

ESTUDO TÉCNICO PRELIMINAR ANÁLISE DE ALTERNATIVAS PARA AQUISIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS PARA O TRATAMENTO DE ESGOTO

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. Identificação Estudo Técnico Preliminar

Nome do Estudo: Estudo Técnico Preliminar (ETP) para análise de alternativas para aquisição de produtos químicos para o tratamento de esgoto.

Área Solicitante: Coordenadoria de Estações de Tratamento de Esgoto

1.2. Introdução

O presente documento caracteriza a primeira etapa da fase de planejamento e apresenta os devidos estudos para a contratação de solução que atenderá à necessidade abaixo especificada.

O objetivo principal é estudar detalhadamente a necessidade e identificar no mercado a melhor solução para supri-la, em observância às normas vigentes e aos princípios que regem a Administração Pública.

Neste contexto, o presente documento apresenta o estudo técnico preliminar que visa assegurar a viabilidade (técnica e econômica) da contratação pretendida e o levantamento dos elementos essenciais que servirão para compor o anteprojeto, o termo de referência ou o projeto básico a serem elaborados caso se conclua pela viabilidade da aquisição/contratação.

1.3. Objeto

Aquisição de produtos químicos para o tratamento de esgoto.

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

2.1 Descrição do problema ou necessidade (art. 18, § 1º - I, da Lei 14.133/2021, art. 6º, I, do Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

Esgoto, efluente ou águas servidas são todos os resíduos líquidos provenientes de indústrias e domicílios e que necessitam de tratamento adequado. O tratamento de esgoto é extremamente importante para a saúde pública e para o meio ambiente, portanto o tratamento adequado é essencial para a preservação dos recursos hídricos e a melhoria da qualidade de vida da população.

O SAMAE conta atualmente com quatro Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) distribuídas pela cidade de Jaraguá do Sul, tendo cada uma delas particularidades no modo de tratamento, operação e exigências legais; sendo assim, a aplicação de produtos químicos com diferentes funções visa garantir que o efluente sanitário seja descartado no corpo receptor dentro dos padrões de qualidade exigidos pela legislação ambiental.

A ETE Figueira é a única estação que além do tratamento biológico realiza o tratamento físico-químico do esgoto. Após a fase preliminar e a passagem pelo reator RALF inicia-se o tratamento físico-químico com produto coagulante. Na fase final de tratamento ocorre o processo de desinfecção e adição de agente antiespumante. No tratamento de lodo utilizam-se polímeros para adensamento e desaguamento de lodo.

As ETE's Água Verde e São Luís possuem tratamento unicamente biológico, portanto utiliza-se somente o produto químico polímero na fase de tratamento de lodo.

Já na ETE Nereu Ramos utiliza-se o produto químico inibidor de gás sulfídrico no início do tratamento primário e na fase final é realizada a desinfecção do efluente tratado.

Na sequência são apresentados os fluxogramas de tratamento das quatro ETE's do SAMAE.

FIGURA 01 – Tratamento de Esgoto – ETE Figueira

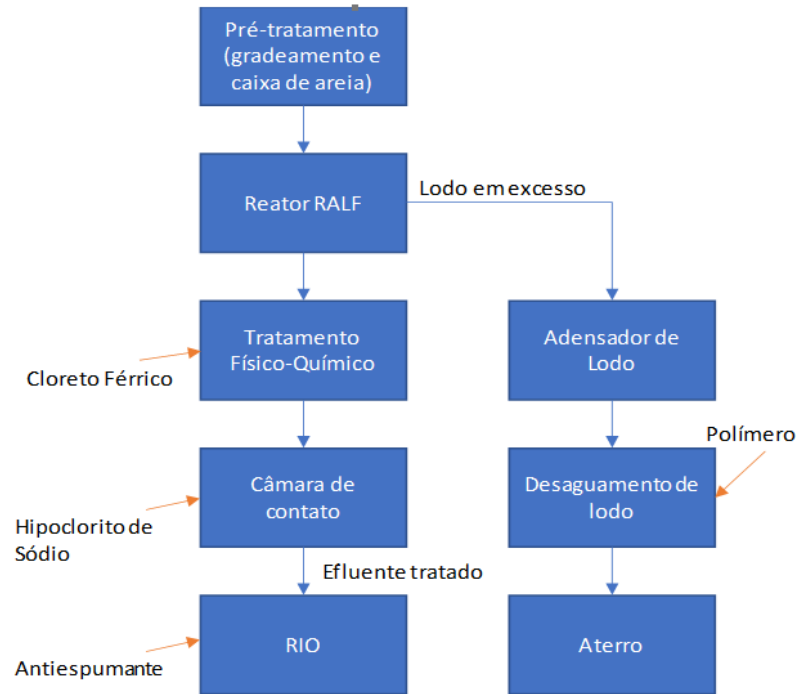


FIGURA 02 – Tratamento de Esgoto – ETE São Luís

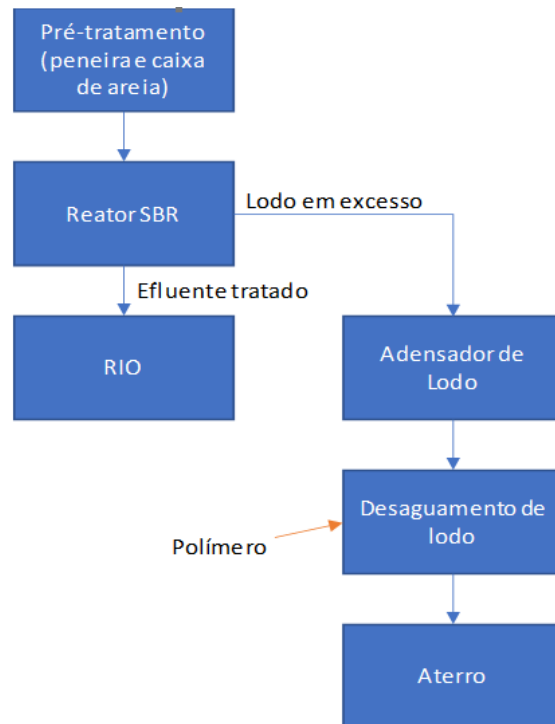


FIGURA 03 – Tratamento de Esgoto – ETE Água Verde

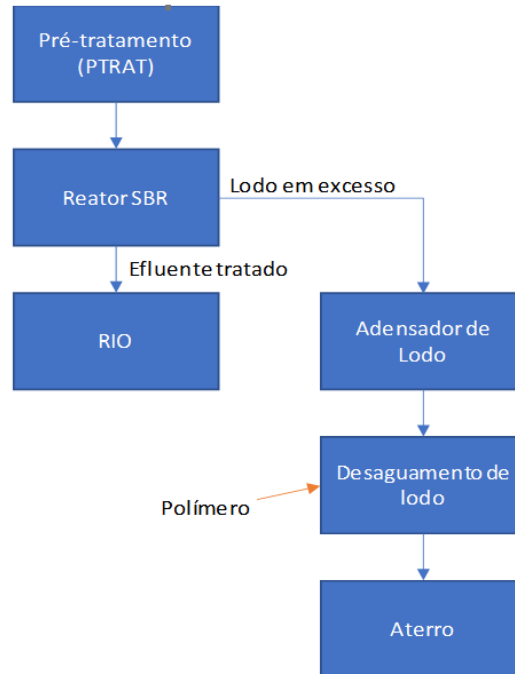
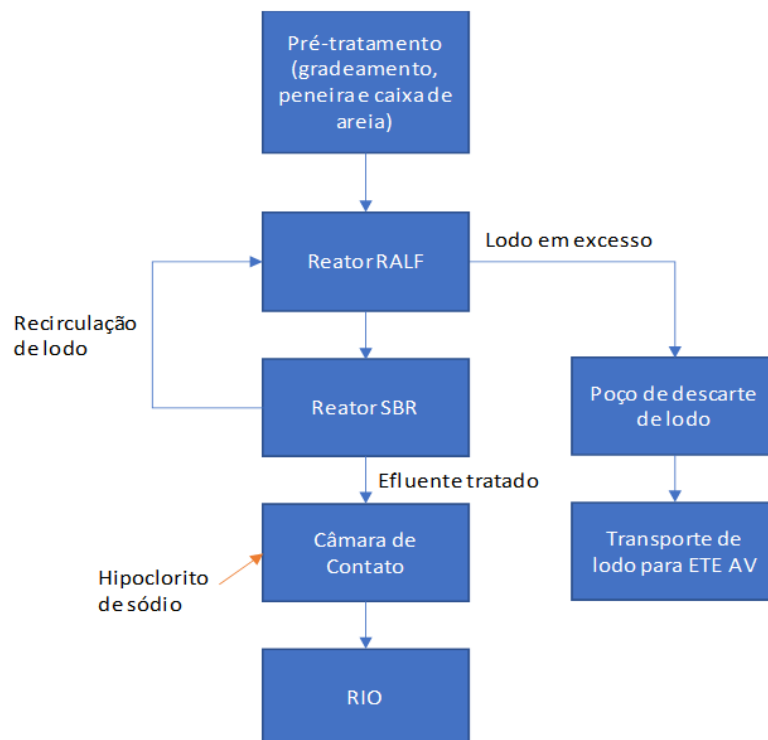


FIGURA 04 – Tratamento de Esgoto – ETE Nereu Ramos



2.1. Alinhamento entre a Contratação e o Planejamento da Administração (art. 11, Parágrafo Único, da Lei 14.133/2021, art. 6º, XIII, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

Conforme Plano Anual de Contratações do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Jaraguá do Sul, o processo de contratação do objeto deste estudo deverá acontecer no mês de setembro de cada ano.

3. PROSPECÇÃO DE SOLUÇÕES

Este item do Estudo Técnico tem a finalidade de apresentar diferentes propostas de soluções para atender as demandas em questão. Considerando o que foi mencionado na “descrição do problema ou necessidade”.

- a. **Levantamento de mercado, que consiste na análise das alternativas possíveis, e justificativa técnica e econômica da escolha do tipo de solução a contratar** (art. 6º, III, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

As ETE's do SAMAE já utilizam diversos produtos químicos nos seus processos de tratamento, os quais foram estudados e testados ao longo do tempo, comprovando sua eficiência. Para quaisquer substituição ou adição de novos produtos químicos é necessária a realização de estudos detalhados e testes em planta para verificar a eficácia e o comportamento desses produtos nos processos de tratamento, assim como a análise de custo x benefício.

Atualmente as ETE's utilizam alguns produtos químicos, de acordo com a função que cada um desempenha no tratamento, sendo eles: coagulante, floculante, desinfetante, antiespumante e inibidor de gás sulfídrico.

TABELA 01 – Produtos Químicos utilizados nas ETE'S

| Produto Químico | Função |
|----------------------------|--|
| Cloreto Férrico | Coagulação do esgoto |
| Hipoclorito de Sódio | Desinfecção do esgoto tratado |
| Antiespumante | Eliminação de espumas geradas durante o tratamento final de esgoto |
| Polímero Catiônico | Desaguamento de lodo |
| Polímero Não Iônico | Adensamento de lodo |
| Inibidor de Gás Sulfídrico | Inibir o gás sulfídrico, causador de odores indesejáveis |

1. COAGULAÇÃO

O coagulante é uma substância química utilizada no tratamento de esgoto para promover a coagulação e a floculação das impurezas. Sua função principal é agrupar partículas suspensas, como sólidos, coloides e materiais orgânicos, formando aglomerados maiores chamados flocos. Esses flocos são mais fáceis de serem removidos do meio líquido, facilitando o processo de clarificação. O coagulante ajuda a aglutinar essas partículas, tornando-as mais pesadas e permitindo sua sedimentação ou flotação, dependendo do sistema de tratamento utilizado. Dessa forma, o coagulante desempenha um papel fundamental na clarificação do efluente e na remoção de impurezas, contribuindo para a eficácia do processo de tratamento de esgoto.

Existem diferentes coagulantes que podem ser aplicados no tratamento de esgoto, os mais comumente aplicados são: sulfato de alumínio, policloreto de alumínio, cloreto férrico e coagulantes naturais.

1.1 Soluções possíveis de produtos químicos **coagulantes**

1.1.1 Sulfato de Alumínio

Também conhecido como alúmen, é um dos coagulantes mais comuns e eficazes. O sulfato de alumínio é altamente eficaz na remoção de partículas coloidais, como argila, matéria orgânica e substâncias dissolvidas na água. Este coagulante é eficaz em uma ampla faixa de pH, tornando-o adequado para tratamento em uma variedade de condições, no entanto, seu efeito coagulante depende basicamente do pH. O pH ótimo para coagulação com sulfato de alumínio geralmente varia entre 5,5 e 7,5.

Em relação as vantagens do sulfato de alumínio destacam-se a eficiência de remoção e baixo custo; no entanto, seu uso está sendo questionado com o passar do tempo. Isso acontece porque pode-se encontrar alumínio residual no efluente tratado em quantidades fora dos padrões permitidos pela legislação.

Este produto é fornecido em sua forma sólida/granulada, para preparo de solução in loco e na forma líquida concentrada.

1.1.2 Policloreto de Alumínio – PAC

O Policloreto de Alumínio (PAC) é um coagulante altamente básico, é um polímero inorgânico catiônico pré-polymerizado de elevado peso molecular, isto é, forma flocos mais rapidamente e de maneira mais eficiente; é reconhecido por sua eficácia na aglomeração de partículas e no aumento da taxa de decantação. Comercialmente é conhecido como PAC e disponibilizado em várias concentrações, na forma líquida, como PAC23 (23%), PAC18 (18%), PAC15 (15%), PAC12 (12%) e PAC10 (10%). O PAC tende a ser mais eficaz em uma ampla faixa de pH, o que pode reduzir ou eliminar a necessidade de ajustes de pH adicionais, além disso, geralmente produz menos lodo em comparação a outros coagulantes, o que facilita o manejo e descarte do lodo.

Os destaques da aplicação do PAC nos tratamentos incluem sua eficiência nos processos de coagulação, floculação e decantação subsequente; maior capacidade de reduzir a turbidez em comparação com outros coagulantes; disponibilidade em uma variedade de formulações, incluindo alta e baixa basicidade; e menores impactos ambientais, devido à pequena liberação de alumínio residual.

1.1.3 Cloreto Férrico

O cloreto férrico (FeCl_3) é um composto líquido de tonalidade castanha, caracterizado por sua natureza ácida e alta solubilidade em água. É altamente eficaz na precipitação de fósforo, formando fosfato férrico insolúvel, que pode ser removido do efluente. Pode ainda ajudar na redução de odores ao precipitar compostos de enxofre, como o sulfeto de hidrogênio.

Quando comparado ao PAC e ao sulfato de alumínio, o cloreto férrico destaca-se por sua alta adaptabilidade, atuando em uma ampla faixa de pH (4 a 11), e por acelerar a velocidade de sedimentação ao permitir a formação de flocos grandes, rígidos e pesados.

O cloreto férrico é uma opção eficaz e amplamente utilizada no tratamento de esgoto, especialmente em sistemas que necessitam de remoção eficiente de fósforo, metais pesados, e controle de turbidez e cor. Embora seja corrosivo, suas vantagens em termos de eficiência de coagulação e precipitação muitas vezes superam esta desvantagem, tornando-o uma escolha popular em muitas instalações de tratamento de efluentes.

1.1.4 Coagulantes Naturais

Os coagulantes naturais são substâncias provenientes de fontes orgânicas (baseados ou não em plantas) que podem ser utilizadas para promover a coagulação de partículas durante o tratamento.

Entre os tipos de coagulantes naturais, o tanino e a quitosana são os que apresentam maior relevância. Com relação ao tanino, é um nome geral atribuído a grandes compostos de polifenol obtidos de materiais naturais, como o extrato orgânico de casca de árvore (acácia negra) e madeira. Sua forma líquida é a mais comumente utilizada, apresentando uma aparência similar ao xarope, é caracterizado por ser escuro, viscoso, possuir pH ácido e propriedades catiônicas. A Quitosana é um composto obtido a partir da quitina, um polímero natural extraído das carapaças de camarões, siris, caranguejos e lagostas. É não tóxica, biodegradável e segura de manusear. Os efluentes gerados por ela podem ser descartados com um impacto ambiental menor do que aqueles que usam o metal comum e o polímero sintético.

Embora os coagulantes naturais tenham comprovada capacidade para remoção de turbidez e sejam eficientes, eles ainda são pouco utilizados e mais difíceis de adquirir, além de geralmente apresentarem um custo superior em comparação aos coagulantes sintéticos. São biodegradáveis e menos agressivos ao meio ambiente, sendo uma alternativa mais ecológica em comparação aos coagulantes químicos. Geralmente, maiores quantidades de coagulante natural podem ser necessárias para alcançar o mesmo nível de tratamento que um coagulante químico. Coagulantes naturais podem ser menos eficientes em comparação com coagulantes químicos, especialmente em efluentes com altas concentrações de sólidos suspensos ou em ambientes com pH variado, que é o caso da ETE Figueira, cujo processo exige remoção mais robusta de contaminantes.

1.2 Comparação entre produtos químicos **coagulantes**

As ETE's do SAMAE já vêm há anos realizando testes para verificar a eficiência e a aplicabilidade de diferentes tipos de coagulantes.

Considerando a forma de apresentação dos coagulantes, a opção mais viável para o tratamento na ETE Figueira é o coagulante líquido concentrado, pois não existe local adequado para a diluição do produto sólido, considerando também a facilidade de aplicação do produto líquido, portanto qualquer coagulante na forma sólida seria inviável.

O pH no tratamento do esgoto é um dos fatores mais importantes para se obter uma boa eficiência do processo. O pH do esgoto normalmente varia entre 6,5 e 8,5; sendo considerado neutro a levemente alcalino.

Na ETE Figueira, no ponto de aplicação do coagulante, o valor médio do pH se encontra acima de 7,0, podendo chegar próximo ao pH 8,0; portanto, o sulfato de alumínio não seria o produto mais adequado devido ao seu pH ótimo para coagulação apresentar caráter mais ácido e variar entre 5,5 e 7,5. Além disso, uma das características do sulfato de alumínio é a redução do pH do esgoto tratado, o que poderia levar à necessidade de correção deste parâmetro com o uso de outro produto químico alcalinizante, o que ocasionaria em aumento de custos no tratamento.

Os coagulantes PAC e coagulante natural Tanino já passaram por estudo e testes nas ETE's Figueira e Nereu Ramos, no entanto, não foram eficientes no processo de tratamento, pois ocorreu a flotação de partículas, fato este que é altamente indesejado no tratamento.

Desta forma, manter a aplicação de cloreto férrico é ainda a alternativa tecnicamente mais vantajosa para a Autarquia em função dos bons resultados gerados no tratamento, além do custo do produto ser similar ao dos demais coagulantes.

2. DESINFECÇÃO

A desinfecção é um processo que visa eliminar ou inativar microrganismos patogênicos presentes no esgoto tratado, garantindo níveis aceitáveis dentro da legislação ambiental, tornando-o seguro para retorno ao meio ambiente. Os fatores mais importantes que influenciam a desinfecção são: natureza e concentração do agente desinfetante, tempo de contato, temperatura, número e tipo de microrganismos presentes e qualidade da água residual a ser desinfetada.

Existem vários produtos disponíveis para a desinfecção, incluindo cloro, na forma líquida, sólida ou gás; dióxido de cloro, ozônio e radiação ultravioleta (UV). Entre esses, o cloro é o mais amplamente utilizado devido à sua eficácia, disponibilidade, facilidade de aplicação e baixo custo.

2.1 Soluções possíveis de produtos químicos **desinfetantes**

2.1.1 Hipoclorito de sódio

O hipoclorito comercial, na forma líquida, em concentração de 10 a 12% é um dos agentes desinfetantes mais comuns encontrados em estações de tratamento. Suas principais vantagens são o baixo custo e menor

complexidade no sistema de tratamento, é fácil de manusear e aplicar, e pode ser dosado automaticamente em plantas de tratamento de esgoto. É altamente eficaz na eliminação de uma ampla gama de microrganismos patogênicos, garantindo a segurança do efluente tratado.

2.1.2 Hipoclorito de cálcio

O hipoclorito de cálcio é um composto químico amplamente utilizado como agente desinfetante, é conhecido por sua eficácia na eliminação de bactérias, vírus e outros microrganismos patogênicos, sendo uma opção eficiente e segura para a desinfecção.

É disponibilizado na forma granular ou em pastilhas, o que facilita o manuseio e o armazenamento, especialmente em sistemas de tratamento de médio a pequeno porte. Uma das principais vantagens desse desinfetante é sua estabilidade e longa vida útil, permitindo que ele mantenha suas propriedades desinfetantes por um período prolongado. Além disso, ele é menos corrosivo do que outros compostos de cloro, reduzindo o desgaste dos equipamentos. No entanto, a sua solubilidade é menor em comparação ao hipoclorito de sódio, o que pode requerer um sistema de dissolução adequado para sua aplicação.

2.1.3 Dióxido de cloro

O dióxido de cloro (ClO_2) possui excelentes propriedades bactericidas, virucidas, esporocidas e algicidas e, devido a isso, é usado como desinfetante de efluente doméstico, bem como inibidor de crescimento de algas. O dióxido de cloro foi estudado como um dos substitutos do cloro por ser um desinfetante de ação rápida, igual ou superior ao cloro na inativação de bactérias e vírus, sendo mais efetivo na destruição de cistos de protozoários patogênicos. Ao contrário do cloro, as propriedades oxidantes e desinfetantes do dióxido de cloro permanecem praticamente inalteradas em uma grande faixa de pH (de 4 a 10). O dióxido de cloro, à temperatura ambiente, é um gás verde-amarelado e parece-se com o cloro na aparência e no odor. No estado gasoso, é altamente instável e pode tornar-se explosivo se sua concentração no ar for superior a 10% em volume. Como o dióxido de cloro é um gás relativamente instável, ele não pode ser comprimido ou liquefeito e deve, assim, ser gerado *in situ*, a partir de reação química de hipoclorito de sódio e ácido clorídrico, e utilizado com água de arraste para evitar a formação de ClO_2 em concentração explosiva.

2.1.4 Radiação Ultravioleta (UV)

No tratamento de efluentes domésticos, a radiação UV mostra-se altamente competitiva com a cloração. O emprego da radiação UV, por se tratar de um processo físico, é uma importante alternativa à desinfecção química de águas residuais, eliminando a necessidade de gerir, manusear, transportar e armazenar produtos químicos tóxicos, perigosos e corrosivos, além de não gerar efeitos residuais prejudiciais ao homem ou vida aquática. É considerado um processo simples e pouco exigente em termos de operação e manutenção, além de não gerar subprodutos tóxicos de cloro nos efluentes tratados, como os organoclorados (trihalometanos e outros). Basicamente, a desinfecção com ultravioleta é conseguida pela exposição dos microrganismos presentes no esgoto à radiação emitida por lâmpadas ultravioleta. Essa exposição do efluente à radiação UV é feita em canais ou em tubagens sob pressão, designados de reatores fotoquímicos, fotorreatores ou simplesmente reatores UV. Uma das desvantagens é que sua eficiência é prejudicada com a presença de sólidos suspensos totais e turvação do efluente e os custos da desinfecção UV não são competitivos com a cloração convencional.

2.1.5 Ozônio

O ozônio é um gás azul claro composto de três átomos de oxigênio (O_3). A ozonização é um método de tratamento onde o ozônio é gerado no local e introduzido na água para eliminar uma ampla gama de compostos orgânicos e micro-organismos. Embora o ozônio seja um desinfetante bastante utilizado para águas de abastecimento, ele não é muito aplicado para desinfecção de águas residuárias em função da alta exigência, em quantidade de ozônio. Devido ao alto potencial de oxidação do ozônio, há certa preocupação quanto à natureza

dos subprodutos formados e sua possível toxicidade (formação de compostos específicos - aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos) como subprodutos da ozonização.

2.2 Comparação entre produtos químicos **desinfetantes**

O hipoclorito de cálcio é um produto disponibilizado na forma sólida, portanto necessita de dissolução para aplicação, tornando-se menos prático. O dióxido de cloro exige instalação de equipamento para produção *in loco* e é um tipo de sistema que exige mais cuidados devido aos riscos que oferece, pois em concentrações acima de 10% torna-se explosivo, portanto não seria a melhor opção. A desinfecção por radiação UV exige adaptações das instalações e apesar das vantagens, economicamente possui custo mais elevado para instalação e manutenção. O ozônio, por se tratar de uma gás, não se torna atrativo para desinfecção nas ETE's, principalmente em sistema de descarte em batelada.

Nas ETE's Figueira e Nereu Ramos utiliza-se o cloro na forma de hipoclorito de sódio líquido, com concentração de 10 - 12% para a desinfecção devido à sua praticidade, facilidade de dosagem, baixo custo e eficiência comprovadas, portanto, entre todas as opções disponíveis no mercado, o cloro na forma de hipoclorito de sódio continua sendo a opção mais vantajosa para a Autarquia.

3. ELIMINAÇÃO DE ESPUMAS

3.1 Soluções possíveis de produtos químicos **antiespumantes**

Antiespumantes são aditivos químicos desenvolvidos para prevenir e/ou reduzir a formação de espumas no tratamento, é composto por uma combinação de ingredientes ativos que reduzem a tensão superficial do líquido, interrompendo a formação e a estabilização das bolhas de espuma. Os antiespumantes são emulsões que possuem caráter não-iônico, podendo ser a base de água, silicone ou óleo.

3.2 Comparação entre produtos químicos **antiespumantes**

Os antiespumantes a base de silicone são geralmente preferidos devido a melhor estabilidade e maior poder antiespumante em concentrações muito pequenas. O seu uso é necessário para o atendimento das legislações ambientais, as quais não permitem que o lançamento do efluente tratado cause espuma no corpo receptor.

Alguns testes de bancada foram realizados ao longo dos anos no SAMAE com vários tipos de antiespumantes, tanto a base de água como a base de silicone. Poucos foram aprovados, atingindo o resultado esperado, considerando-se as concentrações a serem dosadas e o custo x benefício. Desta forma, os antiespumantes a base de silicone continuam sendo os mais eficientes para o tratamento de espumas na ETE Figueira.

4.FLOCULAÇÃO E AUXILIAR DE FLOCULAÇÃO

Floculantes são utilizados no tratamento dos resíduos gerados no processo, comumente chamados de lodo. Este lodo é removido dos reatores, sendo direcionado ao adensador e posteriormente desagudado em equipamento do tipo prensa. Os produtos químicos, conhecidos como polímeros, são aplicados para possibilitar a aglutinação do lodo, tanto na fase de adensamento quanto no momento do deságue, visando promover a separação sólido-líquido. O resíduo líquido (clarificado) retorna ao tratamento de esgoto e o resíduo sólido (torta) segue para descarte em aterro.

Os polímeros podem ser sintéticos ou naturais. São também classificados de acordo com a carga elétrica que possuem em solução aquosa (catiônicos, aniônicos ou não-iônicos), sua densidade de carga elétrica (baixa, média ou alta) e seu peso molecular (baixo, médio, alto ou muito alto).

4.1 Soluções possíveis de produtos químicos **floculantes**

TABELA 2 - Classificação de polímeros de acordo com a carga elétrica

| | POLÍMERO | | |
|------------------------------|---|--|--|
| | Catiônico | Aniônico | Não-iônico |
| Carga elétrica | - Positiva | - Negativa | - Neutra |
| Descrição | - Alta capacidade de floculação e desaguamento de lodo; - Efetivo em interagir com partículas negativas. | - Eficaz na floculação de partículas positivas; - Menos eficaz na floculação de lodo comparado aos catiônicos; - Pode ajudar na clarificação de águas residuais específicas. | - Aplicação mais restrita; - Menos comum no tratamento de lodo; - Utilizado em combinações com outros tipos de polímeros para ajustar o comportamento desejado. |
| Aplicações principais | - Desaguamento de lodo; Floculação; Clarificação; - Tratamento de águas residuais municipais e industriais. | - Floculação de água; - Clarificação; - Processos onde carga negativa é desejada; - Águas residuais industriais. | - Floculação onde a carga iônica não é crítica; - Formação de flocos em alguns casos; - Os polímeros neutros podem ajudar a melhorar a eficácia do tratamento quando combinados com outros polímeros carregados. |
| Exemplos | - Poliamidas catiônicas; - Polímeros de amônio quaternário. | - Poliacrilatos; - Poliacrilamidas aniônicas. | - Poliacrilamida não carregada. |

TABELA 3 - Classificação de polímeros de acordo com o peso molecular

| | POLÍMERO | |
|---|--|--|
| | Alto Peso Molecular (APM) | Baixo Peso Molecular (BPM) |
| Peso Molecular | - > 1 milhão de daltons (g/mol); - Cadeias longas e uma alta capacidade para formar redes complexas e entrelaçadas de flocos; | - < 100 mil daltons (g/mol); - Cadeias curtas e menos pontos de ligação cruzada; |
| Viscosidade | - Alta, aumenta a viscosidade da solução; | - Baixa, menor viscosidade; |
| Capacidade de Floculação | - Alta, forma flocos grandes e estáveis, mais fáceis de remover do sistema; | - Menor, flocos menores e menos estáveis; |
| Eficácia no desaguamento de lodo | - Alta, eficaz na remoção de lodo com alta concentração de sólidos; | - Menor, menos eficiente em lodo concentrado; |
| Custo | - Geralmente mais alto; | - Geralmente mais baixo; |
| Aplicações comuns | - Tratamento de esgoto, indústria de papel, tratamento de água potável. | - Tratamento de águas residuais, aplicações onde flocos menores são adequados; - Situações onde a floculação não precisa ser tão intensa ou quando a velocidade de formação de flocos é a prioridade. |

TABELA 4 - Classificação de polímeros de acordo com o densidade de carga

| | POLÍMERO | | |
|------------------------------|--|---|--|
| | Baixa densidade de carga | Média densidade de carga | Alta densidade de carga |
| Descrição | - Contêm uma baixa quantidade de grupos carregados por unidade de massa ou volume; - Têm uma interação menos intensa com as partículas carregadas na água. | - Contêm uma quantidade moderada de grupos carregados; - Eles oferecem um equilíbrio entre interação e aglomeração das partículas. | - Contêm uma alta quantidade de grupos carregados por unidade de massa ou volume; - Esses polímeros têm uma interação mais intensa com as partículas carregadas, o que pode promover uma floculação mais rápida e eficaz. |
| Aplicações principais | - São frequentemente usados em situações onde uma floculação suave é desejada e onde as partículas de lodo não têm uma carga excessiva; - São úteis em processos de desaguamento de lodo e em algumas aplicações de clarificação. | - São utilizados em uma ampla gama de aplicações de tratamento de lodo, incluindo floculação e desaguamento, onde é necessário um controle mais preciso da interação com as partículas de lodo. | - São utilizados em processos onde uma floculação rápida e forte é necessária, como em águas residuais industriais com alta carga de sólidos e onde um tratamento eficaz do lodo é crítico. |
| Exemplos | - Poliacrilamidas com baixa densidade de carga. | - Poliacrilamidas com densidade de carga média, que podem ser aniônicas, catiônicas ou não-iônicas. | - Poliacrilamidas com alta densidade de carga, como polímeros altamente aniônicos ou catiônicos. |

4.2 Comparação entre produtos químicos **floculantes**

A escolha do tipo de polímero para tratamento de esgoto depende da natureza das partículas presentes no lodo e das características específicas do processo de tratamento. Polímeros com cargas opostas ajudam na neutralização e aglomeração das partículas, facilitando sua remoção do sistema.

Atualmente os polímeros utilizados nas ETE's são adquiridos na forma sólida, visto que as prensas desaguadoras de lodo possuem equipamentos preparadores de polímero, os quais fazem a diluição automática do produto.

Conforme a classificação dos polímeros e testes realizados nas ETE's ao longo dos anos, são utilizados os polímeros não-iônico e catiônico no tratamento de lodo. O polímero não-iônico, devido às suas características técnicas, é o mais apropriado para a fase de adensamento do lodo, enquanto o polímero catiônico de alto peso molecular e alta densidade de carga é o mais eficiente para o processo de deságue do lodo.

O uso do polímero ideal para o tratamento de lodo influencia diretamente no custos de destinação final do lodo tratado, visto que, quanto melhor e mais eficiente for o processo de deságue, obtendo-se uma torta com maior teor de sólidos e menos líquido, reduz-se significativamente os custos com transporte e destinação destes resíduos.

5. INIBIÇÃO DE GÁS SULFÍDRICO

5.1 Soluções possíveis de produtos químicos **inibidores de gás sulfídrico**

A presença de sulfetos, principalmente o sulfeto de hidrogênio (H₂S), é responsável pela geração de odores desagradáveis e pelo processo de corrosão nas instalações de coleta e tratamento de esgotos.

Frequentemente o processo de geração de odores nos esgotos se dá principalmente em decorrência da atividade biológica, por meio da decomposição anaeróbica de compostos orgânicos.

As soluções de engenharia que têm sido propostas para este problema são: injeção de ar, aplicação de oxigênio, adição de cloro, adição de peróxido de hidrogênio, adição de permanganato de potássio, adição de sais de ferro, aumento do pH, adição de antraquinona, adição de ozônio, agentes mascarantes, lavagem de gases, adsorção em carvão ativado, biofiltros, enclausuramento, incineração, ventilação, radiação ultravioleta, barreiras de descargas dielétricas, fotocatalise heterogênea e a aplicação de nitrato de amônia.

5.2 Comparação entre produtos químicos **inibidores de gás sulfídrico**

Estudos e testes foram realizados com diferentes tipos de produtos com a finalidade de inibir a propagação de gases odoríferos na ETE Nereu Ramos. O objetivo é a aplicação de um produto sequestrante/inibidor de H₂S, injetado diretamente no esgoto bruto, já na entrada da estação de tratamento. Para a seleção do produto a ser utilizado alguns fatores devem ser considerados como o ponto de aplicação, os efeitos no esgoto e no lodo, manutenção de equipamentos e espaço necessário.

Um dos produtos testados se tratava de um “produto oxidante e sequestrante químico, específico para a remoção de odores em estações de tratamento de efluentes domésticos e industriais, principalmente na remoção de odores ocasionados pela presença de sulfetos (H₂S)” – a base de nitrato de amônia, no entanto, não atingiu a eficiência esperada.

A adição de cloro é citada como uma alternativa, porém estudos mostram a formação de compostos organoclorados, os quais são tóxicos e indesejados, assim como o cloro pode destruir algumas bactérias importantes para os processos unitários de tratamento de esgoto. Produtos à base de peróxido de hidrogênio também tem sido utilizados, porém exigem uma boa mistura e adequado tempo de contato para obtenção de resultados efetivos. A adição de ozônio é efetivo no tratamento do gás sulfídrico atmosférico, mas não em massa líquida.

Atualmente o produto utilizado na ETE Nereu é a base de hidróxido de cálcio em suspensão aquosa. Este produto age através do aumento de pH, o qual mantém os sulfetos numa forma ionizada, impedindo a formação de gás sulfídrico. Este produto tem proporcionado bons resultados e será mantido em uso.

b. Custo total projetado para cada solução:

Para projetar o custo para cada solução analisada, seria necessário estimar um consumo para cada produto químico através de estudos e testes. Além disso, muitas dessas soluções exigem alterações estruturais e outros investimentos para o funcionamento de cada sistema em específico. Diante destas particularidades, foi possível apenas projetar os custos das soluções atualmente em uso na autarquia.

TABELA 5 – Custo total projetado

| Descrição sucinta Tipo de produto químico - Solução | Custo total projetado | | |
|---|-----------------------|-------------------|---------------------------|
| | Quantidade (kg) | Preço Unitário | Preço global projetado |
| Coagulante: Cloreto Férrico 38% | 800.000 | R\$ 1,45 | R\$ 1.160.000,00 |
| Desinfetante: Hipoclorito de sódio 10-12% | 105.000 | R\$ 1,70 | R\$ 178.500,00 |
| Antiespumante: a base de silicone | 36.000 | R\$ 5,07 | R\$ 182.520,00 |
| Floculante: Polímero Catiônico granulado | 20.000 | R\$ 11,56 | R\$ 231.200,00 |
| Floculante: Polímero Não Iônico granulado | 3.000 | R\$ 17,00 | R\$ 51.000,00 |
| Inibidor de gás sulfídrico: a base de cálcio e magnésio | 180.000 | R\$ 1,96 | R\$ 352.800,00 |

O valor total estimado de gastos com produtos químicos para o tratamento de esgoto para o ano de 2025 é de R\$ 2.156.020,00.

- c. **Indicação de contratações similares feitas por outros órgãos e entidades públicas, bem como por organizações privadas, no contexto nacional ou internacional, com objetivo de identificar a existência de novas metodologias, tecnologias ou inovações que melhor atendam às necessidades da Administração (art. 6º, IV, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)**

TABELA 6 – Contratações similares de outros órgãos públicos

| Produto | Órgão público | Processo Licitatório |
|--------------------------------------|---|--|
| Sulfato de Alumínio | SAMAE São Bento do Sul/SC | Pregão nº 55/2024 – “A presente licitação visa a aquisição de Sulfato de Alumínio líquido em solução a 50%, para fins de tratamento da água para abastecimento público de consumo humano, pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de São Bento do Sul - SAMAE, conforme condições, quantidades e exigências estabelecidas neste instrumento”. |
| Policloreto de Alumínio (PAC) | SISAM São João Batista/SC | Pregão nº 14/2023 – “Registro de preços para eventual aquisição futura de Hipoclorito de sódio e Policloreto de alumínio, para uso na desinfecção e tratamento de água potável do abastecimento público na estação de tratamento de água, do município de São João Batista, SC. |
| Cloreto Férrico | Companhia Águas de Joinville/SC | Pregão nº 23/2024 – “Ata de registro de preços que entre si celebram a Companhia Águas de Joinville e a empresa Projesan Saneamento Ambiental LTDA, objetivando o registro de preços para aquisição de cloreto férrico líquido 38%.” |
| Coagulante Natural Tanino | COMUSA Novo Hamburgo/RS | Edital Pregão nº 05/2024 – “O objeto desta licitação é o registro de preços para eventual aquisição de agente coagulante/floculante à base de tanino para a COMUSA – Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo, conforme as quantidades, especificações e condições descritas no ANEXO I - Termo de Referência deste Edital”. |
| Hipoclorito de sódio | SISAM São João Batista/SC | Pregão nº 14/2023 – “Registro de preços para eventual aquisição futura de Hipoclorito de sódio e Policloreto de alumínio, para uso na desinfecção e tratamento de água potável do abastecimento público na estação de tratamento de água, do município de São João Batista, SC. |
| Hipoclorito de Cálcio | Consórcio Intermunicipal de Saneamento Ambiental de Capinzal/SC | Pregão nº 18/2023 – Item 9 - Hipoclorito de Cálcio - Pastilhas 200g acondicionado em balde, com 200 g cada. Teor de cloro ativo 65%, diâmetro da pastilha 6,0 cm, registro na ANVISA como saneamento de água para consumo humano. |
| Radiação UV | A Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas (ABHA) | Ato Convocatório ABHA/PN nº 07/2024 – “Aquisição de equipamentos – Sistema de Desinfecção Ultravioleta – a serem aplicados nas obras de ampliação da ETE Anápolis, no Estado de Goiás, no âmbito da Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba”. |
| Dióxido de cloro | SANEPAR/PR | Licitação nº 270/24. “Execução de obras de ampliação do Sistema de Abastecimento de Água SAA na estação de tratamento de água ETA Tibagi, no município de Londrina, com fornecimento de materiais, conforme detalhado nos anexos do edital, sendo unidade 1 obras civis para preparo da área do sistema de geração de dióxido de cloro. Unidade 2 sistema de geração de dióxido de cloro”. |

| | | |
|--|---|---|
| Antiespumante a base de silicone | EMASA Balneário Camboriú/SC | Pregão 06/2024 – “Registro de preços para aquisição de antiespumante a base de silicone para utilização no tratamento de esgoto na ETE”. |
| Antiespumante a base de água | Consórcio Intermunicipal de Saneamento Ambiental de Capinzal/SC | Pregão nº 18/2023 – “Item 8 - Antiespumante de baixa viscosidade, à base de água, especialmente formulado para combater a espuma em efluentes e afluentes diversos, independentemente da faixa de pH do meio. Formulado para dosar com bomba dosadora de diafragma.” |
| Polímero não iônico | SAAE Itapajé | Edital 2023.10.20.01PE – “Lote 4 – Polímero não iônico, sólido, granulado e branco”. |
| Polímero Catiônico | SAAE Itapajé | Edital 2023.10.20.01PE – “Lote 2 - Polieletrólito Aniônico, sólido, granulado e branco”. |
| Polímero Aniônico | SAAE Itapajé | Edital 2023.10.20.01PE – “Lote 3 - Polieletrólito Aniônico, sólido, granulado e branco”. |
| Inibidor de gás sulfídrico a base de cálcio e magnésio | SANASA Campinas/SP | Pregão nº 316/2023 – ‘Fornecimento de inibidor de gás sulfídrico a base de cálcio e magnésio – suspensão aquosa a granel’. |
| Inibidor de gás sulfídrico a base de peróxido de hidrogênio | SAMAE São Bento do Sul/SC. | Edital Pregão nº 41/2024: “Inibidor de gás sulfídrico a base de: peróxido de hidrogênio, hipoclorito de sódio concentração de 10 à 12% e Polímero Catiônico, para fins de tratamento de efluente doméstico, pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de São Bento do Sul - SAMAE, conforme condições, quantidades e exigências estabelecidas neste instrumento”. |
| Inibidor de gás sulfídrico a base de sais de ferro | SAAE Machado/MG | Pregão nº 01/2023 – “Fornecimento contínuo de agente químico precipitador de sulfetos a base de sal de ferro aditivado em solução, visando a eliminação de maus odores e corrosão, causados pela liberação de gás sulfídrico (H ₂ S), em Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, acompanhada de cessão de sistema de monitoramento e controle de dosagem do produto”. |

d. **Escolha da solução** (consequência dos incisos V e VI do § 1º, art. 18, da Lei 14.133/2021)

A escolha de novas soluções para aplicação de produtos químicos nas ETE’s é um procedimento que exige estudo técnico, testes de bancada, testes em planta, demanda tempo e, por se tratar de tratamento biológico, existe ainda o cuidado para que não afetar os processos unitários subsequentes à aplicação dos produtos químicos. Conforme descrito nos itens anteriores, será mantida a aquisição dos produtos em uso neste último ano nas ETE’s, os quais foram selecionados mediante pesquisas ao longo dos anos, levando-se em consideração a eficiência no tratamento, custos de produto e equipamentos, segurança ocupacional e atendimento à legislação ambiental.

A escolha da melhor solução que atende atualmente às necessidades da Autarquia é a aquisição de: coagulante Cloreto Férrico 38%; desinfetante Hipoclorito de sódio 10-12%; antiespumante a base de silicone; floculante Polímero Catiônico; floculante Polímero Não Iônico; Inibidor de gás sulfídrico a base de cálcio e magnésio.

4. DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO ESCOLHIDA

4.1. Descrição da solução como um todo (art. 18, § 1º - VII, da Lei 14.133/2021, art. 6º, VIII, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

4.1.1 Cloreto férrico

Produto coagulante inorgânico, fornecido a granel, conforme ABNT NBR 16911:2021 - *Coagulantes à base de sais férricos — Cloreto férrico, clorossulfato férrico e sulfato férrico — Aplicação em saneamento básico — Especificação técnica, amostragem e métodos de ensaio.*

| CARACTERÍSTICA | ESPECIFICAÇÃO |
|---|-------------------------------|
| Ferro total solúvel em água – FeCl ₃ | ≥ 37,5 % |
| Ferro ⁺² solúvel em água | ≤ 0,5% |
| Acidez livre - HCl | ≤ 1,0% |
| Densidade a 20°C | 1,40 ± 0,02 g/cm ³ |
| Resíduo insolúvel | ≤ 0,1% |
| Alumínio - Al | ≤ 0,1% |
| Teor de sulfato – SO ₄ ²⁻ | ≤ 0,025% |
| Aspecto físico | Líquido marrom escuro |

4.1.2 Hipoclorito de sódio

Produto desinfetante na forma de solução aquosa, alcalina, de coloração amarelada, límpida e de odor característico, fornecido a granel - conforme ABNT NBR 11833:2022 - *Hipoclorito de sódio - Aplicação em tratamento de água e efluentes - Especificação técnica, amostragem e métodos de ensaio.*

| CARACTERÍSTICA | ESPECIFICAÇÃO |
|----------------------------------|---------------------------|
| Aspecto físico | Líquido límpido amarelado |
| Cloro ativo (% em massa como Cl) | > 10,0% |
| pH | Alcalino |
| Material Insolúvel | Isento |
| Densidade | > 1,20 g/cm ³ |
| Mercúrio* | < 0,6 mg/Kg |

*Toxicidade para uma DMU de 167 mg/L do produto.

4.1.3 Antiespumante

Produto antiespumante à base de silicone, solúvel em água, para fins de eliminação de espumas geradas no tratamento de esgoto sanitário, fornecido a granel. O produto deverá ter poder de eliminar a espuma e ter efeito residual, não deixando que a espuma volte a se formar ao longo do rio.

| CARACTERÍSTICA | ESPECIFICAÇÃO |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Aspecto físico | Líquido homogêneo branco leitoso |
| Solubilidade em água | Solúvel em qualquer proporção |
| pH | 7,0 a 9,0 |
| Teor de sólidos (%) | >15 |
| Densidade a 20°C (g/cm ³) | 0,90 a 1,10 |
| Viscosidade (cP) | 1000 - 3000 |

4.1.4 Polímero catiônico

Polímero orgânico base poliácridamida tipo catiônico, na forma de pó granular (ofertado em sacos de 20 a 25 Kg), para floculação de lodo biológico e desidratação/desaguamento em equipamentos do tipo prensa desaguadora. O produto deve atuar de modo eficaz como auxiliar de floculação em processos de separação de líquidos e sólidos.

| CARACTERÍSTICA | ESPECIFICAÇÃO |
|--------------------|--------------------|
| Caráter iônico | Catiônico |
| Peso molecular | Alto |
| Densidade de carga | Alta |
| Aspecto físico | Pó granular branco |

4.1.5 Polímero não iônico

Polímero orgânico base poliácridamida tipo não iônico, na forma de pó granular (ofertado em sacos de 20 a 25 Kg) para floculação de lodo biológico e adensamento de lodo. O produto deve atuar de modo eficaz como auxiliar de floculação em processos de separação de líquidos e sólidos.

| CARACTERÍSTICA | ESPECIFICAÇÃO |
|--------------------|--------------------|
| Caráter iônico | Não iônico |
| Peso molecular | Alto |
| Densidade de carga | Baixa |
| Aspecto físico | Pó granular branco |

4.1.6 Inibidor de gás sulfídrico

Produto inibidor de gás sulfídrico a base de hidróxido de cálcio em suspensão aquosa, fornecido a granel, baseado na ABNT NBR 10790:2016 - *Cal virgem, hidratada e em suspensão aquosa — Aplicação em saneamento básico — Especificação técnica, amostragem e métodos de ensaio*. O produto deverá inibir a geração de odores no sistema de tratamento de esgoto evitando a formação de compostos gasosos que geram odores desagradáveis.

Produto com fornecimento de serviços de instalação, manutenção de equipamentos automáticos para dosagem, em regime de comodato.

| CARACTERÍSTICA | ESPECIFICAÇÃO |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| Aspecto físico | Suspensão aquosa |
| Teor de cálcio | >15% |
| Teor de magnésio | >1,5% |
| Teor de Carbonato – CaCO ₃ | < 3,0% |
| Densidade | 1,15 a 1,25 g/cm ³ |
| Decantação (24h) | <5,0% |
| Retido em peneira de 0,149 mm | <4,0% |

4.2. Estimativa da quantidade (art. 18, § 1º - IV, da Lei 14.133/2021, art. 6º, IX, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

A estimativa de quantidade para a aquisição de produtos químicos para o exercício de 2025 foi realizada com base no consumo do primeiro semestre de 2024, comparativamente com o consumo do ano de 2023.

TABELA 07 – Estimativa de quantidade

| Item | Estimativa de consumo | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| | Consumo 2023 | Consumo estimado 2024 | Contrato 2025 |
| Cloreto Férrico 38% | 707.520 | 721.880 | 800.000 |
| Hipoclorito de sódio 10-12% | 92.400 | 98.400 | 105.000 |
| Antiespumante a base de silicone | 33.000 | 32.000 | 36.000 |

| | | | |
|--|---------|---------|---------|
| Polímero Catiônico granulado | 14.000 | 18.000 | 20.000 |
| Polímero Não Iônico granulado | - | 2.000 | 3.000 |
| Inibidor de gás sulfídrico a base de cálcio e magnésio | 169.000 | 156.000 | 180.000 |

É imprescindível que o consumo de produtos químicos seja observado sob a ótica do pior cenário possível, ou seja, do maior consumo, a fim de evitar a falta do produto e, conseqüentemente, prejuízos ou até mesmo interrupção no processo de tratamento de esgoto.

Ressalta-se que o saldo total dos contratos pode ser aditivado ou subtraído em até 25% de sua quantidade total. Dessa forma, mesmo ao se estimar quantidades que garantam a segurança na aplicação dos produtos químicos para o ano de 2025, será possível ajustar as quantidades necessárias em resposta às variações climáticas que afetem o consumo, seja para mais ou para menos, garantindo-se assim a continuidade e eficácia do tratamento de esgoto.

4.3. Estimativa de Valor da Contratação (art. 18, §1º - VI, da Lei 14.133/2021, art. 6º, X, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

Neste item foram levantadas cotações para os objetos estudados neste documento:

TABELA 08 - Cotações de Preços

| Produto Químico | Data | Órgão público/ Fornecedor | Valor Unitário |
|----------------------|------------|---|----------------|
| Antiespumante | 04/07/2024 | EMASA Balneário Camboriú (100.000 Kg) | R\$ 3,86 |
| | 30/01/2024 | SAMA E Caxias do Sul (110.000 Kg) | R\$ 2,12 |
| | 16/02/2024 | Casan (140.000 kg) | R\$ 3,39 |
| | 29/07/2024 | Fornecedor - Prodaux (36.000 Kg) | R\$ 8,86 |
| | 29/07/2024 | Fornecedor - Matryx (36.000 Kg) | R\$ 7,10 |
| Cloreto Férrico | 08/04/2024 | Prefeitura Jaguariúna (900.000 kg) | R\$ 1,40 |
| | 21/05/2024 | Companhia Águas de Joinville (850.000 kg) | R\$ 1,48 |
| | 27/05/2024 | COMUSA (48.000Kg) | R\$ 1,75 |
| | 26/04/2024 | Prefeitura Jaguariúna (35.000 kg) | R\$ 1,45 |
| | 02/08/2024 | Fornecedor - Ambientaly Ind. Com. Prod. Quím. LTDA (800.000 Kg) | R\$ 3,49 |
| | 29/07/2024 | Fornecedor - Projesan Saneamento Ambiental LTDA (800.000 Kg) | R\$ 1,95 |
| Hipoclorito de Sódio | 15/07/2024 | Companhia Águas de Joinville (230.000 Kg) | R\$ 2,08 |
| | 11/03/2024 | SISAM São João Batista/SC (65.000 Kg) | R\$ 1,64 |
| | 28/05/2024 | EMASA - Balneário Camboriu (200.000 Kg) | R\$ 1,75 |
| | 19/07/2024 | Consórcio Intermunicipal Orleans (30.000 Kg) | R\$ 1,85 |
| | 04/06/2024 | COMUSA Novo Hamburgo/ RS (120.000 Kg) | R\$ 1,35 |
| | 28/11/2023 | Cisam Capinzal (160.000 Kg) | R\$ 2,09 |
| | 23/07/2024 | Fornecedor - Multicloro Indústria Química | R\$ 2,80 |
| | 01/08/2024 | Fornecedor - GR Water Solutions | R\$ 3,89 |
| Polímero Catiônico | 29/05/2024 | SAMA E São Bento do Sul (2.000 Kg) | R\$ 11,00 |
| | 20/03/2024 | Prefeitura de Presidente Getúlio (300 Kg) | R\$ 14,00 |
| | 03/07/2024 | EMASA - Balneário Camboriu (20.000 Kg) | R\$ 9,45 |
| | 13/11/2023 | SAAE de Itapaje (500 Kg) | R\$ 15,50 |
| | 19/06/2024 | SANASA (30.000 Kg) | R\$ 11,56 |
| | 28/11/2023 | Cisam Capinzal (650 Kg) | R\$ 15,09 |
| | 29/07/2024 | Fornecedor - Prodaux (20.000 Kg) | R\$ 24,88 |
| | 29/07/2024 | Fornecedor - Matryx (20.000 Kg) | R\$ 19,58 |
| | 31/07/2024 | Fornecedor - Hidrodomi (20.000 Kg) | R\$ 35,00 |
| | 29/07/2024 | Fornecedor - Projesan Saneamento Ambiental LTDA (20.000 Kg) | R\$ 29,90 |

| Produto Químico | Data | Órgão público/ Fornecedor | Valor Unitário |
|----------------------------|------------|--|----------------|
| Polímero Não Iônico | 06/06/2024 | SAAE Atibaia (1.000 Kg) | R\$ 10,90 |
| | 21/12/2023 | SEMAE São Leopoldo (2.000 Kg) | R\$ 25,00 |
| | 13/11/2023 | SAAE de Itapaje (1.200 Kg) | R\$ 18,50 |
| | 22/03/2024 | Prefeitura Santo Antônio de Posse (1.000 Kg) | R\$ 17,00 |
| | 31/07/2024 | Fornecedor - Hidrodomi (3.000 Kg) | R\$ 38,00 |
| | 29/07/2024 | Fornecedor - Prodaux (3.000 Kg) | R\$ 23,93 |
| | 29/27/2024 | Fornecedor - Matryx (3.000 Kg) | R\$ 21,36 |
| Inibidor de Gás Sulfídrico | 19/09/2023 | SANASA Campinas (21.600L) | R\$ 2,94 |
| | 19/08/2024 | Fornecedor - Carneuse | R\$ 3,78 |
| | 05/08/2024 | Fornecedor - Dryller (180.000 Kg) | R\$ 1,96 |

4.4. Justificativas para o parcelamento ou não da contratação (art. 18, § 1º VIII, da Lei 14.133/2021, art. 6º, XI, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

A aquisição de produtos químicos deverá acontecer de maneira parcelada, considerando o consumo, as condições de armazenamento e validade dos produtos, solicitando-os ao fornecedor conforme a necessidade da Autarquia.

4.5. Resultados pretendidos (art.18, § 1º - IX, da Lei 14.133/2021, art. 6º, XIV, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

A aquisição de produtos químicos tem como objetivo garantir a operação eficiente dos Sistemas de Tratamento de Esgoto de Jaraguá do Sul. A aplicação de produtos químicos com diferentes funções visa garantir que o efluente sanitário seja descartado no corpo receptor dentro dos padrões de qualidade exigidos pela legislação ambiental. Além disso, o tratamento de esgoto é extremamente importante para a saúde pública e para o meio ambiente, portanto o tratamento adequado e eficiente é essencial para a preservação dos recursos hídricos e a melhoria da qualidade de vida da população.

4.6. Providências a serem adotadas (art. 18, § 1º - X, da Lei 14.133/2021, art. 6º, XV, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

Algumas das providências que deverão ser tomadas nas fases do processo licitatório, a fim de garantir o sucesso durante a vigência do contrato são:

- Descrição detalhada do item a fim de evitar a aquisição de produtos incompatíveis ou ineficientes para o tratamento de esgoto, assim como condições de recebimento e equipamentos necessários;
 - Garantir que o valor de referência do objeto esteja coerente com o valor de mercado;
 - Especificar claramente as obrigações da contratada e responsabilidades no contrato, principalmente no que diz respeito aos prazos de entrega, visto as condições de parcelamento de entrega e de armazenamento de produtos à granel;
 - Averiguação da qualidade dos produtos químicos por meio de amostras, antes da adjudicação do objeto, assim como realização de controle de qualidade por lote recebido, afim de verificar a conformidade com as especificações apresentadas no Termo de Referência e Edital;
 - Treinamento de fiscais;
- A análise de riscos completa segue anexa a este Estudo Técnico Preliminar (Anexo I).

4.7. Possíveis impactos ambientais (art. 18, §1º - XII, da Lei 14.133/2021, art. 6º, XV, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

Os produtos químicos podem ter diversos impactos ambientais, que variam conforme a sua natureza, concentração e forma de uso. A contaminação do solo e a poluição hídrica podem ocorrer devido ao derramamento de produtos químicos, ao descarte inadequado de resíduos, ou ainda pela aquisição de produtos

de má qualidade. Para mitigar esses riscos, a Autarquia dispõe de tanques de armazenamento apropriados para cada tipo de produto químico adquiridos à granel, armazenados dentro de contenções apropriadas. As embalagens plásticas contaminadas são devidamente destinadas ao aterro industrial. Além disso, são adquiridos produtos que atendem à legislação e às normas técnicas, comprovados através de certificados de análise e laudos técnicos, passando ainda por controle de qualidade na própria Autarquia, a fim de averiguar se não há teores residuais acima do permitido pela legislação ambiental no efluente tratado, evitando-se dessa forma a contaminação dos corpos receptores.

4.8. Necessidade de realizar audiência ou consulta pública (art. 6º, V, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

Por se tratar de um bem comum, não há necessidade de realizar audiência ou consulta pública.

4.9. Avaliação dos custos e benefícios da compra, locação ou acesso ao bem (art. 6º, VI, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

Manter a utilização dos produtos químicos que já estão sendo utilizados é a solução mais viável técnica e financeiramente, visto que, tanto estes como outros produtos, já passaram por estudos e testes de eficiência.

4.10. Adoção de opção logística menos onerosa à Administração (art. 6º, VII, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

Devido ao escopo da futura licitação, a opção logística adotada é a menos onerosa à Administração, pois não há como realizar chamamentos públicos de doação e permutas.

4.11. Contratações correlatas e/ou interdependentes (art. 6º, XII, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

Não há contratação correlata ou interdependente.

4.12. Descrição dos requisitos de potencial contratação (art. 18º, § 1º - III, da Lei 14.133/2021, art. 6º, II, Anexo II, do Decreto Municipal nº 16.996/2023)

Considerando as características básicas dos itens referentes a este estudo e os dispositivos previstos na lei, sugere-se para esta contratação os seguintes parâmetros:

- **Realização de Pregão Eletrônico**, possibilitando maior agilidade no processo, melhores propostas e, conseqüentemente maior vantajosidade nas propostas:

Art. 6º:

XLI - pregão: modalidade de licitação obrigatória para aquisição de bens e serviços comuns, cujo critério de julgamento poderá ser o de menor preço ou o de maior desconto;

Art. 17:

§ 2º As licitações serão realizadas preferencialmente sob a forma eletrônica, admitida a utilização da forma presencial, desde que motivada, devendo a sessão pública ser registrada em ata e gravada em áudio e vídeo.

5. POSICIONAMENTO CONCLUSIVO (Art. 18, §1º - XIII, da Lei 14.133/2021, art. 6º, XVI, Anexo II, do Decreto Municipal 16.996/2023)

O tratamento de esgoto adequado é essencial para a preservação dos recursos hídricos e a melhoria da qualidade de vida da população. Tendo as quatro Estações de Tratamento de Esgoto do SAMAE suas particularidades no modo de tratamento, operação e exigências legais; a aplicação de produtos químicos com

diferentes funções visa garantir que o efluente sanitário seja descartado no corpo receptor dentro dos padrões de qualidade exigidos pela legislação ambiental.

A solução adotada por meio deste ETP foi manter a utilização dos mesmos produtos químicos aplicados atualmente no tratamento, visto que estes produtos já foram estudados e testados ao longo do tempo, comprovando sua eficácia e eficiência. Para quaisquer substituição ou adição de novos produtos químicos é necessária a realização de estudos detalhados, testes de bancada, testes em planta, investimento de tempo e, por se tratar de tratamento biológico, existe ainda o cuidado para não afetar os processos unitários subsequentes à aplicação dos produtos químicos. Qualquer alteração realizada deve-se levar em conta uma análise detalhada de custo x benefício, investimentos em novos equipamentos, adaptações estruturais, segurança ocupacional e atendimento à legislação ambiental.

A escolha da melhor solução que atende atualmente às necessidades da Autarquia é a aquisição de: coagulante Cloreto Férrico 38%; desinfetante Hipoclorito de sódio 10-12%; antiespumante a base de silicone; floculante Polímero Catiônico; floculante Polímero Não Iônico; Inibidor de gás sulfídrico a base de cálcio e magnésio.

A aquisição será realizada por meio de Pregão Eletrônico, possibilitando maior agilidade no processo e melhor aproveitamento das propostas. Além disso, a contratação será parcelada de acordo com o consumo, disponibilidade de armazenamento e necessidades da Autarquia.

Cabe ainda ressaltar que durante a realização deste Estudo Técnico Preliminar foram identificadas novas perspectivas e ideias promissoras que merecem ser exploradas em estudos futuros, visando aprofundar o conhecimento e otimizar as aplicações práticas desses produtos.

Jaraguá do Sul/SC, 19 de agosto de 2024.

Cesar Decker
Coordenador de ETE

Tuhã Schmitt do Evangelho
Diretor Técnico

ANEXO I – ANÁLISE DE RISCOS
Área solicitante: Coordenaria de ETE

Objeto: Aquisição de produtos químicos para utilização no tratamento de esgoto.

| Fase | Risco | Probabilidade/ Impacto ALTO/ MÉDIO/ BAIXO | Responsável | Consequências | Medidas |
|--------------|---|--|--------------------|---|--|
| Preparatória | 1. Atrasar a licitação | Probabilidade BAIXA Impacto ALTO | Solicitante | <ul style="list-style-type: none"> Atrasar a contratação dos produtos químicos; Falta de produtos químicos para o exercício de 2025; Interrupção do tratamento ou tratamento ineficiente. | Preventivas: <ul style="list-style-type: none"> Realizar planejamento prévio e determinar prazos, conforme PCA, entre os setores solicitantes e o reunidor do processo licitatório. Contingência: <ul style="list-style-type: none"> Atender apenas as demandas mais necessárias e urgentes, racionando o consumo do estoque existente, quando possível. |
| Preparatória | 2. Falta de clareza quanto à descrição dos itens do termo de referência | Probabilidade BAIXA Impacto ALTO | Solicitante | <ul style="list-style-type: none"> Dificuldade na compreensão do pregoeiro sobre o objeto que estará sendo adquirido; Atraso na licitação ou até mesmo impugnação do edital; Entrega de produto fora da especificação desejada, com qualidade inferior ou que não atenda às necessidades da ETE. | Preventivas: <ul style="list-style-type: none"> Estudo técnico prévio para especificação do objeto; Utilização de modelos de referência; Comparação com histórico de contratações anteriores já realizadas na Autarquia. Contingência: <ul style="list-style-type: none"> Caso o problema não seja passível de solução, cancelar a abertura da licitação e retornar as fases anteriores para correção e melhoria na descrição do objeto. |

| | | | | | |
|--------------|---|---|-------------|--|---|
| Preparatória | 3. Valor de Referência (orçamento estimado) | Probabilidade BAIXA Impacto ALTO | Solicitante | <ul style="list-style-type: none"> Licitação deserta ou fracassada | <p>Preventivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar levantamento em banco de preços públicos e confrontar os valores com orçamentos de fornecedores; Encaminhar especificação técnica completa do objeto, conforme termo de referência, durante a fase de cotação de preços a fim de obter orçamentos condizentes com as características do objeto solicitado. <p>Contingência:</p> <ul style="list-style-type: none"> Republicação do Edital corrigindo requisitos que poderiam ter provocado a desistência de possíveis empresas interessadas. |
| Preparatória | 4. Estimativa dos quantitativos a serem contratados | Probabilidade BAIXA Impacto ALTO | Solicitante | <ul style="list-style-type: none"> Término antecipado de contrato por falta de produto; Quantitativo excedente ao fim do contrato. | <p>Preventivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estimar o consumo com base em históricos, demandas atuais e/ou futuras. <p>Contingência:</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar supressão ou aditivo de acréscimo do contrato. |

| | | | | | |
|--|--|--|-------------------------|---|--|
| Licitação | 5. Atraso ou suspensão no processo contratual em fase de impugnações | Probabilidade BAIXA Impacto ALTO | Solicitante | <ul style="list-style-type: none"> Atraso na contratação dos produtos químicos; Não atendimento de demandas das ETE's. | <p>Preventivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estudar detalhadamente as especificações do objeto e obrigações da contratada, a fim de evitar incoerências, direcionamentos ou exigências demasiadas e desnecessárias; Após determinadas as cláusulas do Termo de Referência e Edital, consultar o setor Jurídico do SAMAE, a fim de verificar se as exigências são fundamentadas. <p>Contingência:</p> <ul style="list-style-type: none"> Alocação integral do solicitante/equipe na resposta e mitigação das causas que originaram a suspensão do processo licitatório. |
| Preparatória, licitação e execução do contrato | 6. Segurança de Informações | Probabilidade BAIXA Impacto BAIXO | Solicitante e Licitante | <ul style="list-style-type: none"> Facilitação para determinado fornecedor. | <p>Preventivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Não divulgar informações importantes e que possam beneficiar determinado fornecedor; Quando receber algum questionamento de fornecedores sobre situações delicadas do processo, contatar a área jurídica da Autarquia, a fim de elaborar resposta conjunta, evitando responder de maneira inadequada. <p>Contingência:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prestar esclarecimentos. |
| Habilitação | 7. Avaliação de desempenho do produto | Probabilidade MÉDIA Impacto MÉDIO | Solicitante e Licitante | <ul style="list-style-type: none"> Entrega de produto fora da especificação desejada, com qualidade inferior ou que não atenda às necessidades da ETE. | <p>Preventivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Solicitar amostras do produto para ensaio de desempenho como quesito obrigatório de habilitação do licitante; Realizar os testes baseados em metodologias oficiais da Autarquia, com base nos históricos de controle de qualidade de aquisições anteriores. <p>Contingência:</p> <ul style="list-style-type: none"> Em caso de reprovação do primeiro classificado, realizar avaliação de desempenho do próximo licitante, até que se obtenha um fornecedor aprovado. |

| | | | | | |
|----------------------|---|---|--------------------------|---|---|
| Licitação | 8. Não adjudicação do objeto | Probabilidade MÉDIA Impacto ALTO | Solicitante e Licitante | <ul style="list-style-type: none"> Atraso na contratação dos produtos químicos; Prejuízos no processo de tratamento por falta de produto químico. | <p>Preventivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Iniciar a licitação com pelo menos 90 dias antes da data do encerramento do contrato vigente; Definir claramente em termo de referência as condições para habilitação do objeto; Analisar o mercado e não exigir condições que não possam ser atingidas. <p>Contingência:</p> <ul style="list-style-type: none"> Atender apenas as demandas mais necessárias e urgentes, utilizando os recursos disponíveis no SAMAE; Refazimento da licitação. |
| Execução do Contrato | 9. Falta de qualidade dos produtos adquiridos/inexecução contratual | Probabilidade BAIXA Impacto ALTO | Solicitante e Fornecedor | <ul style="list-style-type: none"> Desperdício de recursos públicos; Rescisão do contrato. | <p>Preventivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Descrever corretamente as condições que serão exigidas dos produtos químicos na especificação do objeto e as obrigações da contratada; Exigir fase de habilitação no processo licitatório, na qual a proponente detentora da melhor proposta deverá passar por avaliação de desempenho do produto; Manter constante controle de qualidade por meio de amostras dos lotes recebidos; Estabelecer comunicação eficaz entre contratada e fiscais de contrato; <p>Contingência:</p> <ul style="list-style-type: none"> Devolução do lote do produto, reposição do produto ou glosa de valores; Notificação da empresa e cobrança para que cumpra os requisitos do edital, sob pena de rescisão do contrato; Convocação do próximo classificado no processo licitatório, se possível; Nova licitação; |

| | | | | | |
|----------------------|-----------------------|--|-------------|---|---|
| | | | | | <ul style="list-style-type: none"> Atender apenas as demandas mais necessárias e urgentes, utilizando os recursos disponíveis no SAMAE. |
| Execução do Contrato | 10. Falta de recursos | Probabilidade BAIXA Impacto MÉDIO | Solicitante | <ul style="list-style-type: none"> Atraso na compra de produtos químicos; Falta de produtos químicos. | Preventiva: <ul style="list-style-type: none"> Prever a contratação no PCA e confirmar o bloqueio orçamentário; Contingência: <ul style="list-style-type: none"> Atender apenas as demandas mais necessárias e urgentes, utilizando os recursos disponíveis no SAMAE. |