

**PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**

ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES – Curso de Engenharia Civil.

ENG1092 – Trabalho Final de Curso II.

Autor: Gabriel Alves Carvalho Nominato – Matrícula 2017.1.0025.0266-0 -Turma A18

Autor: Marcus Vinícius do Santos – Matrícula 2018.1.0025. 0112-2 -Turma A17

Orientador: Prof. Paulo José Mascarenhas Roriz, Me.

Goiânia-GO, 03 de dezembro de 2024.

**PRINCIPAIS VANTAGENS DO REUSO DA ÁGUA DE LAVAGEM
DOS FILTROS DA ETA MEIA PONTE, EM GOIÂNIA-GO,
NOS PERÍODOS DE ESTIAGEM****Resumo**

O reaproveitamento da água de lavagem representa uma solução estratégica para otimizar os recursos hídricos nas estações de tratamento, especialmente em contextos urbanos com alta demanda e recursos limitados. Este trabalho teve como objetivo principal avaliar as vantagens técnicas, econômicas e ambientais do reuso da água proveniente das lavagens dos filtros da Estação de Tratamento de Água (ETA) Meia Ponte, em Goiânia. Foram realizados levantamentos quantitativos do volume de água desperdiçada e análises para dimensionar os equipamentos necessários à implementação de um sistema de recuperação e reutilização. Além disso, o estudo abordou as condições operacionais e os benefícios associados ao reaproveitamento, como a redução da pressão sobre os mananciais e o fortalecimento da sustentabilidade do sistema de abastecimento, particularmente durante os períodos de estiagem. Os resultados demonstraram que o reuso da água na ETA Meia Ponte não apenas é viável, mas também, indispensável para garantir a eficiência hídrica e mitigar os impactos ambientais. Conclui-se que a aplicação dessa estratégia é fundamental para o desenvolvimento de uma gestão hídrica urbana mais sustentável e resiliente.

Palavras-chave: Reuso de água, gestão de recursos, eficiência, sustentabilidade, estiagem.

Abstract

The reuse of backwash water from filters represents a strategic solution to optimize water resources in treatment plants, particularly in urban settings with high demand and limited resources. This study aimed to evaluate the technical, economic, and environmental advantages of reusing backwash water from the Meia Ponte Water Treatment Plant (WTP) in Goiânia. Quantitative assessments of wasted water volume were conducted, and analyses were performed to design the equipment needed for implementing a recovery and reuse system. The study also explored operational conditions and the benefits of reuse, such as reducing pressure on water sources, lowering operational costs, and enhancing system

sustainability, particularly during drought periods. The results demonstrated that water reuse at the Meia Ponte WTP is not only feasible but also essential for ensuring water efficiency and mitigating environmental impacts. It is concluded that the adoption of this strategy is crucial for the development of a more sustainable and resilient urban water management system.

Key-words: *Water reuse, resources management, efficiency, sustainability, drought.*

1. INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Água (ETA) Meia Ponte desempenha um papel crucial no abastecimento hídrico de Goiânia, capital do estado de Goiás, uma cidade marcada por um rápido crescimento populacional e desafios ambientais crescentes. A função da ETA vai além do fornecimento de água potável à população, refletindo as transformações nas políticas de gestão de recursos hídricos, ao longo dos anos. De acordo com o Instituto Trata Brasil e a Way Carbon (2023), "as mudanças climáticas vão agravar desafios no abastecimento de água até 2050, exigindo medidas de adaptação e gestão eficiente dos recursos hídricos". Nesse contexto, a ETA Meia Ponte tem sido continuamente modernizada e expandida, para não só ampliar sua capacidade de abastecimento, mas, também, para se alinhar às rigorosas regulamentações ambientais vigentes. Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) realizou uma análise do potencial de reuso da água de lavagem dos filtros da estação Meia Ponte, como uma estratégia sustentável para melhorar a eficiência e a resiliência do sistema de abastecimento de Goiânia. O estudo abrangeu tanto as soluções técnicas e operacionais quanto a contribuição para uma gestão hídrica urbana mais sustentável.

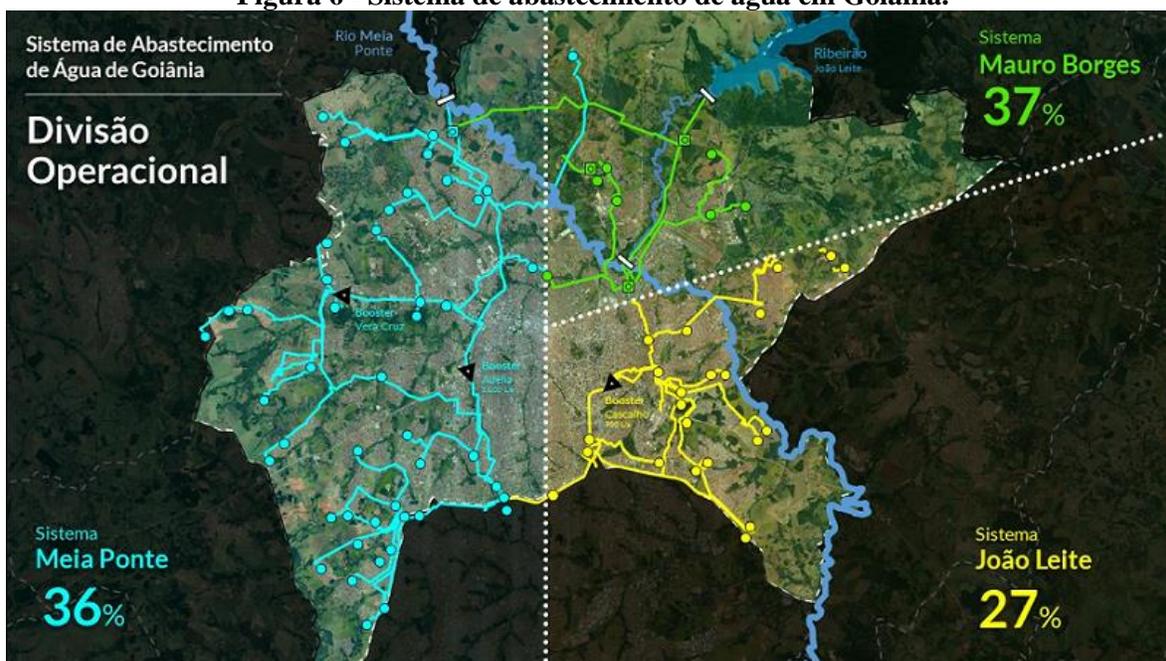
1.1 Justificativa

O rápido crescimento populacional de Goiânia, que, em 2022, contava com 1.437.666 habitantes (IBGE), tem trazido desafios também crescentes ao sistema de abastecimento de água. Hoje, 99% de sua população, aproximadamente, tem acesso aos serviços de abastecimento de água, fornecidos pelos dois principais Sistemas produtores: o Sistema Meia Ponte, com captação superficial, abastece cerca de 36% da cidade e o Sistema Mauro Borges/João Leite, que utiliza água de manancial represado, abastece os outros 64%. A relevância deste trabalho está nas vantagens do reaproveitamento da água de lavagem dos filtros da ETA Meia Ponte, com foco na sustentabilidade ambiental e eficiência

operacional. Isso contribui para reduzir o desperdício de água e aliviar a pressão sobre os recursos hídricos.

Já a Estação de Tratamento de Água (ETA) Meia Ponte, localizada em Goiânia, é uma das principais fontes de abastecimento de água para a região metropolitana da capital. Com uma capacidade de tratamento significativa, a ETA Meia Ponte processa milhões de litros de água diariamente, garantindo o fornecimento contínuo para centenas de milhares de habitantes, representando 36% do abastecimento total da capital conforme a Figura 6.

Figura 6 - Sistema de abastecimento de água em Goiânia.



Fonte: https://www.saneago.com.br/#/noticia_interna/8913/3

Os autores do presente trabalho, ao vivenciarem os desafios do sistema de abastecimento local, identificaram a relevância de contribuir para soluções sustentáveis que unam gestão e inovação, promovendo melhorias no sistema de abastecimento em Goiânia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para efeito comparativo, foi realizada uma visita técnica à Estação de Tratamento de Água Lúcio Rosa, localizada em Senador Canedo, no estado de Goiás, localizado a 21km de Goiânia, conforme pode ser vista na Figura 1. A ETA Lúcio Rosa recebe, durante o período chuvoso, cerca de 950m³/H de água bruta, ainda sem tratamento, vinda de quatro captações de água situadas no entorno da cidade, ETA Lucio Rosa, 2024.

Figura 1 – Vista aérea da ETA Lúcio Rosa, em Senador Canedo-GO.



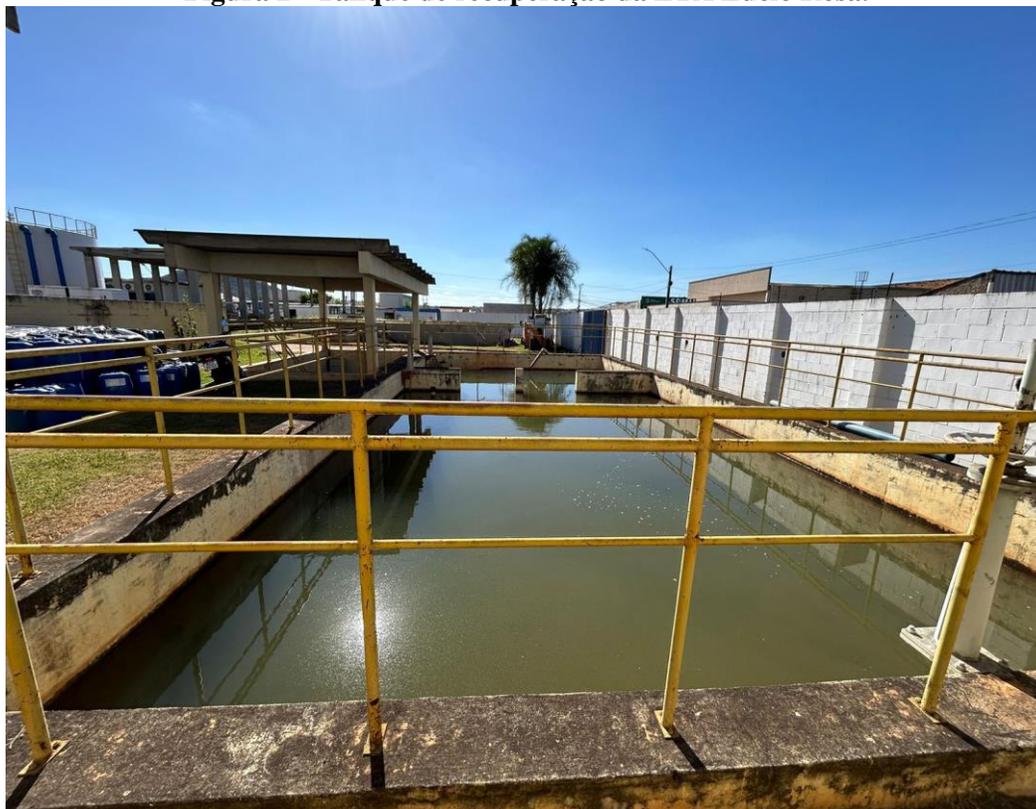
Fonte: <https://senadorcanedo.go.gov.br/senador-canedo-moderniza-o-sistema-de-abastecimento-de-agua-com-a-inauguracao-e-ampliacao-da-captacao-bonsucesso-e-com-a-conclusao-do-projeto-emergencial/>

No período de estiagem de maio a setembro, a ETA Lúcio Rosa perde sua capacidade de produzir água tratada em cerca de $250\text{m}^3/\text{H}$, devido à falta de água nos mananciais, chegando, recentemente, a cair em até aproximadamente $350\text{m}^3/\text{H}$, equivalente à 37% da capacidade total no período chuvoso. Com o objetivo de evitar perdas do sistema de bombeamento devido à pouca água, os técnicos da ETA Lúcio Rosa chegam a desligar uma das bombas de cada sistema de captação, para evitar aeração, que pode causar danos na tubulação dos Sistemas.

O órgão responsável pela administração da ETA Lúcio Rosa é a Agência de Saneamento de Senador Canedo (SANESC), e uma das soluções buscadas para o problema, pelos seus técnicos, foi a construção de um tanque-reserva, denominado “Recuperador”, conforme a Figura 2. Esse Recuperador tem capacidade de armazenamento de 300 mil litros, sendo usado, principalmente, em épocas de estiagem, para recuperar a água vinda da lavagem dos filtros, que acontecem uma vez ao dia. Geralmente, é feita uma lavagem ascendente (Figura 3), que demora cerca de 12 minutos e a recuperação da água usada na lavagem contribui

para a captação, aproximando da disponibilidade natural durante o seu período chuvoso, com o objetivo de não ocorrer a racionalização de água na região.

Figura 2 - Tanque de recuperação da ETA Lúcio Rosa.



Fonte: Acervo dos autores, 2024

Figura 3 - A esquerda está ocorrendo a lavagem do filtro, a direita é a água tratada.



Fonte: Acervo dos autores, 2024

A água que entra abaixo do filtro, para sua lavagem, é a mesma água que é levada ao reservatório, através de uma bomba com potência de 300CV. O operador fecha o registro de saída da bomba e inverte o fluxo, para que seja realizada a lavagem dos filtros. E feita essa lavagem em um filtro por cada vez, sendo que a ETA possui o total de três filtros. Para o aproveitamento da água da lavagem dos filtros, a mesma é enviada para o tanque Recuperador, por meio da força de gravidade, essa lavagem ocorre 1 vez ao dia em todos os três filtros.

O envio posterior da água do tanque Recuperador para o início do tratamento é feito através de bombeamento, no qual tem-se uma estação Elevatória de Água Bruta (E.A.B), com duas bombas de 10CV, uma trabalhando normalmente e outra como reserva (Figura 4).

Figura 4 – Estação EAB do tanque Recuperador.



Fonte: Acervo dos autores, 2024

A chegada da água bruta, por meio de três adutoras vindas de diferentes pontos de captação, como a captação lajinha 1 e 2, tendo também a captação do Bonsucesso, na qual foi feita recentemente uma obra para ampliar sua barragem e conseqüentemente aumentar a vazão que se consegue captar do manancial. A adutora que está desligada na Figura 5 é referente à tubulação de retorno do tanque Recuperador, quando a vazão está normal, devido ao período chuvoso. Aí não existe necessidade da utilização do tanque Recuperador. Porém, conforme informações do Técnico Operador informou, no período de estiagem a sua utilização é de extrema importância, pois contribui para a complementação da vazão mínima necessária para comportar a distribuição de água para a população de Senador Canedo.

Figura 5 - Chegada da água bruta para tratamento na Calha Parshall.



Fonte: Acervo dos autores, 2024

Foi realizada pelos autores uma visita técnica à ETA Meia Ponte, para entenderem melhor o seu funcionamento e, em seguida, propor o reaproveitamento da água utilizada para a lavagem dos filtros, tal como é realizado em Senador Canedo. Na Figura 7, segue uma imagem aérea para visualização de toda a sua macroestrutura da ETA Meia Ponte.

Figura 7 – Vista aérea da ETA Meia Ponte



Fonte: <https://agenciacoradenoticias.go.gov.br/materias-especiais/sistema-produtor-meia-ponte-completa-35-anos>

O processo de funcionamento da ETA Meia Ponte inicia na captação do manancial Meia Ponte (Figura 8), passa pelo processo de gradeamento e da caixa de areia, que têm a função de um pré tratamento, onde são eliminados os resíduos sólidos. Em seguida, a água captada passa pelo posso de sucção, onde existe a estação Elevatória de Água Bruta (EAB), que é

responsável por succionar a água bruta e enviá-la para a calha Parshall. A estação chega a uma vazão máxima de 2000 l/s que, transformado em m^3 , a vazão máxima é de 7.200 m^3/h , que é, exatamente, o que a ETA possui disponível em seu Termo de Outurga.

Figura 8 – Vista do local de gradeamento e caixa de areia.



Figura 8 - Fonte: <https://www.goias246.com.br/noticia/12058/cidades/captacao-de-agua-do-rio-meia-ponte-sera-reduzida-em-25.html>

Partindo da calha Parshall (Figura 9), é aplicado à água o policloreto de alumínio (PAC) contribuindo para a coagulação e floculação, que irá aglutinar pequenas partículas em suspensão na água, formando flocos e facilitando a sua remoção.

Figura 9 - Calha Parshall e tanque de floculação da ETA Meia Ponte.

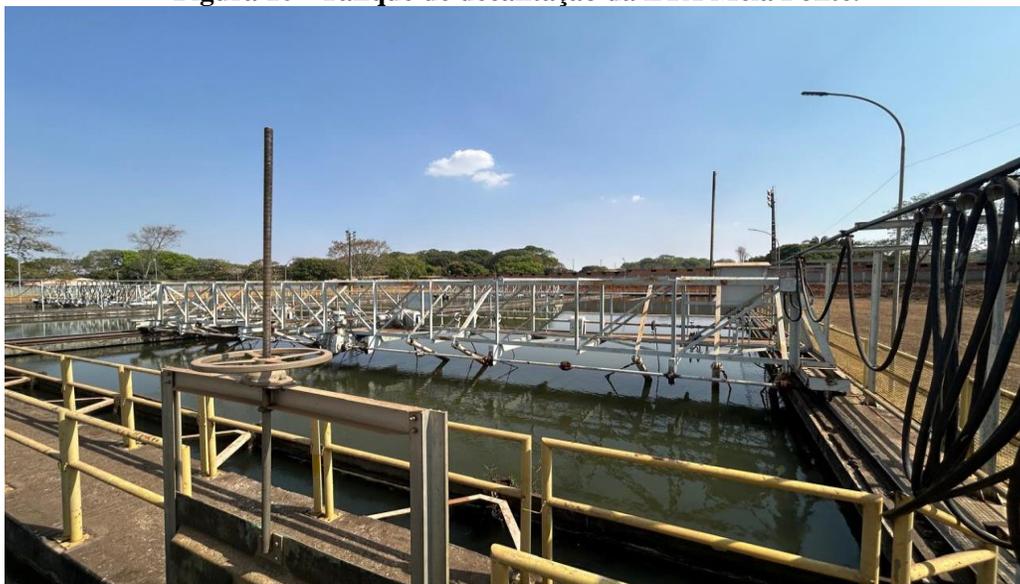


Fonte: Autores, 2024

Em seguida, a água passa pelo processo de decantação, onde os flocos se assentam no fundo do tanque. A ETA possui um sistema de pás que, constantemente, realiza a raspagem

lenta do fundo do tanque, eliminando a borra presente, conforme a Figura 10. Essa borra é levada para uma lagoa de sedimentação.

Figura 10 - Tanque de decantação da ETA Meia Ponte.



Fonte: Autores, 2024

A água decantada passa por um canal, onde acontece a aplicação de fluor e é levada para os filtros, passando pela caixa de areia e pelo carvão mineral para a remoção de impurezas menores (Figura 11). Na visita à ETA, o Técnico informou que a capacidade total dos filtros é de 500m³ e, para realizar a lavagem dos filtros, utilizam-se 1200 L/s.

Figura 11 - Filtro da ETA Meia Ponte.



Fonte: Autores, 2024

Após a passagem pelos filtros, todo o volume é enviado para a caixa de efluentes, realizando o controle da vazão dos filtros. Por fim, a água é enviada para o reservatório

semi-enterrado que possui uma altura útil de 3,50m. Para se fazer o controle da qualidade da água tratada, são realizados ensaios a cada hora, verificando o pH, o índice de cloro, flúor, a temperatura e turbidez. A água armazenada é distribuída, através da estação Elevatória de Água Tratada (EAT), para os centros de reservação, de onde procede o atendimento à população.

O foco do trabalho centrou-se nessa etapa, nos procedimentos de reuso da água utilizada para a lavagem dos filtros. Para realizar isso, será necessário fazer a implementação de um sistema que possua um Tanque Recuperador e uma estação Elevatória de Água Bruta, para que, no momento após a lavagem, a água seja enviada para o tanque recuperador, por meio da gravidade e, posteriormente, enviada para o início do tratamento, por meio da EAB. Para o dimensionamento do sistema, foram utilizados os seguintes critérios e parâmetros de cálculo:

- Volume do reservatório necessário;
- Equipamentos de Recalque (Deverá ser implantado, em primeira etapa, 2 conjuntos motobombas);
- Vazão necessária (Para o reuso da água, será necessário calcular a vazão proveniente da lavagem dos filtros, considerando que são lavados 3 filtros por dia);
- Perdas de Carga:
 - i. Perdas de carga do tanque recuperador até a EAB;
 - ii. Perdas de carga na sucção;
 - iii. Perdas de carga no barrilete;
 - iv. Perdas de carga no recalque.

As perdas localizadas foram calculadas com base no coeficiente “K” de cada peça, pela equação:

$$\Delta h_{loc} = \frac{K_{total} \cdot v^2}{2 \cdot g}$$

Onde:

- Δh_{loc} = perda de carga localizada (em mca)
- K_{total} = somatório dos coeficientes de perda de carga localizada de cada peça (adimensional)
- v = velocidade (em m/s)

- g = aceleração da gravidade (em m/s^2).

Para o cálculo das perdas de carga distribuídas, empregou-se a Fórmula Universal:

$$\Delta h = 0,0827 \cdot f \cdot L \cdot \frac{Q^2}{D^5}$$

Onde:

- Δh = perda de carga (em mca)
- f = coeficiente da perda de carga (adimensional)
- L = comprimento (em m)
- D = diâmetro hidráulico (em m)
- Q = vazão (em m^3/s).

Para o cálculo do coeficiente da perda de carga, é utilizada a fórmula de Swamee:

$$f = \left\{ \left(\frac{64}{Re \cdot y} \right)^8 + 9,5 \cdot \left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re \cdot y^{0,9}} \right) - \left(\frac{2500}{Re \cdot y} \right)^6 \right]^{-16} \right\}^{0,125}$$

Onde:

- $Re \cdot y$ = número de Reynolds (adimensional)
- ε = coeficiente de rugosidade absoluta equivalente (em m)
- D = diâmetro hidráulico (em m)
- f = coeficiente da perda de carga (adimensional).

Para o cálculo do número de Reynolds, é empregada a fórmula:

$$R_{eynolds} = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$$

Onde:

- $R_{eynolds}$ = número de Reynolds
- ρ = densidade absoluta da água
- μ = viscosidade da água
- V = velocidade do escoamento
- D = diâmetro da tubulação.

3 MATERIAIS E PROGRAMA EXPERIMENTAL

Na ETA Meia Ponte, a água utilizada na lavagem dos filtros é encaminhada para a lagoa de sedimentação e, após o processo de tratamento, é retornada para o manancial. Para o reuso da água da ETA Meia Ponte, serão necessários os seguintes itens:

- Tanque Recuperador;
- Estação Elevatória da Água Bruta (EAB);
- Adutora de Água Bruta (AAB).

A reservação necessária para a implantação do Tanque Recuperador será de 750m³, comportando, assim, até 3 lavagens do filtro por dia, conforme será calculado abaixo, no item 4, de Resultados e Discussões.

Para a estação EAB, serão necessários 2 conjuntos de motobomba de 3CV de potência, conforme será calculado abaixo, no item 4.

O envio da água bruta será realizado por uma adutora com diâmetro de 150 mm, conforme será calculado a seguir.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Volume Necessário de água para o reuso:

Para se chegar ao Volume Necessário, fez-se o dimensionamento do Tanque Recuperador, seguindo-se os itens abaixo:

- Volume de cada filtro: $V = (82,82\text{m}^2 * 3,00\text{m}) = 248,46\text{m}^3$;
- Considerando a lavagem de 3 filtros/dia, o Volume Total = $(248,46 * 3) = 745,38\text{m}^3$;
- Adotou-se o Volume Total Necessário = 750m³.

De acordo com o demonstrado, para um período de 8 horas de reservação, é necessário volume total de aproximadamente 750 m³.

A seguir serão apresentados a vazão de bombeamento seguindo as diretrizes da SANEAGO para:

Capacidade do tanque recuperador

Q = Vazão de bombeamento

$$Q = \frac{\text{Capacidade do tanque recuperador}}{3,6}$$

$$Q = \frac{750\text{m}^3}{3,6} = 208,33 \text{ L/s}$$

Horas de funcionamento da EAB: 8 horas

Q = Vazão de bombeamento

$$Q = \frac{208,33}{8} = 26,04 \text{ L/s}$$

4.2. Perdas de cargas dos trechos:

Para o dimensionamento do conjunto motobomba, foram calculados os seguintes itens para se chegar à potência necessária:

- Perdas de Carga do tanque recuperador;
- Perdas de Carga na Sucção;
- Perdas de Carga no Barrilete;
- Perdas de Carga no Recalque.

Assim:

a) Perdas de Carga do Tanque Recuperador até a EAB:

Conforme a tabela 1, segue o cálculo para a determinação do diâmetro e perda de carga distribuída do tanque recuperador até a EAB.

DN	A	Q	V	K	J	L	Δh
(milímetros)	(m ²)	(L/s)	(m/s)	(mm)	(m/m)	(m)	(m)
150	0,018	26,04	1,47	0,2	0,00156	3	0,05

Tabela 1 - Diâmetro e perda de carga distribuída do tanque recuperador até a EAB.

Fonte: Autores, 2024.

Adotado o diâmetro DN=150mm, por estar com velocidade dentro da NBR 12214 e 12215 e apresentar baixa perda de carga.

Conforme a tabela 2, segue a lista das conexões previstas para a interligação do tanque recuperador com a estação EAB.

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Curva de 90°	150	1	0,6	0,6
Tê de Passagem Direta	150	1	0,4	0,4
K_{total}				1,00

Tabela 2 - Lista de peças do tanque recuperador com a estação EAB.

Fonte: Autores, 2024

$$\Delta h_{loc150} = \frac{K_{total} * v^2}{2 * g} \therefore \Delta h_{loc150} = \frac{K_{total} * Q^2}{2 * g * A^2} \rightarrow \therefore \Delta h_{loc150} = 0,11m$$

$$\Delta h_{total \frac{tanque}{EAB}} = 0,11 + 0,05 = 0,16m$$

b) Perdas de Carga na Sucção:

Conforme a tabela 3, segue a determinação do diâmetro e da perda de carga distribuída na Sucção.

DN	A	Q	V	K	J	L	Δh
(milímetros)	(m ²)	(L/s)	(m/s)	(mm)	(m/m)	(m)	(m)
150	0,018	26,04	1,47	0,2	0,00156	3,30	0,05

Tabela 3 - Diâmetro e perda de carga distribuída na Sucção.

Fonte: Autores, 2024

Adotado o diâmetro DN=150mm, por estar com velocidade dentro da norma ABNT NBR 12214:2020 e 12215:1991 e apresentar baixa perda de carga.

Conforme a tabela 4, segue a lista das conexões previstas para a Sucção.

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Curva de 90°	150	1	0,4	0,4
Registro de Gaveta	150	1	0,2	0,2
Redução	150xDN Bomba	1	0,15	0,15
K_{total}				0,75

Tabela 4 - Lista de peças da sucção.

Fonte: Autores, 2024

$$\Delta h_{loc150} = \frac{K_{total} * v^2}{2 * g} \therefore \Delta h_{loc150} = \frac{K_{total} * Q^2}{2 * g * A^2} \rightarrow \therefore \Delta h_{loc150} = 0,08m$$

$$\Delta h_{total suc} = 0,08 + 0,05 = 0,13m$$

c) Perdas de Carga no Barrilete:

Conforme a tabela 5, segue a determinação do diâmetro e da perda de carga distribuída do barrilete.

DN (milímetros)	A (m ²)	Q (L/s)	V (m/s)	K (mm)	J (m/m)	L (m)	Δh (m)
150	0,018	26,04	1,47	0,2	0,00156	3,50	0,06

Tabela 5 - Diâmetro e perda de carga distribuída do barrilete. Fonte: Autores, 2024

Adotado o diâmetro DN-150mm, por estar com velocidade dentro da norma ABNT NBR 12214:2020 e 12215:1991 e apresentar baixa perda de carga.

Conforme a tabela 6, segue a lista das conexões previstas para o Barrilete da EAT

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K _{parcial}	K _{total}
Redução	150xDNBomba	1	0,15	0,15
Registro de gaveta	150	1	0,2	0,2
Válvula de Retenção	150	1	2,5	2,5
Curva de 90°	150	3	0,4	1,2
Tê de passagem direta	150	1	0,6	0,6
K_{total}				4,65

Tabela 6 - Lista de peças do barrilete.

Fonte: Autores, 2024

$$\Delta h_{loc150} = \frac{K_{total} * v^2}{2 * g} \therefore \Delta h_{loc150} = \frac{K_{total} * Q^2}{2 * g * A^2} \rightarrow \therefore \Delta h_{loc150} = 0,51m$$

$$\Delta h_{total bar} = 0,51 + 0,06 = 0,57m$$

d) Perdas de Carga no Recalque:

Conforme a tabela 7, segue a determinação do diâmetro e da perda de carga distribuída do recalque até a entrada da Calha Parshall.

DN	A	Q	V	K	J	L	Δh
(milímetros)	(m ²)	(L/s)	(m/s)	(mm)	(m/m)	(m)	(m)
150	0,018	26,04	1,47	0,2	0,00156	110	1,78

Tabela 7 - Diâmetro e perda de carga distribuída do recalque.

Fonte: Autores, 2024

Adotado o diâmetro DN=150mm, por estar com velocidade dentro da norma ABNT NBR 12214:2020 e 12215:1991 e apresentar baixa perda de carga.

Conforme a tabela 8, segue a lista das conexões previstas para Recalque (Barrilete>Calha Parshall).

PEÇA	DN	QUANTIDADE	K_{parcial}	K_{total}
Curva de 90°	150	4	0,4	1,6
Registro de gaveta	150	1	0,2	0,2
K_{total}				1,8

Tabela 8 - Lista de peças do recalque.

Fonte: Autores, 2024

$$\Delta h_{loc150} = \frac{K_{total} * v^2}{2 * g} \therefore \Delta h_{loc150} = \frac{K_{total} * Q^2}{2 * g * A^2} \rightarrow \therefore \Delta h_{loc150} = 0,20m$$

$$\Delta h_{total\ rec} = 0,20 + 1,78 = 1,98m$$

e) Perda de Carga Total (linha de recalque EAB)

$$hf = 0,16 + 0,13 + 0,57 + 1,98 = 2,84 \text{ (m.c.a.)}$$

Altura Manométrica Total:

- $AMT_{total} = Hg + hf$
- $AMT_{total} = 4,00 + 2,84 = 6,84 \text{ mca} \approx 7 \text{ mca}$

4.3. Dimensionamento do Conjunto Motobomba

Conforme o Anexo 1, a Bomba Centrífuga do modelo GSD 40-125 é projetada para aplicações industriais que exigem alta eficiência e grande performance. Com um rendimento de 76,5%, ela é capaz de converter a energia mecânica em energia hidráulica de maneira eficiente, embora haja uma perda de 23,5% dessa energia. Sua rotação de 1.750rpm indica que a bomba opera em uma velocidade moderada, adequada para diversas condições de operação e garantindo um equilíbrio entre desempenho e durabilidade. Esse modelo é tipicamente utilizado em sistemas de transporte de líquidos, em processos industriais, sistemas de refrigeração, abastecimento de água e outras aplicações que demandam movimentação de fluidos em grande volume. Sabendo-se que se denomina de NPSH a energia, na forma de pressão, presente no bocal de sucção de uma bomba, tem-se:

Para se calcular o NPSH disponível, segue os dados da tabela 9:

Dado	Valor
Altitude da elevatória	0,00m
Altura da aspiração (Z)	0,00m
Pressão atmosférica (Pa)	10,34mca
Pressão do vapor (Pv)	0,324mca
Perda de carga na sucção (hf)	0,13m

Tabela 9 - Dados para cálculo do NPSH.
Fonte: Autores, 2024

Onde:

$$NPSH_{DISP} = -Z + Pa - Pv - Hf$$

$$NPSH_{DISP} = -0 + 10,34 - 0,324 - 0,13 = 9,89mca$$

$$NPSH_{REQ} = 0,78mca$$

Estimativa da Potência de Recalque

$$P = \frac{\gamma \times Q \times \Delta H}{75 \times \eta}$$

Onde:

- $P = \text{Potência em cv}$
- $\gamma = \text{Peso específico da água} = 1.000\text{kg/m}^3$
- $Q = \text{vazão} = 0,02604\text{m}^3/\text{s}$
- $AMT = \text{Altura Manométrica} = 7,00\text{mca}$
- $\eta = \text{Rendimento} = 76,5\%$.

* Para efeito de cálculo foram considerados valores aproximados.

Logo:

- $P = 0,7 \times 1,30$ (fator de segurança) = 0,9 CV
- Padotada = 3,00 CV (Potência comercial)

Conjunto Motobomba Considerado para Efeito de Projeto

Deverá ser implantado 2 conjuntos motobombas em primeira etapa, com as seguintes características conforme a tabela 10.

Dados do motobomba	Valor
Tipo	Bomba centrífuga
Modelo de referência	GSD 40-125
Rendimento	76,50%
Potência	3cv
Rotação	1750rpm

Tabela 10 - Dados do motobomba.

Fonte: Autores, 2024

Para dimensionamento da adutora, foi calculado os seguintes itens para chegarmos no diâmetro necessário:

$$D = 1,2 * \sqrt{Q_{\text{máx.dia}}}$$

$$D = 1,2 * \sqrt{0,02604} = 194\text{mm}$$

Diâmetro adotado $D = 150\text{mm}$

De acordo com o que foi dimensionado segue conforme a Figura 12 o croqui da ETA Meia Ponte com as implementações para o reuso da água:

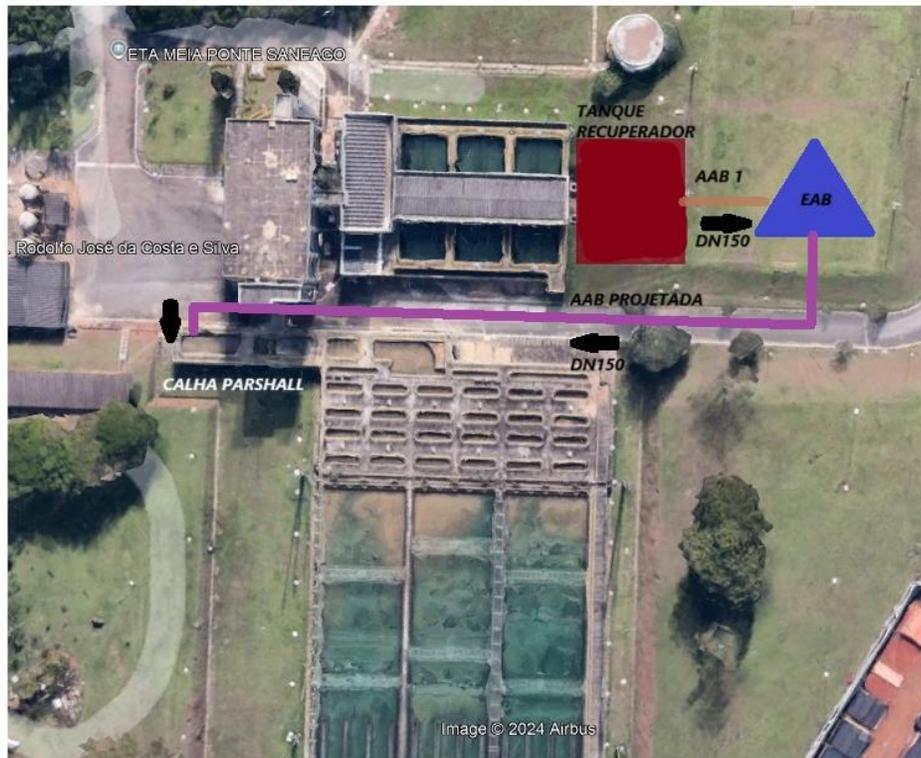


Figura 12 - Croqui ETA Meia Ponte. Fonte: Autores, 2024

O trabalho teve como objetivo central destacar a importância e os resultados alcançados com a implantação do sistema de recuperação de água na ETA Meia Ponte. Inicialmente, foi calculado o volume necessário para o tanque recuperador, considerando o fluxo de água a ser reutilizado. Em seguida, foi realizado o dimensionamento da bomba que ficará localizada na Estação de Água Bruta (EAB), garantindo eficiência no transporte do volume recuperado. Posteriormente, foi calculado o diâmetro adequado das tubulações, garantindo que o sistema opere com a vazão prevista e a menor perda de carga possível.

O foco principal do trabalho, no entanto, está na recuperação da água resultante da lavagem dos filtros da ETA. Com uma vazão de 26,04 l/s sendo reencaminhada ao início do processo de tratamento, o sistema proporciona um impacto significativo durante o período de estiagem, quando a captação do manancial pode não ser suficiente para atender à demanda da população. O sistema recuperador aumenta a captação em 750 m³ por dia, o que equivale a 1% do volume total captado do Rio Meia Ponte. Essa recuperação não apenas reduz a pressão sobre o manancial, mas também otimiza os recursos hídricos

disponíveis, sendo uma solução sustentável e eficiente para a gestão de água em períodos críticos.

5 CONCLUSÕES

O estudo sobre o reaproveitamento da água de lavagem dos filtros da ETA Meia Ponte evidenciou sua viabilidade como uma solução sustentável, para enfrentar os desafios hídricos nos períodos de estiagem, em Goiânia. Com base nos objetivos propostos, foi possível quantificar o volume de água desperdiçada durante as lavagens dos filtros e dimensionar os equipamentos necessários para sua recuperação, demonstrando a potencial economia de recursos e a melhoria na eficiência do sistema de abastecimento da cidade. Além disso, o reaproveitamento da água oferece vantagens significativas, como forma de redução do impacto ambiental, com o alívio da pressão sobre os recursos hídricos naturais e da economia operacional para a ETA.

A implementação do sistema de reuso destaca-se como uma estratégia essencial em períodos de estiagem, quando os recursos disponíveis são mais escassos. Dessa forma, o presente trabalho não apenas atendeu aos objetivos propostos, mas poderá contribuir, também, para fomentar a conscientização e a inovação tecnológica, no setor de Saneamento, evidenciando o papel da engenharia como agente transformador, em prol do desenvolvimento sustentável.

Tecnicamente, no caso da ETA Meia Ponte, um ponto negativo observado foi a baixa vazão de água recuperada, que chegou a representando 1% do volume total captado do manancial. Essa limitação comprometeria parcialmente a eficácia do sistema de reuso, em termos de volume de água recuperada, diminuindo seu impacto na redução do consumo de recursos hídricos potáveis. Esse fator destaca a necessidade de se aprimorar o processo de recuperação, talvez com ajustes nos equipamentos ou na metodologia de tratamento, para ampliar a capacidade de reaproveitamento de forma mais significativa.

Viabilidade do Reaproveitamento da Água: O estudo demonstrou que é tecnicamente viável implementar um sistema de reaproveitamento da água de lavagem dos filtros.

Quantificação e Planejamento: A quantificação do volume de água desperdiçada e o dimensionamento dos equipamentos necessários foram passos cruciais para um planejamento adequado.

Vantagens Ambientais e Operacionais: O reaproveitamento da água reduz a pressão sobre os recursos naturais, contribui para a sustentabilidade ambiental e proporciona economia nos custos operacionais.

Contribuição para Inovação e Conscientização: O trabalho fomenta a inovação tecnológica no setor de saneamento e promove a conscientização sobre o uso responsável dos recursos hídricos.

O escopo do presente estudo não abordava os custos de implementação do sistema recuperador, o que, desde então, abre novas possibilidades para futuras pesquisas no assunto.

6 Agradecimentos

Agradecemos ao professor Paulo pelo apoio e orientação ao longo de todo o processo de elaboração deste trabalho, contribuindo com seus valiosos conhecimentos e incentivos. Aos funcionários da ETA Meia Ponte e a ETA Lúcio Rosa, que generosamente compartilharam suas experiências e informações. À professora Viviane que realizou excelentes considerações como professora convidada na apresentação no TCC 1. Sem o suporte e contribuição de todos, este trabalho não teria sido possível. Também, nossos sinceros agradecimentos aos professores da banca avaliadora do TCC 2, Viviane e Marcelus, cuja análise criteriosa e contribuições serão fundamentais para o aprimoramento deste estudo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Hosana. Sistema Produtor Meia Ponte completa 35 anos. Agência Cora de Notícias, 31 ago. 2023. Disponível em: <https://agenciacoradenoticias.go.gov.br/materias-especiais/sistema-produtor-meia-ponte-completa-35-anos>. Acesso em: 26 maio 2024.

BARBOSA, A. B. D. A. A experiência da CAESB em recuperação de água de lavagem de filtros e desidratação de lodo de ETA. Foz do Iguaçu, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Série E. Legislação de Saúde.

BRONZATI, V. Prefeitura toma medidas para acompanhar a vazão do Rio Meia Ponte durante a estiagem. O Hoje, 2024. Disponível em: <https://ohoje.com/noticia/cidades/n/1587439/t/prefeitura-toma-medidas-para-acompanhar-a-vazao-do-rio-meia-ponte-durante-a-estiagem/>. Acesso em: 26 maio 2024.

EBARA Brasil. Downloads: catálogos, manuais e materiais técnicos. Disponível em: <https://www.ebara.com.br/downloads>. Acesso em: 4 dez. 2024.

Instituto Trata Brasil; Way Carbon. Impactos das mudanças climáticas no saneamento brasileiro: desafios e oportunidades. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2023. Disponível em: <https://exame.com/brasil/mudancas-climaticas-vao-agravar-desafios-no-abastecimento-de-agua-ate-2050-diz-estudo/>. Acesso em: 4 dez. 2024.

OLIVEIRA, C. A.; BARCELO, W. F. Gerenciamento ambiental das águas de lavagem de filtro na ETA Anápolis/GO – um estudo de caso. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIA E MEIO AMBIENTE, 2012, Anápolis. Anais [...]. Anápolis: UniEvangélica, 2012. Disponível em: http://ppstma.unievangelica.edu.br/sncma/anais/anais/2012/2012_st04_002.pdf. Acesso em: 17 nov. 2024.

SANEAGO - Companhia de Saneamento de Goiás. Distribuição de água na capital. 2023. Disponível em: https://www.saneago.com.br/#/noticia_interna/9945/3. Acesso em: 26 maio 2024.

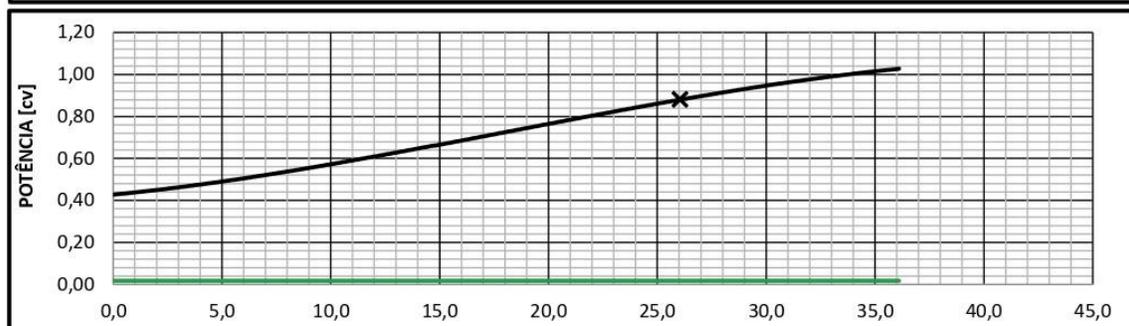
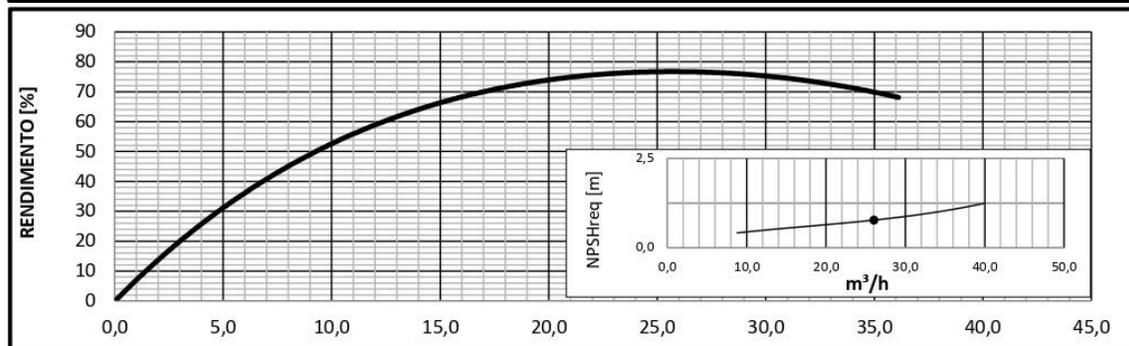
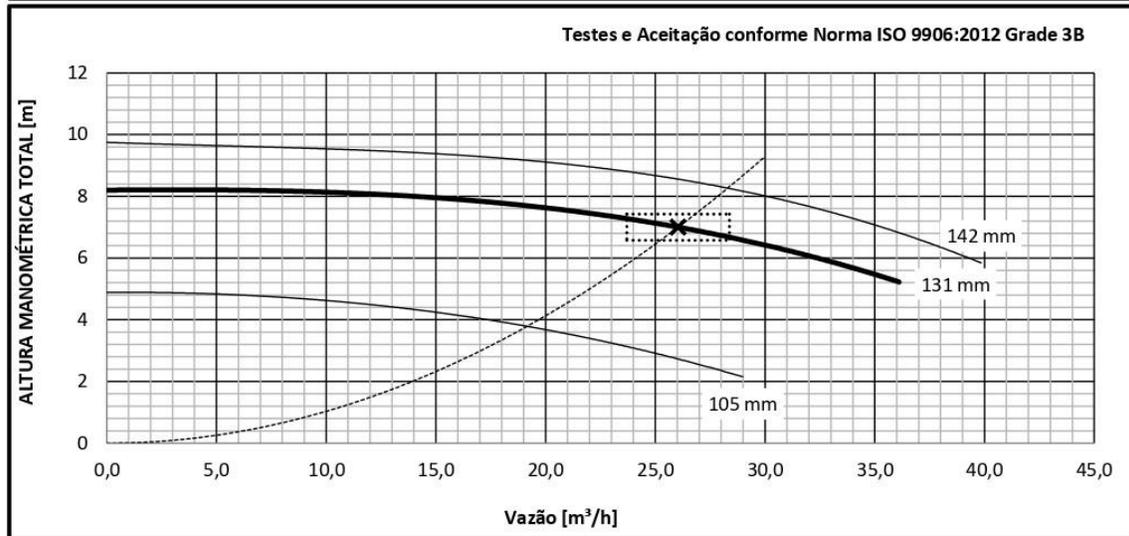
SANEAGO - Companhia de Saneamento de Goiás. Sistema Meia Ponte e abastecimento de água em Goiânia. Disponível em: https://www.saneago.com.br/#/noticia_interna/8913/3. Acesso em: 17 nov. 2024.

ADMINISTRAÇÃO SENADOR CANEDO. Na Maternidade Municipal de Senador Canedo, agora a fila anda. Disponível em: <https://senadorcanedo.go.gov.br/na-maternidade-municipal-de-senador-canedo-agora-a-fila-anda/>. Acesso em: 19 dez. 2024.

ARNULFO, João Daniel. Captação de água do Rio Meia Ponte será reduzida em 25%. Disponível em: <https://www.goias246.com.br/noticia/12058/cidades/captacao-de-agua-do-rio-meia-ponte-sera-reduzida-em-25.html>. Acesso em: 19 dez. 2024.

Anexo 1

		Ebara Bombas América do Sul Ltda., FILIAL - I						MODELO GSD 40-125	
Bomba Centrífuga				Numero de estágios		Sucção	Recalque	RPM	
Rotor 131 mm		Numero de estágios 1		Sucção 65mm	Recalque 40mm	RPM 1.750			
Ponto de trabalho Q 26 Hm 7		Ponto de trabalho 2 Q Hm		Peso Especifico 1,00 kg/dm³	Viscosidade 1 cSt	Vedação Selo Mec.	Conexões ANSI B16.1	Válido para água limpa a 20°C	
Motor 3 CV IP55		Ceramica/Grafito/Buna N	Data 19/11/2024						



Anexo 1 - Curva da bomba centrífuga



PONTIFÍCA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1009 - Setor Universitário
Caixa Postal 98 - CEP 74005-010
Goiânia - Goiás - Brasil
Fone: (62) 3948.1000
www.pucgoias.edu.br e reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Marcus Vinicius dos Santos
do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2018-1.0025-0132-2
telefone: (62) 9 9992-8989 e-mail ENG-MARCUS26@gmail.com,
na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Principais Vantagens do reuso da água de lavagem dos filtros de GTA meio poroso em Goiás gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 17 de Setembro de 2024.

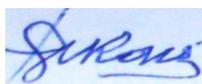
Assinatura do autor: 

Nome completo do autor: Marcus Vinicius dos Santos

Assinatura do professor-orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: _____

Assinatura do Professor-Orientador:



Nome completo do Professor-Orientador: PAULO JOSÉ MASCARENHAS RORIZ



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3948 1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO n° 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Gabriel Alves Cavallho Romirato
do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2017102502660
telefone: 62 984789851 e-mail gabriel.romirato@pucgoias.edu.br
na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei
dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás)
a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado
Projeto de montagem do reator de água de baixa pressão dos filtros de
ETA Meio-forte gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos,
conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de
computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som
(WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da
área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção
científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 17 de Setembro de 2024.

Assinatura do autor: Gabriel Romirato

Nome completo do autor: Gabriel Alves Cavallho Romirato

Assinatura do professor-orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: _____



Assinatura do Professor-Orientador:

Nome completo do Professor-Orientador: PAULO JOSÉ MASCARENHAS RORIZ