

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA: AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE OS COAGULANTES SULFATO DE ALUMÍNIO E POLICLORETO DE ALUMÍNIO (PAC) EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Caroline Colatti Hoffmann¹, Fabiola Silva Santos Lovo¹, Silvia Cristina de Aguiar Barreto¹, Daniele Drumond Neves², Brunna Oliveira Guimaraes² e Guilherme Rainho Melhorim².

¹Acadêmicas do curso de Engenharia de Produção

²Mestre - Docente Multivix.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade econômico-financeira entre os coagulantes sulfato de alumínio e policloreto de alumínio (PAC), em uma estação de tratamento de água de uma empresa estatal, que após o marco do saneamento vêm buscando alternativas de se manter competitiva frente às empresas privadas, mantendo a qualidade dos serviços fornecidos, e preservando sua saúde financeira. Ambos os coagulantes estabelecidos para esse estudo de viabilidade, são comumente utilizados no tratamento da água, e foram escolhidos por apresentarem resultados satisfatórios na remoção da turbidez da água bruta. O trabalho foi desenvolvido a partir de um teste real, em uma estação de tratamento de água, durante 60 dias, para avaliação do consumo mensal de cada coagulante e do custo do tratamento gerado pela utilização de cada um. Para determinação da viabilidade econômico-financeira utilizou-se os indicadores financeiros payback, VPL, TIR e TMA, para uma avaliação mais completa e precisa dos dados obtidos na pesquisa. A partir dos resultados foi possível concluir que os dois coagulantes são viáveis financeiramente, de acordo com os indicadores financeiros calculados, entretanto, o coagulante sulfato de alumínio apresentou resultados financeiros superiores ao policloreto de alumínio, principalmente por requerer um investimento inicial menor que o requerido pelo PAC.

Palavras – chave: Viabilidade. Indicadores financeiros. Coagulantes. Tratamento. Sulfato de alumínio. Policloreto de alumínio.

1. INTRODUÇÃO

A água desempenha um papel muito importante, no que tange ao desenvolvimento sustentável de uma comunidade. Ter direito à água potável é uma premissa assegurada pela ONU, como um direito humano fundamental (ONU, 2010). Com o intuito de atender a essa determinação e entregar à sociedade uma água com padrões de potabilidade de qualidade, essa prática só é garantida, mediante à ação desempenhada pelas estações de tratamento de água.

As estações de tratamento de água, também chamadas de ETA's, são unidades de tratamento, que por meio de processos físicos e químicos, realizam o tratamento da água, promovendo a redução da cor e turbidez da água bruta, além de remover organismos patogênicos que poderiam gerar doenças à população (SOUZA,

2007).

Um dos processos mais importantes que ocorrem durante o tratamento da água é a etapa de coagulação, que consiste em uma reação química da água bruta, com um agente coagulante, onde serão formados flocos, denominados de coágulos (SOUZA, 2007). Os principais coagulantes utilizados no tratamento da água são os sais que possuem em sua base química o alumínio ou o ferro (PAVANELLI, 2001).

Nos estudos de viabilidade existem 04 (quatro) tipos de elementos que compõem uma análise completa do projeto, sendo eles: viabilidade técnica; viabilidade operacional; viabilidade de mercado; e por fim, a viabilidade econômico-financeira (MARTINS, 2023). Esse último tópico foi o foco deste trabalho.

Essa análise sobre a viabilidade econômico-financeira é de suma importância de ser realizada, uma vez que possibilita determinar os retornos que o projeto trará à empresa e, diante dos dados obtidos, validar o projeto cujo qual será mais viável de ser aplicado (SEBRAE/BA, 2019).

Para este estudo de viabilidade foram analisados os indicadores de investimentos: *Payback* – refere-se a um indicador financeiro de investimento que mostra em quanto tempo o capital investido será recuperado (LIMA, 2019); e a *taxa mínima de atratividade* (TMA) - a TMA faz parte de um grupo de indicadores que avalia o retorno do capital investido em um projeto e subsidia o gestor na tomada de decisão da viabilidade do investimento (PRATES, 2021);

Além disso, outros dois indicadores também foram ponderados: *valor presente líquido* (VPL) - que considera as entradas do fluxo de caixa em valores monetários atuais e desconta do custo de capital inicial, para saber se o projeto trará retornos positivos ou não (LIMA, 2019); e a *taxa interna de retorno* (TIR) – que é o indicador que irá mostrar a rentabilidade do projeto e, para ser rentável, precisa superar a *taxa mínima de atratividade* (TMA), ou no mínimo ser igual (SEBRAE, 2019).

Como objeto desse estudo de viabilidade serão considerados os dois principais sais a base de alumínio, utilizados comercialmente nas estações de tratamento de água, são eles: o sulfato de alumínio e o policloreto de alumínio. A escolha desses dois coagulantes para o estudo dessa viabilidade foi baseada em um estudo realizado por Schmidt (2014), utilizando policloreto de alumínio e sulfato de alumínio para eliminação da turbidez em águas de abastecimento, onde os dois compostos obtiveram resultados satisfatórios em mais de 96% das amostras.

A empresa na qual será realizado o estudo de viabilidade econômico-financeiro, trata-se de uma estatal, do ramo de saneamento, cuja qual após a inserção do marco do saneamento, tem buscado alternativas para se adequar à nova realidade prevista em legislação e, ademais, ter sua saúde financeira preservada para se tornar competitiva ao participar de licitações com empresas privadas.

Atualmente, os serviços de saneamento básico são prestados, na maior parte do Brasil, por empresas estatais. Essas empresas ainda dominam o mercado de saneamento, especialmente no que diz respeito à captação e ao tratamento da água e, em grande parte, também em sua distribuição (ARAGÃO; OLIVEIRA, 2021).

O marco do saneamento foi aprovado em 2020, com o objetivo de universalizar os serviços de saneamento básico, principalmente o acesso à água potável, promovendo mudanças na regulamentação e passando a estimular a ampla concorrência de empresas privadas, em regiões já atendidas por empresas estatais, além de incentivar a privatização das estatais (ARAGÃO; OLIVEIRA, 2021).

A relevância desse estudo de viabilidade procede no fato de que os dois coagulantes suprem de forma eficiente, a eliminação da turbidez das águas que chegam até as estações de tratamento de água. Contudo, para se manter competitiva no mercado de saneamento, quanto menor for o custo para realizar o tratamento das águas, melhor será para a saúde financeira da empresa.

O nosso objetivo foi determinar qual dos dois coagulantes apresentou mais vantagens econômicas e financeiras à empresa, mediante uma análise comparativa entre os custos e a eficiência alcançada após o manejo de cada um desses coagulantes, atrelado aos indicadores de viabilidade financeira.

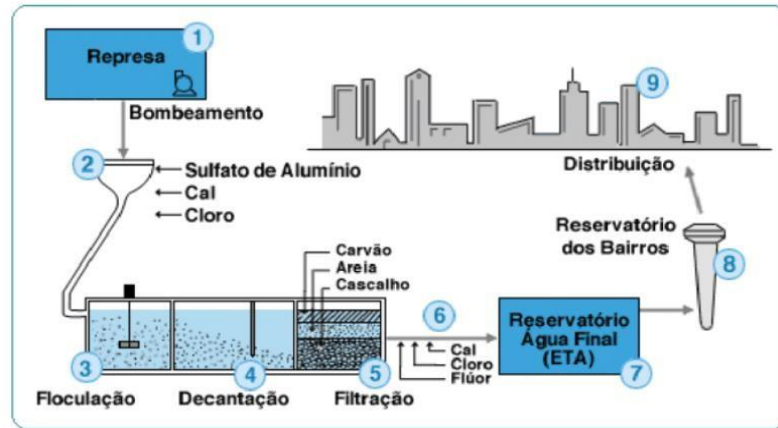
2. METODOLOGIA

O estudo de viabilidade econômico-financeira foi realizado baseado nos dados obtidos pelo uso dos coagulantes sulfato de alumínio e policloreto de alumínio, através de um teste direto em planta, durante 60 dias, em uma estação de tratamento de água, localizada no município de Ecoporanga.

Essa unidade de tratamento contempla o tratamento convencional, que consiste na água bruta passando por tratamento completo, dotado dos processos de floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção (cloração) e fluoretação, antes de ser distribuída à população, conforme representado pela

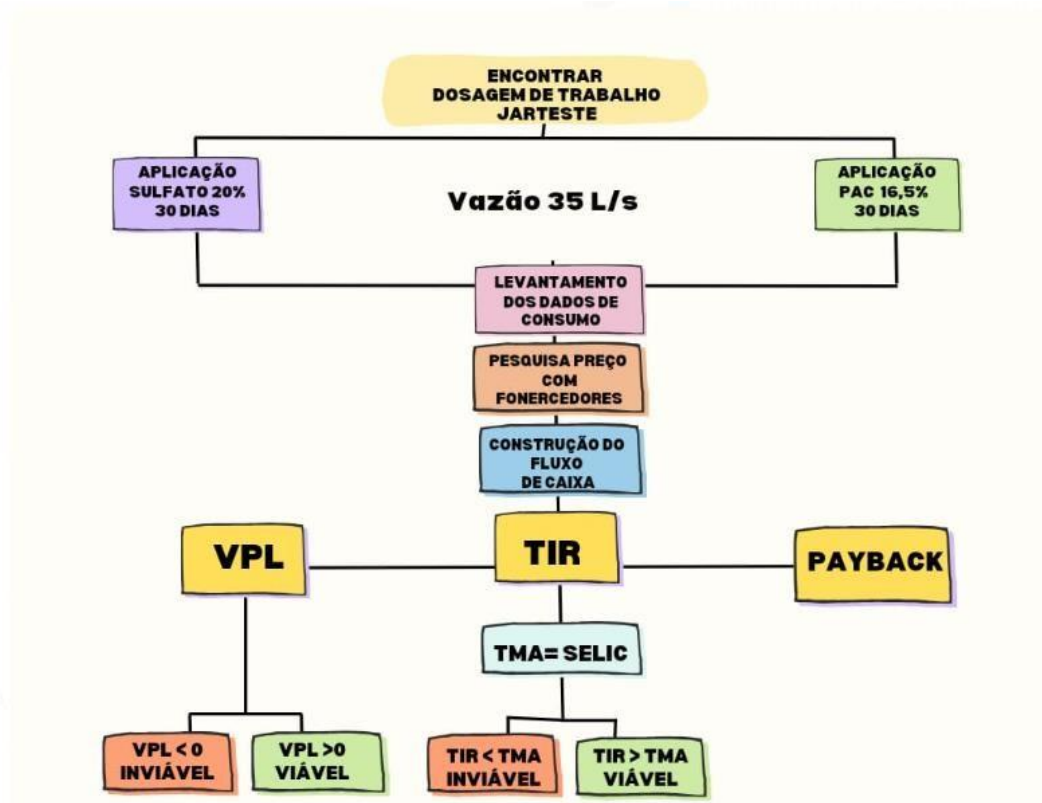
imagem 01.

Imagem 01: Fluxograma de uma estação de tratamento convencional



Fonte: Sabesp, 2024.

Imagem 02: Fluxograma da metodologia da pesquisa



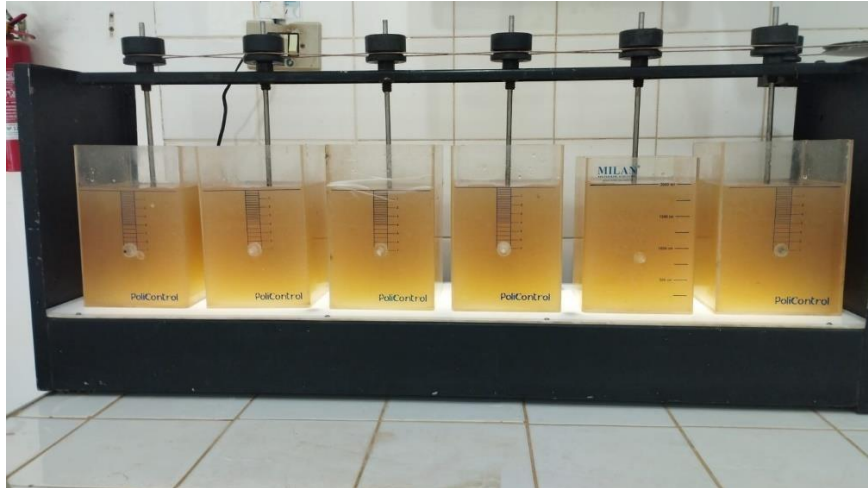
Fonte: Autor, 2024.

Conforme o fluxograma da imagem 02, a primeira etapa do estudo foi a realização de um teste, em bancada, para a determinação das dosagens de trabalho que seriam usadas em nível planta.

Com o auxílio do equipamento de jar teste, como mostrado na imagem 03,

foram encontradas as quantidades adequadas de policloreto de alumínio e sulfato de alumínio necessários para o tratamento da água bruta. Esse jar teste consiste em um equipamento de laboratório que simula o tratamento da água, passando pelas etapas de coagulação, floculação e decantação, o que possibilita encontrar uma dosagem ideal de trabalho, antes da aplicação em larga escala.

Imagem 03: Aplicação de diferentes dosagens de coagulante



Fonte: Autor, 2024

A imagem 04 retrata a diferença visual do antes e depois do teste realizado em bancada.

Imagem 04: Resultado do teste após as etapas de coagulação, floculação e decantação



Fonte: Autor, 2024.

As diluições dos coagulantes foram feitas de acordo com o cálculo da diluição demonstrado na Fórmula 01. Para determinação da concentração do coagulante bruto, foi feito uma aferição com densímetro, e encontrado a densidade de 1,32 g/cm³ para o sulfato de alumínio e de 1,28 g/cm³ para o PAC, e considerado a concentração de cada um conforme a tabela 01 apresentada. Os dados da tabela 01 foram retirados da ficha do produto, fornecido pelo próprio fornecedor.

Foi considerado uma concentração de trabalho final de 20% para o sulfato e 16,5% para o PAC.

Fórmula 01: Fórmula para cálculo da diluição de soluções

$$C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$$

Fonte: Autor, 2024.

C1: Concentração do coagulante bruto (%), tabela imagem 05;

V1: Volume de coagulante bruto adicionado (L);

C2: Contração de trabalho do coagulante (%);

V2: Volume final do tanque (L).

Tabela 01: Adaptada de ficha de orientação de uso do produto – Bauminas.

DENSIDADE vs CONCENTRAÇÃO		
	DENSIDADE (g/mL)	CONC. % (p/v)
SULFATO DE ALUMÍNIO	1,32	61,26%
POLICLORETO DE ALUMÍNIO (PAC)	1,28	44,10%

Fonte: Autor, 2024.

Após encontrado em bancada a dosagem ideal de trabalho, foi aplicado os valores na Fórmula 02 para determinação da vazão de dosagem.

Fórmula 02: Fórmula para cálculo da vazão de dosagem em escala planta

$$VDSG(mL) = \frac{VETA \times D}{2 \times C\%}$$

Fonte: Autor, 2024.

Onde:

V_{DSG(ml)}: Vazão de dosagem (em ml/5seg);

V_{ETA}: Vazão da ETA (considerado 35L/s);

$D_{(mg/L)}$: Dosagem do coagulante (em mg/L);

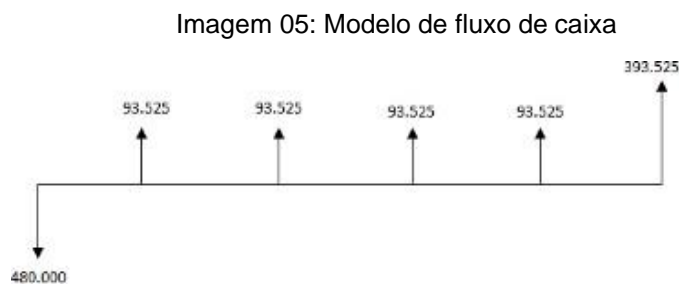
$C_{(%\text{ coagulante})}$: Concentração de trabalho do coagulante.

O teste em planta ocorreu entre os meses de dezembro de 2023 a janeiro de 2024, onde as dosagens foram controladas e acompanhadas durante 60 dias, sendo os 30 primeiros dias, com a utilização do coagulante sulfato de alumínio, e os últimos 30 dias, com a utilização do policloreto de alumínio.

Os meses de dezembro e janeiro foram escolhidos, em decorrência de ser um período de maiores índices pluviométricos, o que conseqüentemente promove, um aumento na turbidez da água bruta e, ademais, um maior gasto com coagulantes durante o tratamento da água.

De acordo com o fluxograma demonstrado na imagem 02, após o teste em planta com os dois coagulantes, foi feito um levantamento de dados de consumo de cada coagulante e de produtos adicionais utilizados no tratamento – como a cal, para controle do pH, e do cloro, para desinfecção da água; e uma pesquisa de preço com fornecedores das matérias primas, com o intuito de calcular o valor gasto no tratamento durante o período considerado.

Mediante os dados obtidos, foi elaborado um fluxo de caixa – conforme exemplo da imagem 05, para demonstrar as despesas, oriundas desse tratamento realizado, e das receitas, geradas pela venda do m^3 (metro cúbico) de água tratada para cada coagulante.



Fonte: Lima F., 2019.

Os valores por quilo dos coagulantes foram orçados em 03 (três) fornecedores diferentes. O menor valor foi utilizado como base de cálculo para construção do fluxo de caixa e, a partir dele, foi calculado os indicadores financeiros: VPL, TIR e payback.

No método do VPL é considerado as entradas do fluxo de caixa, em valores

monetários atuais e é descontado do custo de capital inicial, para saber se o projeto trará retornos positivos ou não (LIMA, 2019). Para cálculo do VPL, foi utilizado a Fórmula 03, conforme demonstrada abaixo:

Fórmula 03: Fórmula para cálculo do VPL

$$VPL = \left[\frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} \right] + \dots + (FC_0)$$

Fonte: Lima F., 2019.

Onde: FC é o fluxo de caixa livre a cada período

FC₀ é o fluxo de caixa no ano 0 (investimento)

Já o TIR é a taxa que calcula todas as entradas do fluxo de caixa para o valor monetário presente e iguala a somatória ao valor inicial aplicado. Em outras palavras, a taxa interna de retorno (TIR) é a taxa que iguala o Valor Presente Líquido (VPL) a zero (LIMA, 2019), conforme demonstrado na Fórmula 04:

Fórmula 04: Fórmula para cálculo do TIR

$$\frac{FC}{(1+TIR)^1} + \frac{FC}{(1+TIR)^2} + \frac{FC}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{FC}{(1+TIR)^n} = 0$$

Fonte: Lima F., 2019.

Ainda a partir do fluxo de caixa, foi possível realizar uma avaliação de qual será o tempo de retorno de cada investimento considerado nesse estudo, que consiste no indicador financeiro conhecido como payback, onde é feito uma análise de entradas e saídas, e estabelecido em quanto tempo as receitas compensarão o investimento inicial (LIMA, 2019).

Para se ter uma análise mais completa da viabilidade do projeto, foi determinada a taxa mínima de atratividade - TMA. Ela é utilizada em conjunto com a TIR, de forma comparativa. A melhor situação de viabilidade do projeto é quando a TIR é superior a TMA (PRATES, 2021).

O cálculo da TMA pode variar de acordo com o contexto e critérios de cada análise de viabilidade, geralmente incluindo custo de capital, a taxa de inflação e o risco associado ao investimento (EMPIRICUS, 2024).

Neste trabalho, foi considerada como taxa mínima de atratividade a taxa SELIC de 0,83% a.m, praticada no mercado no mês de maio de 2024 (INDICADORES, 2024).

A SELIC foi considerada como a taxa mínima de atratividade por se tratar de um indicador importante dentro da economia brasileira, e por impactar outras taxas como: taxas de empréstimos, financiamentos e aplicações financeiras (BRASIL, 2024).

Para conversão da taxa de juros mensal em diária, foi utilizado a Fórmula 5.

Fórmula 05: Fórmula para conversão da taxa de juros mensal em diária

$$\textit{Taxa de juros diária} = (1 + \textit{taxa de juros mensal})^{\frac{1}{30}} - 1$$

Fonte: Idinheiro, 2023.

Após o cálculo dos indicadores financeiros houve uma avaliação conjunta de todos as variáveis consideradas e determinado qual dos dois coagulantes foi mais vantajoso para a empresa em termos de custos e performance.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

- **1ª etapa: Teste com sulfato de alumínio**

A partir do teste em bancada, com auxílio do jar teste, foi encontrado uma dosagem ideal de trabalho de 17 mg para o coagulante sulfato de alumínio. Aplicando esse valor na fórmula da dosagem (Fórmula 02), foi encontrado o volume de trabalho de 14,9 mL a cada 5 segundos, considerando a vazão de tratamento da ETA de 35 L/s, e uma concentração do coagulante diluído de 20%. Abaixo demonstra-se o cálculo para determinação da vazão.

$$VDSG \left(\frac{ml}{5s} \right) = \frac{35 \frac{l}{s} \times 17 \frac{mg}{L}}{2 \times 20\%} = 14,9 \text{ mL}/5s$$

O teste foi realizado durante 30 dias para cada coagulante para poder determinar se haveria mudanças significativas nas dosagens, como não houve, os cálculos foram baseados nos consumos diários para uma melhor apresentação dos dados financeiros.

Apesar da estação de tratamento estar ativa 24h/dia, o tempo de trabalho efetivo é de 22h devido aos intervalos de paralisação para almoço/janta do operador.

Portanto, considerando as 22h de trabalho diários (o equivalente a 79.200 segundos), foi consumido um volume de 236,0 L/dia de coagulante sulfato de alumínio

diluído. Aplicando esse valor na fórmula da diluição de soluções (fórmula 01), e considerando a concentração bruta do produto de 61,26%, conforme tabela do fornecedor, para a densidade de 1,32 mg/cm³, temos o consumo diário de 77,0 L/dia do coagulante sulfato de alumínio bruto para tratamento de um volume de 2.772,0 m³ de água bruta por dia. O demonstrativo dos cálculos estão abaixo.

$$V_{\text{coagulante bruto}} = \frac{20\% \times 236,0 \text{ l}}{61,26\%} = 77,0 \text{ L}$$

$$V_{\text{água bruta}} = \frac{35 \text{ L}}{\text{s}} \times \frac{22 \text{ h}}{\text{dia}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1000 \text{ l}} = 2.772,0 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

Além do gasto de 77,0 L do coagulante, ainda foram utilizados adicionalmente no tratamento da água 70 Kg de sal (Cloreto de Sódio), para a produção de cloro para desinfecção da água – e de 8 Kg de cal para ajuste do pH da água tratada.

- **2ª Etapa: Teste com policloreto de alumínio (PAC)**

Para a utilização do policloreto foi encontrado uma dosagem ideal no jar teste 9 mg. Aplicando esse valor na fórmula da dosagem (Fórmula 02) foi encontrado uma vazão de trabalho de 9,5 mL a cada 5 segundos, considerando a vazão de tratamento da ETA de 35 L/s, e uma concentração do coagulante diluído de 16,5%. Abaixo demonstra-se o cálculo para determinação da vazão.

$$VDSG \left(\frac{\text{ml}}{5\text{s}} \right) = \frac{35 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 9 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{2 \times 16,5\%} = 9,5 \text{ mL}/5\text{s}$$

Considerando as mesmas 22h de trabalho diário da primeira etapa, foi consumido um volume de 150,5 L/dia do coagulante diluído. Aplicando esse volume na fórmula da diluição (Fórmula 01) e considerando a concentração bruta do produto de 44,10%, conforme tabela do fornecedor, para a densidade de 1,28 mg/cm³, temos o consumo diário de 56,3 L/dia do coagulante policloreto de alumínio bruto para tratamento de 2772,0 m³ de água bruta. O demonstrativo dos cálculos estão abaixo.

$$V_{\text{bruto}} = \frac{16,5\% \times 150,5 \text{ l}}{44,10\%} = 56,3 \text{ L}$$

Além do gasto de 56,30 L do coagulante, ainda foram utilizados adicionalmente no tratamento da água 56,6 Kg de sal (Cloreto de Sódio) para a produção de cloro para desinfecção da água, porém não foi necessário a adição de nenhuma quantidade de cal para ajuste do pH da água tratada.

- **3ª Etapa: Pesquisa preço**

Para poder construir o fluxo de caixa com os custos e receitas do tratamento da água durante os períodos considerados, foi necessária uma pesquisa de preço dos coagulantes utilizados na pesquisa, e dos produtos utilizados adicionalmente no tratamento: o sal e a cal.

Os melhores preços encontrados, levando em conta reputação do fornecedor no mercado e uma matéria prima de qualidade, são descritos na tabela 2:

Tabela 02: Preço de mercado dos produtos utilizados no tratamento da água

INSUMOS	PREÇO UN. (R\$)	
SULFATO DE ALUMINIO (Kg)	R\$	0,90
POLICLORETO DE ALUMINIO (Kg)	R\$	1,74
SAL (saco de 25Kg)	R\$	31,00
CAL VIRGEM (saco de 20Kg)	R\$	70,00

Fonte: Autor.

- **4ª etapa: Construção dos fluxos de caixa**

Considerando os valores das matérias e o consumo de cada produto, tem-se abaixo as tabelas com os gastos diários do tratamento de água utilizando o sulfato de alumínio (tabela 03) e policloreto de alumínio (tabela 4), para tratar um volume de 2.772 m³ de água bruta:

Como os coagulantes tem seus preços negociados a quilo, é necessário fazer a conversão do consumo de litros para quilos:

$$\text{Consumo sulfato(Kg)} = \text{Volume (L)} \times \text{Densidade} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right) = 77,0 \times 1,32 = 101,6 \text{ Kg}$$

$$\text{Consumo PAC (Kg)} = \text{Volume (L)} \times \text{densidade} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right) = 56,3 \times 1,28 = 72,1 \text{ Kg}$$

Tabela 03: Custo diário com produtos químicos para tratamento da água utilizando sulfato de alumínio

	CONSUMO (Kg)	VALOR UN. (R\$)	CUSTO (R\$)
SULFATO DE ALUMÍNIO (Kg)	101,6	R\$ 0,90	R\$ 91,44
SAL (SACO 25 Kg)	70	R\$ 31,00	R\$ 86,80
CAL (SACO 20 Kg)	8	R\$ 70,00	R\$ 28,00
TOTAL:			R\$ 206,24

Fonte: Autor.

Tabela 04: Custo diário com produtos químicos para tratamento da água utilizando policloreto de alumínio (PAC)

	CONSUMO (Kg)	VALOR UN. (R\$)	CUSTO (R\$)
POLICLORETO DE ALUMÍNIO (PAC)	72,1	R\$ 1,74	R\$ 125,45
SAL (SACO 25 Kg)	56,6	R\$ 31,00	R\$ 70,18
CAL (SACO 20 Kg)	0	R\$ 70,00	R\$ 0,00
TOTAL:			R\$ 195,64

Fonte: Autor.

Além dos gastos com os insumos para tratamento da água bruta, foi considerado como outros custos da estação de tratamento de água durante o período de testes, o salário dos 04 operadores que se revezavam nas escalas durante o mês, e o custo com energia elétrica, para manter as bombas e os equipamentos de análise em funcionamento, conforme demonstrado na tabela 05:

Tabela 05: Outros custos da estação de tratamento de água

CUSTOS	VALOR MENSAL (R\$)	VALOR DIÁRIO (R\$)
SALÁRIO (4 OPERADORES)	R\$ 10.000,00	R\$ 333,33
ENERGIA ELÉTRICA	R\$ 1.850,00	R\$ 61,67
TOTAL:		R\$ 395,00

Fonte: Autor.

Para construção do fluxo de caixa, além de considerar os custos com os insumos do tratamento, salários e energia elétrica, foi necessário considerar um investimento inicial para a aquisição de uma quantidade mínima de cada coagulante que o fornecedor disponibiliza ao preço informado.

O carregamento mínimo de cada coagulante acordado com o fornecedor foi de 50.000L, o equivalente a 66.000 Kg de sulfato de alumínio e 64.000 Kg de policloreto de alumínio, correspondendo, respectivamente, a um investimento inicial de R\$59.400,00 e R\$111.360,00 reais.

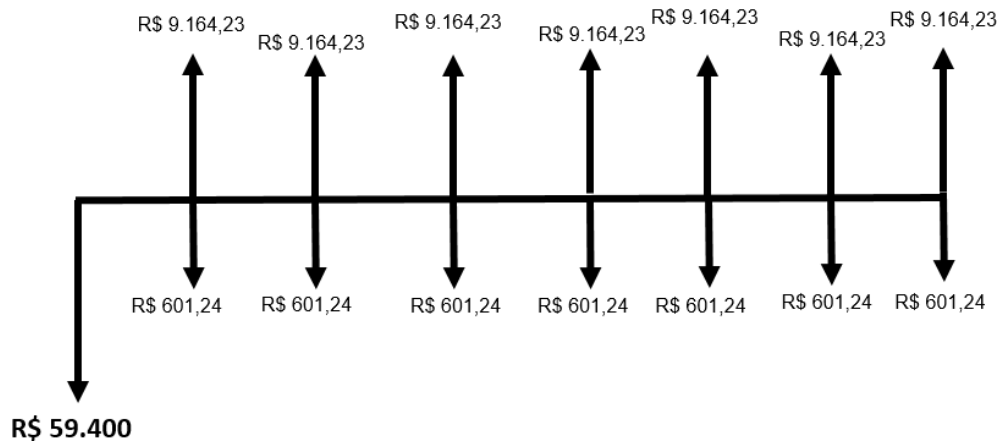
Conforme calculado, diariamente são tratados na ETA cerca 2.772 m³ de água bruta, entretanto, devido às perdas na distribuição e o uso de parte da água tratada para lavagem das unidades, 95% desse volume total chega à casa dos consumidores. Diante disso, apenas o valor de 2.633,4 m³ são convertidos em receita.

No momento da pesquisa, o preço do metro cúbico de água tratada pela empresa onde o trabalho foi desenvolvido, custa R\$3,48. Em consequência disso, diariamente, a receita gerada pela venda da água tratada, resulta-se em uma receita de R\$9.164,23.

Os fluxos de caixa apresentados nas imagens 06 e 07 foram feitos baseados nos cálculos de custos e receitas diários. No caso do coagulante sulfato de alumínio, a diferença dos custos e receitas gerava um lucro de R\$8.562,99 por dia. Como resultado, para suprir o investimento inicial de R\$59.400,00, foram necessários apenas 07 dias, ou seja, essa análise faz alusão ao payback do projeto, que se refere à quantidade de tempo que foi necessária para se recuperar o investimento inicial.

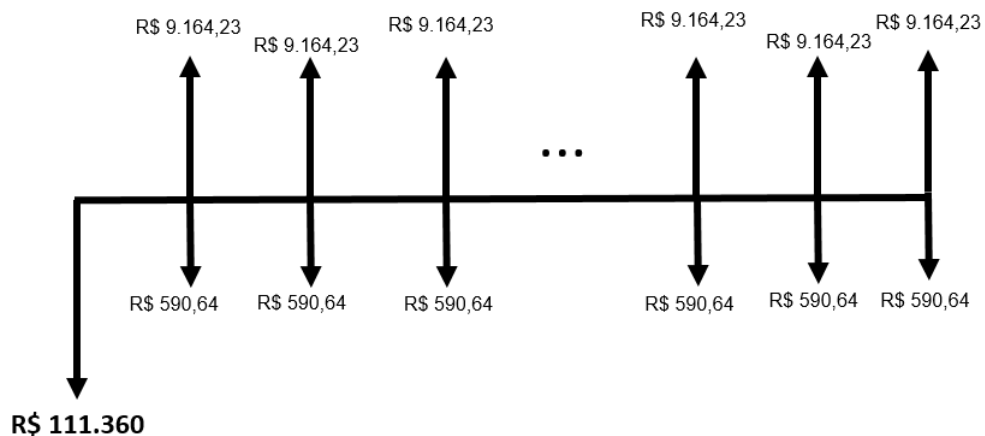
Já para o coagulante policloreto de alumínio, o lucro diário foi de R\$8.573,59, muito próximo ao valor obtido utilizando-se o sulfato, porém, como o investimento inicial para o PAC teve que ser maior, a quantidade de dias para se pagar o investimento também foi superior, consequentemente, o payback para o coagulante policloreto de alumínio foi superior ao sulfato de alumínio. No caso do coagulante PAC, foram necessários 15 dias para o investimento inicial ser pago.

Imagem 06: Fluxo de caixa referente ao uso do coagulante sulfato de alumínio



Fonte: Autor.

Imagem 07: Fluxo de caixa referente ao uso do coagulante policloreto de alumínio (PAC)



Fonte: Autor.

Para cálculo do VPL e do TIR foi considerado o período de 30 dias para cada coagulante, de acordo com o tempo de teste de cada um, para uma demonstração mais realista dos dados financeiros alcançados com a pesquisa.

Para cálculo da taxa de juros diária, foi utilizado a taxa de 0,83% a.m, referente a taxa SELIC do mês de maio/24, que foi aplicada na fórmula 05:

$$\text{Taxa de juros diária} = (1 + 0,83)^{\frac{1}{30}} - 1 = 0,02\% \text{ a. d}$$

Após cálculo da taxa de juros diário, o valor de 0,020% foi utilizado na fórmula 03, para cálculo dos VPL's, de ambos os coagulantes, e encontrado os valores de R\$188.170,36 para o projeto que utiliza o coagulante sulfato de alumínio e de

R\$136.276,82 para o projeto que utiliza o policloreto de alumínio. Como os dois VPL's resultaram em valores superiores a zero, ambos são considerados viáveis.

Por fim, para encontrar a taxa interna de retorno de cada projeto, o VPL de ambos foi igualado a zero, conforme fórmula 04, e encontrado os valores de TIR's de 14,1% para o sulfato de alumínio, e de 6,4% para o policloreto de alumínio. Quando comparado à taxa SELIC de 0,83% a.m, que foi considerada como a taxa mínima de atratividade para esse estudo, os dois projetos são superiores a ela, e, portanto, viáveis.

4. CONCLUSÃO:

Conforme já era esperado, ambos os coagulantes apresentaram resultados satisfatórios em relação à remoção da turbidez da água bruta, mas em relação à análise de viabilidade econômico-financeira, que era o objetivo desse trabalho, no período considerado de 30 dias, o sulfato de alumínio apresentou resultados superiores ao policloreto de alumínio.

Vale destacar, que quando considerado apenas o custo do tratamento da água, o policloreto de alumínio mesmo tendo seu custo unitário maior, se mostra mais vantajoso, uma vez que com a sua utilização consegue reduzir a quantidade de sal utilizada para desinfecção e zera a quantidade de cal para ajuste do pH da água. Porém, por ter seu custo unitário mais caro e ser necessário um investimento inicial maior em relação ao outro coagulante, ele passa a não ser mais tão vantajoso econômico financeiramente.

Outro ponto de destaque é que essa análise foi feita nos períodos de dezembro e janeiro, considerando turbidez maiores e um maior gasto de coagulantes no tratamento, logo, esse valor não pode ser considerado fixo para todos os meses do ano, pois pode haver variações nas dosagens de produtos e nos volumes de água tratados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Livros Impressos:

LIMA, F. R. S. DE. **Viabilidade econômica e financeira de projetos**. Volta Redonda, RJ: FERP, 2019.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada**. São Carlos, SP: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Carlos, 2001.

SOUZA, W. **Tratamento de Água - Ebook (3)**. CEFET - RN, 2007.

Livros Digitais:

ARAGÃO, A.; OLIVEIRA, R. Considerações Iniciais sobre a Lei N° 14.026/2020 - Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico. Em: POZZO, A. (Ed.). **O Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2021.

<https://www.jusbrasil.com.br/doutrina/secao/2-consideracoes-iniciais-sobre-a-lei-n-14026-2020-novo-marco-regulatorio-do-saneamento-basico-1-secao-aspectos-gerais-do-novo-marco/1188259501>

SEBRAE/BA. **Como fazer análise de viabilidade econômico e financeira de sua empresa**. Bahia: Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Bahia – Sebrae/BA, 2019.

https://sebraeatende.com.br/system/files/como_fazer_analise_de_viabilidade_economica_e_financeira_de_sua_empresa.pdf

Material da Internet:

BRASIL, BANCO CENTRAL DO. **Taxa Selic**. Disponível em: <<https://bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic>>. Acesso em: 21 de mai. 2024.

EMPIRICUS, E. **Taxa Mínima de Atratividade: o que é, como funciona e como calcular esse indicador?** Disponível em: <<https://www.empiricus.com.br/explica/taxa-minima-de-atratividade>>. Acesso em: 21 mai. 2024.

IDINHEIRO. Calculadora de taxas equivalentes. Disponível em: <<https://www.idinheiro.com.br/calculadoras/calculadora-de-taxas-equivalentes/>>. Acesso em: 09 de jun. de 2024.

INDICADORES, BRASIL. **Valor atual, acumulado e histórico da Taxa Selic**. Disponível em: <<https://brasilindicadores.com.br/selic>>. Acesso em: 09 de jun. 2024.

MARTINS, J. **Como utilizar um estudo de viabilidade na gestão de projeto**. Disponível em: <<https://asana.com/pt/resources/feasibility-study>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

ONU, O. DAS N. U. **Água potável: direito humano fundamental**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/55564-%C3%A1gua-pot%C3%A1vel-direito-humano-fundamental>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

PRATES, L. **Entenda sobre a Taxa Mínima de Atratividade: o que é, quando usar**. Disponível em: <<https://puconsultoriajr.com.br/taxa-minima-atratividade/>>. Acesso em: 14 out. 2023.

SABESP. **Tratamento de Água**. Disponível em: <<https://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=47>>. Acesso em 20 mar. 2024.

SCHIMIDT, A. R. **Análise da utilização do policloreto de alumínio (PAC) e sulfato de alumínio na eliminação de turbidez de água de abastecimento.**

Disponível em: < <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/22602>>. Acesso em 18 de outubro de 2023.