²).

Devido a NBR 10844:1989 [17], não apresentar os valores de intensidade pluviométrica para Jaraguá – GO, utilizou-se o estudo realizado por Oliveira et al. [18], onde estão dispostos coeficientes para a utilização da Equação 3.

$$I = \frac{K \cdot TR^a}{(t + b)^c} \quad (3)$$

Onde:

I: Intensidade pluviométrica (mm/h);

TR: Tempo de retorno (anos);

t: Tempo de duração da chuva (min);

K, a, b e c: Coeficientes locais (Tabela 4).

Tabela 4 - Coeficientes para Jaraguá-GO [18].

| Coeficientes | Valores |
|--------------|----------|
| K | 1106,879 |
| a | 0,1485 |
| b | 12 |
| c | 0,7599 |

Dimensionamento das Calhas

O dimensionamento das calhas também será realizado de acordo com o estabelecido na NBR 10844:1989 [17], onde será utilizado a fórmula de Manning-Strickler, demonstrada na Equação 4.

$$Q = K \cdot \frac{S}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (4)$$

Onde:

Q: Vazão de projeto (L/min);

S: Área da seção molhada (m²);

n: Coeficiente de rugosidade (0,011);

R_H: Raio hidráulico (m);

i: Declividade da calha (m/m);

K: 60.000.

Dimensionamento dos condutores verticais e horizontais

O dimensionamento dos condutores foi realizado segundo a NBR 10844:1989 [17], obedecendo o critério de diâmetro interno mínimo de 75 mm. Para o dimensionamento dos condutores verticais utilizou-se a Tabela 5, onde estão dispostos os diâmetros de tubulações com base na área de captação das calhas e na intensidade pluviométrica da região e estudo.

Tabela 5 - Áreas máximas drenadas por condutores verticais [19].

| Intens. Precip. (mm/h) | Diâmetro do condutor vertical (mm) | | | | | |
|------------------------|------------------------------------|-----|------|------|------|-------|
| | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 200 |
| 25 | 267 | 817 | 1709 | 3214 | 5016 | 10776 |
| 50 | 133 | 408 | 854 | 1607 | 2508 | 5388 |
| 75 | 89 | 272 | 569 | 1071 | 1671 | 3591 |
| 100 | 67 | 204 | 427 | 803 | 1264 | 2694 |
| 125 | 53 | 163 | 341 | 642 | 1003 | 2155 |
| 150 | 44 | 136 | 285 | 535 | 836 | 1794 |
| 175 | 38 | 117 | 244 | 459 | 716 | 1539 |
| 200 | 33 | 102 | 213 | 401 | 627 | 1347 |
| 225 | 29 | 91 | 190 | 357 | 557 | 1197 |
| 250 | 27 | 81 | 171 | 321 | 501 | 1077 |
| 275 | 24 | 74 | 155 | 292 | 456 | 979 |
| 300 | 22 | 67 | 142 | 267 | 418 | 897 |

Já os condutores horizontais foram dimensionados conforme a Tabela 6, onde estão apresentadas a capacidade máxima de vazão, com base no

material dos condutores e na declividade na qual será alocada.

Tabela 6 - Capacidade de condutores horizontais (l/min) [15].

| Diâmetro (mm) | n = 0,011 | | | |
|---------------|-----------|------|------|-------|
| | 0,5% | 1,0% | 2,0% | 4,0% |
| 50 | 32 | 45 | 64 | 90 |
| 75 | 95 | 133 | 188 | 267 |
| 100 | 204 | 287 | 405 | 575 |
| 125 | 370 | 521 | 735 | 1040 |
| 150 | 602 | 847 | 1190 | 1690 |
| 200 | 1300 | 1820 | 2570 | 3650 |
| 250 | 2350 | 3310 | 4660 | 6620 |
| 300 | 3820 | 5380 | 7590 | 10800 |

Análise da viabilidade econômica

A análise da viabilidade econômica foi realizada em duas etapas. Inicialmente, foi realizado uma estimativa dos valores economizados em cada mês e em um ano com base na quantidade de água pluvial aproveitável.

A segunda etapa consistiu em uma análise mais aprofundada realizada no programa Netuno 4, onde foi necessário a inserção de dados como os valores orçados na obra, dados do conjunto motobomba, inflação e taxa mínima de atratividade. Como resultado, o programa fornece o valor presente líquido, período de retorno do investimento e a taxa interna de retorno ao mês.

Materiais Utilizados

Quantitativo de Materiais

Ao realizar o quantitativo de insumos, é possível estabelecer de forma aproximada quais são os materiais, mão de obra e equipamentos necessários para a execução de qualquer serviço, sem que ocorra o desperdício ou a falta dele. O levantamento de quantitativo é a etapa mais importante na elaboração do orçamento, tendo em vista, que estes dados coletados servem como critério para a elaboração de um orçamento [20].

Orçamento de Materiais

Todo orçamento tem uma grande importância para a execução de qualquer serviço, pois além de indicar o quantitativo de insumos, o orçamento apresenta valores dos custos de materiais, mão de obra e equipamentos [20].

Neste trabalho em estudo foi apresentado um orçamento para a elaboração de um sistema de

aproveitamento de água pluvial de um hotel, onde será desenvolvido com base no projeto do sistema, tendo em vista que o orçamento será apresentado em formato de planilha, demonstrando todos os insumos utilizados, bem como seus custos, que serão pesquisados no Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e lojas virtuais.

Elaboração dos Projetos

Projeto hidráulico

Devido ausência do projeto hidráulico do hotel, será necessário a realização de um novo projeto de forma híbrida (água fria e água pluvial), permitindo a utilização dos dois sistemas conforme a disponibilidade de água nos reservatórios. O desenvolvimento do projeto gráfico será realizado a partir da utilização do *software* QiBuilder, onde seu dimensionamento se baseia no proposto pela NBR 5626:2020 para a realização dos cálculos [14].

Armazenamento e captação de água pluvial

O projeto de captação e armazenamento de água pluvial do Hotel tem como objetivo melhor apresentar o funcionamento do sistema, desde sua captação pelas calhas, seu percurso pelos condutos horizontais e verticais, sua filtragem pelo filtro e seu armazenamento nos reservatórios inferiores. Este projeto será desenvolvido utilizando os métodos de cálculos da NBR 10844:1989 para dimensionamento das calhas e condutos, o *software* Netuno para a determinação dos reservatórios, e o *software* QiBuilder para o desenvolvimento do projeto gráfico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levantamento de Dados

Consumo de Água

O Hotel Oasis não é abastecido com água fornecida pela concessionária SANEAGO, apenas usufrui de poço artesiano para atender o hotel. Segundo relato do proprietário, ele não consegue informar um volume exato mensal de água consumida pelo hotel, pois não tem um equipamento específico que possa fazer esta medição.

Como forma de desafio para resolver este empecilho, foi criada uma simulação em uma planilha no período de um ano, onde foram aplicados dados como demanda diária de 8,76m³ de água para atender o hotel por um dia de consumo, conforme dimensionamento de consumo diário, os dias de consumo de cada mês e as tarifas cobradas pela SANEAGO, tais elas como CMF (Consumo Médio Fixo), Água e Esgoto (Coleta, Afastamento e Tratamento), estas tarifas estão decretadas pela Resolução Normativa N° 0152/2019 - CR no site da SANEAGO, onde o hotel está classificado na categoria Comercial I (Médio e Grande Porte) com faixa de consumo diário acima de 10 m³/mês.

A partir desta simulação, foi possível determinar o volume total de água em cada mês durante um ano, bem como seus custos mensal e anual conforme Tabela 7, caso o hotel houvesse fornecimento da rede pública.

Tabela 7 - Simulação de consumo mensal e anual do Hotel Oasis

| Mês | Período | Dias de con. | Dem. diário (m ³) | CMF (R\$/mê) | Água e Esgoto (R\$/m ³) | Custo total mensal (R\$/mês) |
|--------------|---------------|--------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Jan | 01/01 à 31/01 | 31 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.898,16 |
| | 01/02 à 28/02 | 28 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.328,67 |
| Mar | 01/03 à 31/03 | 31 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.898,16 |
| | 01/04 à 30/04 | 30 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.708,33 |
| Mai | 01/05 à 31/05 | 31 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.898,16 |
| | 01/06 à 30/06 | 30 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.708,33 |
| Jul | 01/07 à 31/07 | 31 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.898,16 |
| | 01/08 à 31/08 | 31 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.898,16 |
| Set | 01/09 à 30/09 | 30 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.708,33 |
| | 01/10 à 31/10 | 31 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.898,16 |
| Nov | 01/11 à 30/11 | 30 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.708,33 |
| | 01/12 à 31/12 | 31 | 8,76 | 13,45 | 21,67 | 5.898,16 |
| TOTAL | | | | | | 69.449,06 |

Dados de Precipitação

Para a determinação da precipitação média mensal do município de Jaraguá – GO verificou-se a necessidade de utilizar uma série histórica contínua de dados pluviométricos dos últimos 21 anos. Na Figura 6 está representado os valores anuais de precipitação da estação meteorológica de Jaraguá, referentes aos anos de 2000 a 2020, resultando em uma média anual de 1585,99 mm/ano.

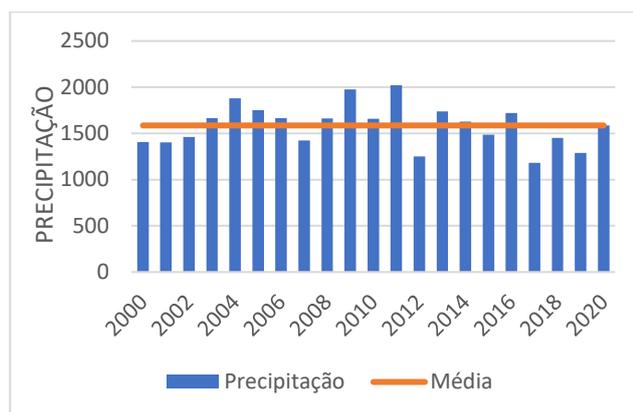


Figura 6 - Dados de precipitações mensais médias [11]

Com isso foi possível observar que os anos de 2012, 2017 e 2019 apresentaram valores consideravelmente abaixo da média, enquanto os anos de 2009 e 2011 ficaram acima da média, valores que são levados em consideração durante a análise do volume ideal para o reservatório de água pluvial.

Já na Figura 7, estão representados os valores de precipitações mensais médias durante os 21 anos citados anteriormente.

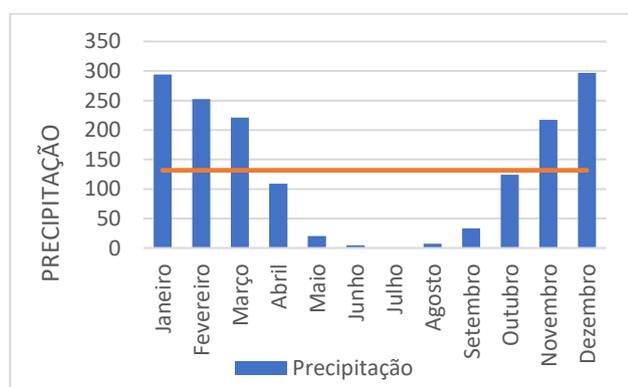


Figura 7 - Dados de precipitação média mensal [11].

Pode-se visualizar que os meses de junho, julho e agosto apresentam valores muito abaixo da média mensal,

enquanto os meses de janeiro e dezembro representam os picos de precipitação na região em estudo durante o período.

Os dados pluviométricos são de grande importância para este tipo de estudo, pois fornece detalhes importantes sobre a precipitação da região. Para que os resultados sejam precisos, são necessárias as informações em base diária. Para a inserção no programa Netuno 4, os dias nos quais não houve dados apresentados pela estação pluviométrica foram considerados como 0 mm para fins de cálculo.

Procedimentos de Cálculo

Dimensionamento da calha

Para o projeto do hotel, viu-se a necessidade da implantação de três calhas, demonstradas no esquema da Figura 8, onde as demarcações A, B e C representam as áreas de contribuição para cada uma.

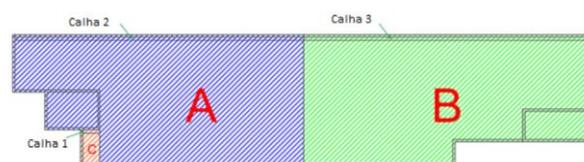


Figura 8 - Esquema de divisão de áreas para dimensionamento das calhas.

Como todas as calhas terão as mesmas dimensões, utilizou-se para a realização dos cálculos a maior área de contribuição dentre as demonstradas na Tabela 8.

Tabela 8 - Áreas de captação do sistema.

| Descrição | Área A(m ²) | Área B(m ²) | Área C(m ²) |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Área de telhado | 249,78 | 255,98 | 5,53 |
| Área da laje impermeabilizada | 17,22 | 18,42 | - |
| Área de parede | 6,30 | 6,94 | 1,28 |
| Total | 273,30 | 281,34 | 6,80 |

Com isso, a área utilizada no dimensionamento foi de 281,34 m². A intensidade pluviométrica para a região de Jaraguá-GO é de 163,26 mm/h, calculada através da Equação 2 com um tempo de retorno de 5 anos, para uma chuva de 5 minutos de duração. Com este valor foi possível chegar a uma vazão de projeto de 765,51 L/min, calculada conforme a Equação 1.

O dimensionamento das calhas foi realizado conforme a NBR 10844:1989, com a utilização da Equação 3, resultando em calhas de 20x15 cm com inclinação de 0,5%.

Dimensionamento dos condutores verticais e horizontais

Para o projeto viu-se a necessidade da utilização de 3 condutores verticais para o escoamento da água captada pelas calhas. Os dimensionamentos destes tubos foram realizados conforme a Tabela 5, onde como dado de entrada foram utilizados a área de captação das calhas.

Para o condutor destinado a transportar a água da calha 1 foi utilizada a área de captação de 6,8 m², ficando definido o diâmetro de 75 mm. Para os condutores que transportam a água das calhas 2 e 3 as áreas de captação utilizadas foram de 273,30m² e 281,34m², respectivamente, definindo assim tubos com diâmetro de 150 mm.

Já o dimensionamento dos condutores horizontais foi realizado em conformidade com a Tabela 6, onde inicialmente foram realizados os cálculos das vazões recebidas por cada condutor e assim ficou definido o diâmetro de 150 mm em toda sua extensão, com declividade de 1%.

Demanda diária de água na edificação

Para o cálculo da demanda diária de água, inicialmente foi necessário estimar a população que ocupará o hotel diariamente. Com isso, sabendo que a edificação possui uma área construída de 1093,84 m², ficou definido uma população de 73 pessoas.

Já o consumo *per capita* adotado foi de 120 L/dia (s/cozinha e s/lavanderia). Este consumo está o mais próximo possível da realidade descrita pelo proprietário do hotel, o qual está situado às margens da BR-153, e é bastante utilizado por caminhoneiros que ficam pouco tempo e consomem pouca água. Apesar de o hotel possuir cozinha e lavanderia, a única refeição disponível é o café da manhã e ele não é produzido no local. Já a lavanderia é utilizada apenas para lavagem de roupas de cama, portanto o consumo no ambiente é baixo.

Com isso, em conformidade com Equação 1 a demanda diária de água no hotel em estudo é de 8,76 m³.

Demanda de água pluvial

Para o dimensionamento do reservatório inferior de água pluvial, determinou-se anteriormente a demanda de água da chuva necessária para atender os equipamentos hidráulicos do hotel, tais eles como vasos sanitários, máquinas de lavar roupas e tanques de lavar roupas, os quais podem receber água não potáveis para seu funcionamento.

Segundo uma pesquisa realizada na USP [21], os equipamentos têm o seu consumo diário distribuídos como apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Percentual de consumo diário em equipamentos. [21]

| Equipamento | Percentual de consumo diário (%) |
|-------------------------|---|
| Vaso sanitário | 29 |
| Máquina de lavar roupas | 6 |
| Tanque de lavar roupas | 5 |
| Total | 40 |

Tal porcentagem de 40% foi aplicada sobre o consumo diário de água potável do hotel, determinando assim o volume de água pluvial necessário para atender os equipamentos já mencionados por um período de um dia. Esta porcentagem é de grande importância para o dimensionamento do reservatório inferior no Netuno.

Com base nesta breve descrição, o volume de água pluvial dimensionado para atender o hotel por um dia será de 3,5 m³.

Dimensionamento dos reservatórios de água fria

Os reservatórios de água fria foram dimensionados conforme a NBR 5626:2020 [14], onde é recomendado a distribuição do volume total armazenado em dois reservatórios, sendo 60% deste volume para o reservatório inferior e 40% para o reservatório superior.

Sabendo que a demanda diária do hotel calculada é de 8,76 m³, foi necessário um volume mínimo de armazenamento de 17,52 m³, já que o hotel precisa se manter abastecido por dois dias completos sem a necessidade do abastecimento proveniente da rede pública.

Com isso é possível concluir que o reservatório superior deverá ter uma capacidade de armazenamento de no mínimo 7 m³, enquanto o reservatório inferior uma capacidade de 10,52 m³.

Através da análise das opções de mercado, ficou definido para o projeto a utilização de um reservatório com capacidade de armazenamento de 7,5 m³ para o superior, e um reservatório com capacidade de armazenamento de 15 m³ para o inferior.

Dimensionamento do reservatório de água pluvial

Para o dimensionamento do reservatório inferior, foi necessário inicialmente a definição de alguns dados importantes, como o coeficiente de escoamento superficial e o descarte do escoamento inicial.

O coeficiente de escoamento superficial é um dado que depende exclusivamente da superfície na qual a água pluvial irá escoar. O hotel em estudo possui telhas de fibrocimento e com isso, o coeficiente adequado para este material é de 0,8.

O descarte do escoamento inicial adotado foi definido com base na NBR 15527:2007, onde se recomenda um descarte mínimo de 2 mm para casos em que há a ausência dos dados necessários para a realização dos cálculos.

Os dados de entrada completos para a realização das simulações no programa Netuno 4 podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10 - Dados de entrada para o Netuno 4

| Dados de entrada | Valor |
|---|-------------|
| Área de captação (m ²) | 561,43 |
| Demanda total de água (litros <i>per capita</i> /dia) | 120 |
| Número de moradores (pessoas) | 73 |
| Demanda substituída por água pluvial (%) | 40 |
| Reservatório superior (litros) | 6000 |
| Período de precipitação (ano) | 2000 a 2020 |
| Volume máximo (litros) | 50000 |
| Intervalo entre volumes (litros) | 1000 |

Apesar de ser visto como importante a utilização de um reservatório superior para suprir a demanda de água não potável por dois dias contínuos, foi necessário adotar

um volume de mercado de apenas 6000 litros devido ausência de espaço físico para sua alocação.

Com isso, foram realizadas as simulações para o reservatório inferior com volumes a cada 1000 litros no intervalo entre 1.000 e 50.000 litros, com o objetivo de se obter o volume que consiga atender a demanda de água do hotel levando em consideração o potencial de economia de água potável.

Analisando o gráfico apresentado na Figura 9, é possível perceber que a partir de um determinado volume a curva tende a se tornar estável, indicando que a água captada não é suficiente para gerar uma grande diferença de potencial de economia de água potável.

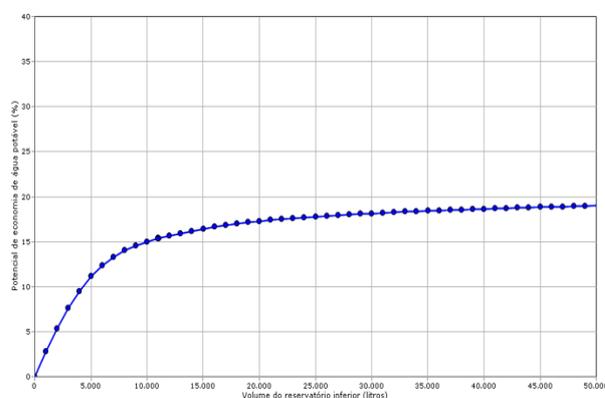


Figura 102 - Potencial de economia de água potável através da substituição por água pluvial.

Através da análise dos resultados, ficou definido um volume para o reservatório inferior de 30 m³, onde serão adotados 3 reservatórios comerciais com capacidade de 10 m³. Com este volume o potencial médio de utilização de água pluvial foi de 18,04%, já que nos meses de seca o volume de água possível para ser utilizado é bem abaixo da média.

Com a somatória do reservatório inferior e superior tem-se um volume de água da chuva máximo armazenado de 36 m³, suficiente para atender o sistema do hotel por um período de 10 dias contínuos.

Análise da captação e consumo de água pluvial

Na Tabela 11, pode-se observar os resultados mensais referentes ao volume total que passa pela cobertura, bem como os dados do volume consumido pelo hotel.

Tabela 11 - Volume mensal captado e consumido

| Mês | Índice pluviométrico (mm) | Volume Total (m ³ /mês) | Volume Consumido (m ³ /mês) |
|-----------|---------------------------|------------------------------------|--|
| Janeiro | 294,30 | 165,2 | 91,70 |
| Fevereiro | 252,44 | 141,7 | 84,07 |
| Março | 221,18 | 124,2 | 90,20 |
| Abril | 109,03 | 61,2 | 53,03 |
| Mai | 20,13 | 11,3 | 10,17 |
| Junho | 4,39 | 2,5 | 2,43 |
| Julho | 0,56 | 0,3 | 0,25 |
| Agosto | 7,46 | 4,2 | 2,50 |
| Setembro | 33,46 | 18,8 | 15,25 |
| Outubro | 123,95 | 69,6 | 48,36 |
| Novembro | 217,50 | 122,1 | 82,69 |
| Dezembro | 296,57 | 166,5 | 96,25 |

O programa Netuno 4 não fornece um relatório do volume total, por este motivo foi necessário realizar o seu cálculo, multiplicando a área de captação pela precipitação média mensal. Já o volume consumido é multiplicado pela quantidade de dias do mês em questão.

Observando os dados da Tabela 11, nota-se que nem todo volume que passa pela cobertura é consumido pelo hotel, e isso ocorre devido a dois fatores. O primeiro fator é referente as perdas no processo de captação, devido a absorção e evaporação durante o contato da água da chuva com a superfície, e no processo de filtragem durante a retirada das impurezas. O segundo é pelo fato de a chuva na região ser irregular, fazendo com que em dias mais chuvosos o volume captado exceda a capacidade de armazenamento do sistema, e com isso, parte da água é extravasada. Com isso, é possível ter uma ideia de como ocorre as perdas de água da chuva da cobertura até o extravasador do reservatório.

Já na Tabela 12, apresenta-se um resumo dos resultados calculados pelo *software* Netuno 4, onde é possível observar a demanda diária necessária para atender os pontos hidráulicos de consumo (tais como vaso sanitário, máquina de lavar roupas e tanque de lavar roupas), o percentual diário médio alcançado, o volume médio consumido de água pluvial no qual o sistema consegue atender em cada dia do mês, bem como o complemento de água potável necessário para suprir a demanda de água não potável quando o sistema não consegue atender completamente.

Tabela 12 - Consumo de água pluvial pelos pontos hidráulicos.

| Mês | Demand a de água pluvial (L/dia) | Potencial alcançado (%/dia) * | Volume consumido de água pluvial (L/dia) | Complemento de água potável (L/dia) |
|--------------|----------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------------|
| Janeiro | 3.504,00 | 84,42 | 2.958,04 | 545,96 |
| Fevereiro | 3.504,00 | 85,69 | 3.002,42 | 501,58 |
| Março | 3.504,00 | 83,04 | 2.909,67 | 594,33 |
| Abril | 3.504,00 | 50,45 | 1.767,65 | 1.736,35 |
| Mai | 3.504,00 | 9,36 | 327,92 | 3.176,08 |
| Junho | 3.504,00 | 2,32 | 81,13 | 3.422,87 |
| Julho | 3.504,00 | 0,23 | 8,14 | 3.495,86 |
| Agosto | 3.504,00 | 2,31 | 80,79 | 3.423,21 |
| Setembro | 3.504,00 | 14,51 | 508,33 | 2.995,67 |
| Outubro | 3.504,00 | 44,52 | 1.560,04 | 1.943,96 |
| Novembro | 3.504,00 | 78,66 | 2.756,28 | 747,72 |
| Dezembro | 3.504,00 | 88,61 | 3.104,84 | 399,16 |
| Média | 3.504,00 | 45,34 | 1.588,77 | 1.915,23 |

* O potencial alcançado é o volume médio consumido em relação a demanda diária de água não potável, em %.

Com isso, é possível observar que em nenhum mês do ano o volume armazenado pelo reservatório é capaz de atender completamente a demanda diária de água não potável, sendo em dezembro a maior média com 3.104,84 L/dia, atingindo um potencial de utilização de água pluvial de 88,61% da demanda. Já no mês de julho ocorre o menor consumo de água da chuva, em média 8,14 L/dia, sendo necessário utilizar um volume de água potável de 3.495,86 litros/dia para suprir a demanda de água não potável.

Os dados apresentados na Tabela 12 mostram que a capacidade de coleta do sistema não é suficiente para atender completamente a edificação, e isso ocorre devido à área de coleta ser muito pequena enquanto o número de hóspedes é alto. Por este motivo não é possível criar uma reserva de água na edificação para atender os meses com pouca precipitação, já que o volume do reservatório inferior deveria ser muito elevado, tornando o sistema economicamente inviável.

Orçamento dos materiais

O orçamento tem um papel fundamental na construção do sistema de aproveitamento de água pluvial do Hotel, pois a partir dele pode-se observar e analisar o quantitativo aproximado de cada insumo, bem como seus custos, e o mais importante, que é o valor total para a execução do sistema.

Para a elaboração da planilha orçamentária, foram consultados os custos relativos aos reservatórios, conjunto motobomba, tubulações, acessórios, mão de obra, dentre outros valores necessários para a elaboração do sistema de aproveitamento de água pluvial. O custo total da implantação deste sistema ficou orçado em R\$ 76.320,32 (Setenta e seis mil e trezentos e vinte reais e trinta e dois centavos).

Análise da viabilidade econômica

Através dos dados de tarifa mensal calculados, foi possível realizar uma simulação da economia possível em cada mês do ano, com base no volume de água pluvial e potável consumido. A Tabela 13 mostra os valores de cada mês, sendo possível observar que no período de um ano é estimado uma economia de R\$ 12.501,47 da tarifa paga para a SANEAGO.

Tabela 13 - Tabela de consumo, custos e economia. - Netuno 4

| Mês | Dias de consumo | Cons. mensal sem o sistema (m ³) | Consumo mensal com o sistema | | Custo sem o sistema (R\$/mês) | Custo com o sistema (R\$/mês) | Economia (R\$/mês) |
|--------------------------------------|-----------------|--|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| | | | Cons. potável (m ³) | Cons. não potável (m ³) | | | |
| Janeiro | 31 | 271,56 | 179,86 | 91,70 | 5.898,16 | 3.911,03 | 1.987,12 |
| Fevereiro | 28 | 245,28 | 161,21 | 84,07 | 5.328,67 | 3.506,92 | 1.821,75 |
| Março | 31 | 271,56 | 181,36 | 90,20 | 5.898,16 | 3.943,53 | 1.954,63 |
| Abril | 30 | 262,8 | 209,77 | 53,03 | 5.708,33 | 4.559,18 | 1.149,15 |
| Mai | 31 | 271,56 | 261,39 | 10,17 | 5.898,16 | 5.677,87 | 220,29 |
| Junho | 30 | 262,8 | 260,37 | 2,43 | 5.708,33 | 5.655,58 | 52,74 |
| Julho | 31 | 271,56 | 271,31 | 0,25 | 5.898,16 | 5.892,69 | 5,47 |
| Agosto | 31 | 271,56 | 269,06 | 2,50 | 5.898,16 | 5.843,88 | 54,27 |
| Setembro | 30 | 262,8 | 247,55 | 15,25 | 5.708,33 | 5.377,86 | 330,47 |
| Outubro | 31 | 271,56 | 223,20 | 48,36 | 5.898,16 | 4.850,17 | 1.047,99 |
| Novembro | 30 | 262,8 | 180,11 | 82,69 | 5.708,33 | 3.916,47 | 1.791,86 |
| Dezembro | 31 | 271,56 | 175,31 | 96,25 | 5.898,16 | 3.812,42 | 2.085,74 |
| Custo total anual (R\$/anual) | | | | | 69.449,06 | 56.947,59 | 12.501,47 |

Com os resultados obtidos foi possível perceber que em meses de seca, onde a água pluvial consegue atender apenas uma pequena parte da demanda, os valores economizados são muito abaixo da média anual, contudo nos meses em que há um elevado volume de chuva há uma redução considerável na tarifa de água provinda da SANEAGO.

Uma análise econômica mais aprofundada foi realizada com a utilização do programa Netuno 4, onde foi necessário a inserção de alguns dados da estimativa de investimento inicial, como os valores gastos com os reservatórios, tubulações, acessórios, conjunto motobomba e mão de obra.

O gasto com a energia elétrica consumida pelo conjunto motobomba foi definido através dos valores das tarifas da ENEL. O hotel se encaixa na categoria “demais classes”, onde a tarifa cobrada é de 0,5474 R\$/kWh.

Alguns outros dados de entrada necessários para a realização dos cálculos podem ser vistos na Tabela 14.

Tabela 14 - Dados de entrada para análise econômica.

| Dados de entrada | Valor |
|--|-------|
| Inflação (% ao mês) | 0,93 |
| Reajuste das tarifas de água e energia (meses) | 12 |
| Período de Análise (anos) | 20 |
| Taxa Mínima de Atratividade (% ao mês) | 1 |

A inflação de 0,93% ao mês utilizada neste trabalho, foi obtida com base no valor do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) do mês de março de 2021, último disponível na página do IBGE na data da pesquisa.

Após as entradas de dados observadas anteriormente foi possível obter alguns dados importantes que demonstram a viabilidade econômica da instalação do sistema de aproveitamento de água pluvial no hotel em

estudo. Os resultados gerados podem ser observados na Tabela 15.

Tabela 15 - Resultados da análise no Netuno 4

| Descrição | Resultados |
|--|------------|
| Valor Presente Líquido (R\$) | 136.563,33 |
| Tempo de retorno do investimento (meses) | 83 |
| Taxa Interna de retorno (% ao mês) | 2,14 |

Com os resultados obtidos foi possível perceber que a instalação do sistema é um investimento viável a longo prazo, com potencial de economia de R\$ 136.563,33 em 20 anos. O tempo necessário para que o investimento se pague é de 83 meses com uma taxa interna de retorno de 2,14% ao mês.

CONCLUSÃO

Nesta pesquisa, o projeto do sistema de aproveitamento de água pluvial na edificação do Hotel Oasis, localizado na cidade de Jaraguá – GO é apresentado de forma detalhada em dois projetos. Um é o projeto de captação mostrando o percurso da água da chuva desde sua captação nas calhas, seu percurso nos condutos verticais e horizontais, sua filtragem pelo filtro até seu armazenamento nos reservatórios inferiores. O outro projeto é composto pelo hidráulico que mostra o percurso da água pluvial do reservatório inferior para o reservatório superior por meio do bombeamento pela bomba d'água, após esta etapa concluída a água da chuva será direcionada para os pontos de consumo, tais eles como vasos sanitários, máquinas de lavar roupas e tanques de lavar roupas. Os pontos hidráulicos aqui mencionados receberão tanto água da chuva quanto água potável.

São muitas as vantagens no uso da água da chuva, inclusive com a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, podem-se resolver problemas de desperdício de água potável, já que a água da chuva pode ser aplicada de forma eficiente em alguns equipamentos hidráulicos de residências, comércios e indústrias, proporcionando economia para o proprietário e sustentabilidade para o meio ambiente.

Este sistema foi orçado em um valor aproximado de em R\$ 76.320,32 (Setenta e seis mil e trezentos e vinte

reais e trinta e dois centavos), tendo em vista, que os preços dos insumos apresentados no orçamento foram coletados a partir da tabela da SINAPI e pesquisas feitas em lojas virtuais.

Após a realização da planilha orçamentária como mencionado, foi realizado uma análise da viabilidade econômica da implantação deste sistema no hotel em duas etapas. Inicialmente foi realizado uma comparação entre os gastos com água fria antes e depois da instalação do sistema, sendo possível observar que em um ano o potencial de economia é de R\$ 12.501,47. A segunda etapa consistiu em uma análise mais detalhada realizada através da utilização do Netuno 4, com isso foi possível chegar a um tempo de retorno do investimento estimado de 83 meses com uma taxa interna de retorno de 2,14% ao mês. Assim sendo, foi possível concluir que a instalação do sistema de aproveitamento de água no hotel é investimento viável pensando no longo prazo, com um potencial econômico alto após o período de retorno do investimento inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MARINOSKI, A.K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino**: Estudo de caso em Florianópolis - SC. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- BAKER, B.H.; ALDRIDGE, C.A.; OMER, A. 2016. **Water**: Availability and use. Mississippi State University Extension. 2016. n. 3011.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe anual. Brasília, DF: ANA, 2019. 110 p. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.bb39ac07.pdf>. Acesso em: 26 set. 2020.
- CAMPOS, M.A.S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. 2004.

- Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- 5 RAZZOLINI, M.T.P.; GÜNTHER, W.M.R. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 21-32, 2008.
 - 6 COSTA, W.O.; OHNUMA JUNIOR, A.A.; SOUZA, J.G.P. Percepção do uso da água em instituição de ensino: estudo de caso no Colégio Estadual de Santo Antônio, no Distrito de Xerém, Duque de Caxias (RJ). **Revista brasileira de educação ambiental**, v. 11, n. 2, p. 139-150, 2016.
 - 7 REZENDE, J.H.; TECEDOR, N. Aproveitamento de água de chuva de cobertura em edificações: dimensionamento do reservatório pelos métodos descritos na NBR 15527. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 12, n. 6, p. 1041-1053, 2017.
 - 8 BRASIL. Decreto nº 9.606, de 10 de dezembro de 2018. Regulamenta o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água Programa Cisternas. Brasil, 2018.
 - 9 SILVA, F.A.M; ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.A. Caracterização climática do bioma Cerrado, In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P; RIBEIRO, J.F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. v.1. Planaltina: Embrapa Cerrados. P.69-88. 2008.
 - 10 Weather Spark. **Condições meteorológicas médias de Jaraguá**. Minneapolis, 2020. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/29986/Clima-característico-em-Jaraguá-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 20 nov. 2020.
 - 11 ANA. Agência Nacional de Águas - **Banco de Dados HidroWeb: Séries Históricas**. 2021.
 - 12 ILHA, M.S.O; GONÇALVES, O.M. **Sistemas Prediais de Água Fria**. 1994. Texto Técnico – Escola Politécnica da USP, São Carlos, 1994.
 - 13 CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias, 6ª edição**. Rio de Janeiro. Grupo GEN, 2006. 978-85-216-1937-6. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-1937-6/>. Acesso em: 5 Abr 2021.
 - 14 ABNT. NBR 5626 – Sistemas prediais de água fria e água quente – projeto, execução, operação e manutenção, 1998.
 - 15 GHISI, E.; CORDOVA, M. M. Netuno 4: Manual do Usuário. **Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina**. Florianópolis, SC, Brasil, 2014.
 - 16 SALLA, Márcio; LOPES, Gabriela; PEREIRA, Carlos; NETO, João; PINHEIRO, Aline. Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade. **Ambient. constr.**, Porto Alegre, v.13, n.2, p.167-181, Jun. 2013.
 - 17 ABNT. **NBR 10.844 – Instalações prediais de águas pluviais**, 1989.
 - 18 OLIVEIRA, L.F.C *et al.* Intensidade-Duração-Frequência de chuvas intensas para localidades no estado de Goiás e Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 13-18, 2005.
 - 19 GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA, L. H. **Sistemas Prediais de Águas Pluviais**. 2006.
 - 20 XAVIER, I. **Orçamento, planejamento e custos de obras**. São Paulo: FUPAM - Fundação para Pesquisa Ambiental, 2008.
 - 21 TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. 2010. Disponível em: <https://909d9be6-f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5_bfa504956e664155b22974ef016e05a7.pdf?index=true>. Acesso em: 29 set. 2020.