

# Estudo Técnico Preliminar 10/2025

## 1. Informações Básicas

Número do processo:

## 2. Informações Complementares

Solicitação de Compra/Formalização de Demanda nº 16/2025

Processo de Compra nº 14/2025

## 3. Descrição da necessidade

A aquisição de Policloreto de Alumínio (PAC) é um produto indispensável para o sistema de tratamento de esgoto do município de Jaguariúna para assegurar a eficiência e a qualidade do tratamento dos efluentes, alinhando-se com os objetivos de proteção ambiental e saúde pública.

O PAC é um coagulante químico altamente eficaz, reconhecido por sua capacidade de melhorar a clarificação da água ao promover a agregação de partículas em suspensão, facilitando a sua remoção. A sua utilização pode aumentar significativamente a eficiência dos processos de coagulação e floculação, resultando em uma melhor remoção de sólidos suspensos, matéria orgânica e nutrientes como o fósforo e o nitrogênio, elementos críticos na prevenção da eutrofização dos corpos hídricos.

A legislação ambiental brasileira, particularmente a Resolução CONAMA 430/2011, estabelece critérios rigorosos para a qualidade dos efluentes lançados nos corpos hídricos. A aplicação de PAC no tratamento de esgoto auxilia no processo de remoção de nutrientes do sistema tratamento de esgoto das Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Vila Primavera e ETE Camanducaia para polimento do esgoto tratado, removendo fósforo, turbidez e matéria orgânica, sendo a sua aquisição indispensável para o sistema de tratamento de esgoto do município, atendendo ao padrão de lançamento de esgoto tratado da Resolução CONAMA 357/2005 e 430/11, da Lei Estadual 997/76, do Decreto Estadual 8468/76, e cumprimento das exigências técnicas das Licenças de Operação da ETE Camanducaia e da ETE Vila Primavera.

Apesar do investimento inicial, a aquisição de PAC pode resultar em economia de custos a longo prazo. A melhoria na eficiência do tratamento reduz a necessidade de processos de purificação adicionais, diminui os custos de tratamento de lodo, manutenção de equipamentos e previne gastos associados a multas e sanções por não conformidade ambiental.

Além disso, a otimização dos processos de tratamento pode absorver o aumento de carga orgânica que vem sendo observado devido ao crescimento populacional e melhorar no sistema de transporte de esgotamento sanitário no município.

A aquisição de Policloreto de Alumínio (PAC) para o sistema de tratamento de esgoto do município de Jaguariúna é uma medida estratégica e necessária. Esta iniciativa promove a eficiência operacional, garante a conformidade com as normas ambientais, protege a saúde pública e contribui para a sustentabilidade ambiental e econômica.

## 4. Área requisitante

| Área Requisitante                                 | Responsável                 |
|---|-----------------------------|
| Departamento de Tratamento e Manutenção de Esgoto | Maria Teresa de Toledo Lima |
| Superintendência SAAEJA                           | Wanderley Teodoro Filho     |

## 5. Descrição dos Requisitos da Contratação

### 4.1 Especificações Técnicas para o fornecimento do produto:

O Policloreto de Alumínio – PAC solução a 18%, ou cloreto de polialumínio, número na ONU 1760, número de risco 80, subclasse número 8, deve apresentar-se dentro dos padrões de qualidade de Policloreto de Alumínio (PAC) e especificações pré-estabelecidas na Tabela 1 deste Estudo Técnico Preliminar, para aplicação em saneamento.

Tabela 1: Características Físico - Químicas do produto

| Especificações físico-químicas   | Valores referenciais  |
|--|---|
| Teor de Alumínio (% em massa como Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )   | Mín. 16,00 - Máx. 19,00   |
| Densidade a 20°C (g/cm <sup>3</sup> )  | Mín. 1,330 - Máx. 1,450   |
| Basicidade Livre (% em massa)  | Mín. 38,00  |
| Cor  | Âmbar   |
| pH solução à 1% (m/v)  | Mín. 3,50 - Máx. 5,50   |
| Turbidez   | ≤ 50,0 uT   |
| Insolúveis   | ≤ 0,20  |
| Impurezas sólidas  | ausente   |
| Limites de toxicidade (calculados para uma dosagem máxima 225 mg/L de Policloreto de alumínio à ser utilizado no tratamento da água) | Antimônio (mg Sb/Kg): ≤ 2,0<br>Bário (mg Ba/Kg): ≤ 311,1<br>Cádmio (mg Cd/kg): ≤ 2,0<br>Cromo (mg Cr/Kg): ≤ 20,0<br>Chumbo (mg Pb/Kg): ≤ 4,0<br>Mercúrio (mg Hg/Kg): ≤ 0,4<br>Selênio (mg Se/Kg): ≤ 4,0 |

Além disso a utilização do produto nos sistemas de tratamento de esgotos não deverá provocar alterações no padrão de lançamento de efluentes definido no Art.18 do Decreto Estadual 8468/76 e revisões, que regulamentem a Lei nº 997/76 que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente e Resolução Conama 430 /11 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

A proponente vencedora deverá apresentar a cada lote entregue as características técnicas detalhadas do produto, discriminando composição e informações sobre ingredientes, aspectos físicos, caráter químico, teor de alumínio, densidade, basicidade, pH, turbidez, impurezas, toxicidade, boletim técnico e FISPQ – Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos.

### 4.2 Forma de preparo, diluição, dosagem e aplicação do produto:

O Departamento de Tratamento de Esgoto utiliza diretamente, do tanque de armazenamento fixo do produto, o PAC na forma líquida, sendo esse dosado e recalado automaticamente no efluente clarificado, para remoção do fósforo nas estações de tratamento de esgoto - ETE Vila Primavera e ETE Camanducaia (cada ETE tem seu tanque próprio de armazenamento de produto químico, com dique de contenção conforme as normas técnicas e legislações vigentes).

A aplicação se dará através de bomba dosadora nos locais de turbulências e quedas hidráulicas na entrada do efluente clarificado, tendo um misturador para manter a agitação lenta para a reação com o fósforo e formação dos flocos, sendo posteriormente removido no sistema de decantação, atendendo aos padrões de lançamento.

### 4.3 Transporte, local e condições de entrega:

Serão de responsabilidade da Detentora as operações de carga, transporte e descarga do produto, a qual deverá fornecer o produto a granel, devendo ser entregues conforme especificações do item 6.0 deste ETP.

O produto será descarregado através de equipamentos e empregados da Detentora ou empresa transportadora e, para as operações de descarga, os caminhões deverão possuir bombas apropriadas para transferência do produto

para os tanques de estocagem/armazenamento, sendo sempre de responsabilidade da Detentora o fornecimento de mangotes, adaptadores, bocais, engates tipo rápido, dentre outros que se fizerem necessários para a descarga do produto, incluindo equipamentos, motorista e mão de obra para descarregamento manual em pallets. O transporte, entrega e descarregamento não terão qualquer ônus para esta entidade.

A Detentora fica inteiramente responsável pelo fornecimento dos EPI (equipamentos de proteção individual), necessários para a entrega e descarregamento do produto nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), sendo obrigatório o uso, sem o qual não poderão efetuar a entrega.

Cada entrega deverá vir acompanhada de Laudo Técnico de Análise do produto, assinado pelo técnico responsável, com os parâmetros físico-químicos do lote correspondente.

A Detentora deve seguir a regulamentação para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos conforme Decreto nº 96044 de 18/05/88 – Ministério dos Transportes.

Após o recebimento da Autorização de Fornecimento/Nota de Empenho, o produto deverá ser entregue em até 10 (dez) dias após o recebimento do pedido ou na data solicitada superior a este período, de segunda à sexta-feira, das 08h00min às 12h00min e das 13h00min às 16h00min, mediante contato prévio pelo e-mail: dae.dte1@jaguariuna.sp.gov.br nos locais discriminados a seguir:

- **ETE Camanducaia – Rua Hilda David Dal’Bó, 501 – Guedes, Jaguariúna, SP – CEP: 13.914-676**
- **ETE Vila Primavera – Estrada Municipal Doutor Sebastião Paes de Almeida - JGR 369, nº 1000 – Bairro Vila Primavera, Jaguariúna, SP – CEP: 13.910-366.**

Devido à limitação do espaço de armazenamento, segue a tabela referente a quantidade prevista do produto solicitado para consumo de acordo com a unidade de tratamento, e demais informações quando ao local e previsão de entrega, forma de descarregamento e condições de armazenamento do produto:

| Local de Entrega   | Consumo Previsto de PAC (Kg/ano) | Previsão de entrega            | Forma Descarregamento e de Armazenamento                         |
|--------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|
| ETE Camanducaia    | 295.000                          | Aproximadamente a cada 12 dias | Descarregamento por bomba do caminhão e armazenamento em tanques |
| ETE Vila Primavera | 25.000                           | Aproximadamente a cada 12 dias | Descarregamento por bomba do caminhão e armazenamento em tanques |

A forma de acondicionamento e transporte deve preservar rigorosamente as características do produto estabelecidas na norma ABNT NBR 14725-4:2009. Não será aceito o PAC 18% entregue a granel ou em contêiner, quando houver sinais evidentes de contaminação.

Em caso de desacordo entre o(s) material(ais) entregue(s) e as especificações determinadas, o SAAEJA - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaguariúna - poderá recusar o recebimento e/ou solicitar a troca do produto, com os custos por conta da empresa vencedora.

O produto deverá ser descarregado através de bomba (que deverá estar acoplada ao caminhão da empresa vencedora) dentro dos tanques de armazenamento das estações, sendo 1 (um) container fixo de 1.000 litros existente na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Vila Primavera e 2 (dois) tanques de 5.000 litros cada na ETE Camanducaia.

Todo produto entregue pela Detentora deverá obedecer integralmente às especificações contidas na Tabela 1 deste Estudo

Técnico Preliminar. Em caso de desacordo entre o(s) material(ais) entregue(s) e as especificações determinadas, o SAAEJA poderá recusar o recebimento e/ou solicitar a troca do produto, com os custos por conta da Detentora.

#### 4.4 Documentos Técnicos

##### 4.4.1 Habilitação

Apresentar 01 (um) ou mais Atestados de Fornecimento, emitido(s) por entidade pública ou privada, comprovando o fornecimento de ao menos 160.000 kg do produto e sua utilização em tratamento de esgoto, ou saneamento, ou de produto químico similar de mesma natureza em atividades de mesma natureza, conforme súmulas 24 e 30 do Tribunal de Contas do Estado de São Paulo.

#### 4.4.2 Proposta de Preço

Ficha técnica – F.T. para cada lote, indicando as especificações físico-químicas do produto. As características constantes neste documento deverão atender às especificações contidas no item 4.1, Tabela 1 deste Estudo Técnico Preliminar e, corresponder àquela do produto a ser fornecido durante a vigência da Ata de Registro de Preços.

## 6. Levantamento de Mercado

### 5.1 Soluções

| ID da Solução | Descrição da solução (ou cenário)                    |
|---------------|--|
| Solução 1     | Policloreto de Alumínio (PAC)                        |
| Solução 2     | Cloreto Férrico ( $\text{FeCl}_3$ )                  |
| Solução 3     | Sulfato de Alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) |
| Solução 4     | Remoção Biológica de Fósforo                         |

**Solução 1:** O PAC, em geral, revela-se um coagulante superior ao Sulfato de Alumínio. Para eliminação de substâncias coloidais, sua eficácia, em média, é de 1,5 a 2,5 vezes superior com a mesma dosagem em íons  $\text{Al}^{3+}$  se comparado com outros sais de alumínio utilizados (MACLUF et al, 2021).

Isso ocorre pois no PAC o átomos de cloro são parcialmente substituídos por grupos básicos OH tornando-o um sal de Alumínio prepolimerizado. Em função dessa basicidade há liberação em igual dosagem de íons metálicos, uma quantidade de ácido menor do que outros coagulantes tradicionais como o sulfato de alumínio e cloreto férrico. Logo há menor variação de pH do meio tratado e conseqüentemente menor consumo de agentes químicos para reconduzir o pH ao seu valor original). A estrutura molecular do PAC, com pontes de hidrogênio, também apresenta vantagens na floculação em relação aos demais coagulantes inorgânicos não prepolimerizados (MACLUF et al, 2021).

Tendo isso em vista o Policloreto de Alumínio é um dos clarificantes mais utilizados no tratamento de efluentes. Aplicado tanto no tratamento de água potável como esgotos domésticos e industriais devido a sua alta eficiência de coagulação e ter as maiores faixas de pH e temperatura para aplicação quando comparado com outros produtos (AGBYANI et. al. 2023).

**Solução 2:** O Cloreto Férrico é largamente utilizado no tratamento de efluentes, reagindo de forma que neutralize cargas negativas dos coloides e proporcionando a formação de hidróxidos insolúveis de ferro. Porém quando é adicionado em excesso ao meio, parte não participa das reações de coagulação e precipitação e acaba ficando em solução aumentando os valores de cor e turbidez . Este fato é indesejado, pois o aumento de turbidez pode interferir negativamente em etapas posteriores como na desinfecção (HIGASHI et al., 2016). Além disso o Cloreto Férrico tende a reduzir o pH do efluente e consumir sua alcalinidade.

**Solução 3:** O sulfato de alumínio é amplamente utilizado por seu excelente desempenho na coagulação e sedimentação. A faixa de pH aplicável ao sulfato de alumínio está relacionada à dureza do efluente. Para águas brandas, o pH adequado é de 5 a 6,6. Para águas de dureza média, o pH ideal é de 6,6 a 7,2. Para águas de alta dureza, o pH apropriado é de 7,2 a 7,8. A faixa de temperatura da água para a aplicação do sulfato de alumínio é de 20 a 40, sendo que a eficácia da coagulação é muito baixa quando a temperatura está abaixo de 10. O sulfato de alumínio é menos corrosivo e fácil de usar, mas sua reação de hidrólise é lenta, necessitando de uma certa quantidade de alcalinidade para ser consumida. Como visto o Sulfato de Alumínio possui uma faixa restrita de aplicação de pH o que torna a operação pouco flexível necessitando de um controle extra da acidez do meio. Esse fato torna o processo pouco confiável pois a eficiência de coagulação e remoção de material fosfatado pode decair drasticamente com uma variação de pH (JINBANG, 2024).

**Solução 4:** A remoção biológica de fósforo necessita de zonas de anaerobiose e aerobiose na linha de tratamento. A zona anaeróbia ocasiona um condição de estresse bacteriano que resulta na liberação de fósforo nesta zona. Em seguida na zona aeróbia ocorre uma elevada assimilação do fósforo. Ao se remover o lodo biológico excedente

remove-se junto o material fosfatado. Além disso é necessário ter microrganismos denominados Organismos Acumuladores de Fosfato (OAP) que possuem capacidade bem superior ao lodo ativado típico para armazenar fósforo (SPERLING, 2018).

Tendo isso em mente a solução é inviável uma vez que as zonas de anaerobiose são indesejadas no sistema atual, a remoção biológica está associada ao fosforo dissolvido não atuando sobre os insolúveis e não atua no processo de coagulação a fim de acelerar o processo de decantação secundário.

#### Referências:

- MACLUF, Gustavo Fachini; Avaliação da remoção de fósforo através da aplicação de lodos de tratamento de água formado por diferentes tipos de coagulantes, Dissertação de Mestrado, USP, 2021
- AGHYANI, Reza, Comparative study of Poly Aluminum Ferric and Poly Aluminum Chloride Performance for Turbidity Removal from River Water, Environmental Energy and Economic Research, v. 7, 2023
- HIGASHI, Vinicius Yugi, Uso de Coagulantes Químico (Cloreto Ferrico) e Orgânico (Moringa Oleifera) no Tratamento de
- Águas Provenientes de Sistema Lêntico, Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2016
- JINBANG, The Use, Advantages and Disadvantages of Aluminum Sulfate, disponível em: <https://jinbangch.com/the-useadvantages-and-disadvantages-of-aluminum-sulfate/>, acesso em : 07/08/2024
- SPERLING, Marcos V., Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Lodos Ativados, v. 4, 4º ed. Editora UFMG, 2018

## 7. Descrição da solução como um todo

Entre as soluções apresentadas para o tratamento de efluentes, a Solução 1, que utiliza Policloreto de Alumínio (PAC), se destaca como a mais viável. O PAC é um coagulante superior ao sulfato de alumínio, apresentando uma eficácia de 1,5 a 2,5 vezes maior na eliminação de substâncias coloidais com a mesma dosagem de íons  $Al^{3+}$ . Isso se deve à sua estrutura prepolimerizada que libera menos ácido no meio tratado, resultando em menor variação de pH e reduzindo a necessidade de agentes químicos adicionais para ajustar o pH. Além disso, o PAC possui vantagens na floculação devido às suas pontes de hidrogênio.

A alta eficiência de coagulação do PAC, aliada à sua ampla faixa de pH e temperatura de aplicação, o torna ideal para o tratamento de água potável e esgotos domésticos e industriais. Em comparação, o cloreto férrico (Solução 2) pode aumentar a turbidez e reduzir o pH do efluente, enquanto o sulfato de alumínio (Solução 3) possui uma faixa restrita de pH e uma reação de hidrólise lenta, necessitando de controle extra da acidez. A remoção biológica de fósforo (Solução 4) é inviável no sistema atual devido à necessidade de zonas de anaerobiose e à sua ineficácia na coagulação.

Portanto, considerando a eficiência, flexibilidade e menor necessidade de ajustes químicos, a Solução 1 com PAC é a mais viável para o tratamento de efluentes. Sendo assim o fornecimento será através de Ata de Registro de Preços com validade de 12 (doze) meses a partir da data de sua assinatura, devido à baixa capacidade de armazenamento, sendo a entrega frequente e parcelada mais adequada para a necessidade da administração.

## 8. Estimativa das Quantidades a serem Contratadas

Para estimar a quantidade a ser contratada foi realizado o cálculo com base no histórico de consumo dos anos anteriores, volume de esgoto tratado e dosagem de PAC.

Para tanto, foram estimados, para um período de 12 (doze) meses, uma quantidade de até 320.000 Kg (trezentos e vinte mil quilogramas).

## 9. Estimativa do Valor da Contratação

Valor (R\$): 924.800,00

## 10. Justificativa para o Parcelamento ou não da Solução

Solicita-se que o fornecimento do objeto seja através de Ata de Registro de Preço, considerando que se trata de aquisição de bem comum, nos termos do Art. 20 da Lei 14.133 uma vez que possuem padrões de desempenho e de qualidade que podem ser objetivamente definidos com base em especificações de mercado. Atendendo ao Decreto Federal nº 11.462, de 31 de março de 2023, que regulamenta os artigos 82 a 86 da lei 14.133 para dispor sobre o Sistema de Registro de Preços (SRP), diz em seu art. 3º que este sistema pode ser adotado quando for conveniente a aquisição dos bens com entrega parcelada.

Logo, nas Estações de Tratamento de Esgoto, adota-se esta prática devido, devido à baixa capacidade de armazenamento, sendo a entrega frequente e parcelada mais adequada para a necessidade da administração.

Para o objeto do presente pedido, a realização de licitação com cota reservada para ME/EPP representa perda na economicidade da aquisição, pois o menor potencial de ganho de escala resultará em propostas de preço maiores por parte dos eventuais interessados.

A eventual contratação de mais de um fornecedor para o produto químico em questão também criará entraves técnicos, especialmente os relacionados ao gerenciamento de estoque por parte da equipe técnica do Departamento de Tratamento e Manutenção de Esgoto, uma vez que não há possibilidade do ponto de vista técnico de se misturar produtos de fabricantes diferentes nos mesmos tanques de armazenamento, preparo e dosagem .

A alternância entre fornecedores também levaria à necessidade de esgotamento e higienização mais frequentes nestes tanques, aumentando ainda mais o dispêndio de recursos técnicos, financeiros e de pessoal para a operação rotineira do sistema de tratamento de esgoto.

No histórico de licitações anteriores para este objeto verifica-se que poucas são as empresas ME/EPP interessadas, dentro da fase preparatória, em enviar propostas para o fornecimento dentro das quantidades e condições de contratação necessárias, fato que se repetiu durante a pesquisa de preços realizada para esta contratação.

Diante do exposto, a presente licitação não deverá ser realizada com tratamento diferenciado, estando dispensada a aplicação de cota reservada ME/EPP, de acordo com o disposto no inciso II e III do artigo 49 da Lei Complementar n.º 123/2006:

*Art. 49. Não se aplica o disposto nos arts. 47 e 48 desta Lei Complementar quando:*

*(...)*

*II - não houver um mínimo de 3 (três) fornecedores competitivos enquadrados como microempresas ou empresas de pequeno porte sediados local ou regionalmente e capazes de cumprir as exigências estabelecidas no instrumento convocatório;*

*III - o tratamento diferenciado e simplificado para as microempresas e empresas de pequeno porte não for vantajoso para a administração pública ou representar prejuízo ao conjunto ou complexo do objeto a ser contratado.*

## 11. Contratações Correlatas e/ou Interdependentes

Não se faz necessária a realização de contratações correlatas e/ou interdependentes para a viabilidade e contratação desta demanda.

## 12. Alinhamento entre a Contratação e o Planejamento

Órgão: 05 - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaguariúna - SAAEJA

Unidade: 02 - Departamento de Tratamento e Manutenção de Esgoto

SubUnidade: 01 - Departamento de Tratamento e Manutenção de Esgoto

Classificação Orçamentária: 05.02.01.17.512.2548 - Tratamento e Manutenção de Esgoto

Elemento de Despesa - 3.3.90.30 - Material de Consumo - Ficha 668

### 13. Benefícios a serem alcançados com a contratação

A aplicação de PAC no tratamento de esgoto auxiliará no processo de remoção de nutrientes do sistema tratamento de esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Vila Primavera e Camanducaia para polimento do esgoto tratado, removendo fósforo, turbidez e matéria orgânica, sendo a sua aquisição indispensável para o sistema de tratamento de esgoto do município, atendendo ao padrão de lançamento de esgoto tratado da Resolução CONAMA 357/2005 e 430/11, da Lei Estadual 997/76, do Decreto Estadual 8468/76, e cumprimento das exigências técnicas das Licenças de Operação da CETESB da ETE Camanducaia e da ETE Vila Primavera evitando assim sanções dos órgãos fiscalizador e regulamentador.

### 14. Providências a serem Adotadas

Por se tratar de uma aquisição recorrente que é feita anualmente não se faz necessária nenhuma adequação.

### 15. Possíveis Impactos Ambientais

Os possíveis impactos ambientais provenientes desta contratação, elencados a seguir juntamente com a as medidas de tratamento a serem adotadas pela Administração.

| Impacto Ambiental   | Medida de Tratamento   |
|---|--|
| Impactos ambientais provenientes da produção e transporte de PAC em área externa até as dependência das ETE's | Serão de responsabilidade da empresa vencedora da licitação, sendo parte integrante do objeto contratado.  |
| Vazamentos nos tanques de PAC nas dependências das ETE's durante a utilização do produto                      | Os tanques de produtos químicos são assentados em bacias de contenção impermeáveis, em tamanho apropriados para recolher o produto oriundo de vazamento. |

### 16. Declaração de Viabilidade

Esta equipe de planejamento declara **viável** esta contratação.

#### 16.1. Justificativa da Viabilidade

Esta equipe de planejamento declara viável esta contratação.

### 17. Responsáveis

Todas as assinaturas eletrônicas seguem o horário oficial de Brasília e fundamentam-se no §3º do Art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

**MARIA TERESA DE TOLEDO LIMA**

Analista de Saneamento

**WANDERLEY TEODORO FILHO**

Superintendente - SAAEJA