



DOCUMENTO TÉCNICO

LINHA LMT TRECHO/SISTEMA Equipamentos Auxiliares SUBTRC./SUBSIST./CONJ. Tratamento de Água UC/SUBCONJ.	OBJETO SERVIÇOS DE CONTROLE E TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS REAPROVEITÁVEIS DE EFLUENTES DOS PÁTIOS DO METRÔ
---	---

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DOCUMENTOS RESULTANTES

OBSERVAÇÕES

301.205

DESCRIÇÃO DA REVISÃO

Inclusão do item 4.1.3

EMITENTE		ANÁLISE TÉCNICA	LIBERAÇÃO
AUTOR/PROJETISTA/FORNECEDOR	CONTRATADA	METRÔ / CONTRATADA	METRÔ
GSE/SEO/ESE			GSE/SEO
CONTRATO		CONTRATO	
O.S.		O.S.	
RESPONSÁVEL TÉCNICO	RESPONSÁVEL TÉCNICO	RESPONSÁVEL TÉCNICO	NOME
WASHINGTON S. TIBURCIO		CÁSSIO MURILO ADRIANO	MARCELO LEMOS
			REGISTRO 20206-5
MODALIDADE MECÂNICA		MODALIDADE ELÉTRICA	
Nº INSTRUMENTO 5063788214		Nº INSTRUMENTO 92221220141163910	

<small>CÓDIGO</small> ES-9.84.99.XX/700-065	<small>REVISÃO</small> F
<small>EMIÇÃO</small> 20/01/2026	<small>FOLHA</small> 2 de 10

ÍNDICE

1	OBJETIVO.....	3
2	ESCOPO DOS SERVIÇOS	3
3	SISTEMAS EXISTENTES	4
4	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	6
5	QUADRO DE REVISÕES.....	10
6	GESTÃO.....	10

CÓDIGO ES-9.84.99.XX/700-065	REVISÃO F
EMIÇÃO 20/01/2026	FOLHA 3 de 10

1 OBJETIVO

Esta especificação tem por objetivo definir informações técnicas para os serviços de operação, manutenção, controle e tratamento dos efluentes das Máquinas de Lavar Trens dos Pátios Jabaquara e Tamanduateí e para Manutenção do Sistema de Captação de Água de Chuva da Estação Vila Prudente.

2 ESCOPO DOS SERVIÇOS

2.1 FORNECIMENTO DE DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

2.1.1 A Contratada deverá elaborar todos os documentos técnicos referentes aos serviços de manutenção, tratamento e controle da qualidade da água para reuso.

2.1.2 A documentação técnica apresentada deverá conter, no mínimo:

- Plano de manutenção, com todas as informações necessárias para a manutenção corretiva e preventiva dos sistemas instalados e suas periodicidades, atendendo no mínimo ao indicado no item 4.3.
- A Contratada deverá elaborar um Plano de Atendimento às emergências, contendo os procedimentos a serem adotados no caso de acidentes, atribuições de responsabilidades e telefones úteis, para apreciação e aprovação do Metrô, antes do início do contrato.

2.1.3 Para execução dos serviços a Contratada deverá obrigatoriamente, apresentar um profissional responsável por todos os serviços de manutenção e operação destacados neste documento, que deverá recolher junto ao respectivo Conselho de Classe, o Atestado de Responsabilidade Técnica (ART).

O ART deve relacionar resumidamente os serviços envolvidos, conter o número desta especificação e o número do contrato. Este documento deverá ser entregue ao Metrô antes do início dos trabalhos.

2.2 INSTALAÇÃO E REMANEJAMENTO

2.2.1 Fornecimento e substituição das Bombas dosadoras eletromagnéticas compactas existentes.

2.3 SERVIÇOS DE TRATAMENTO E MANUTENÇÃO

2.3.1 Tratamento de água de efluentes das máquinas de lavar trens dos Pátios Jabaquara e Tamanduateí.

2.3.2 Manutenção do Sistema de Tratamento de água de captação fluvial da Estação Vila Prudente

2.3.3 Manutenção da Estação de Tratamento (ETE) da máquina de lavar trens do Pátio Jabaquara.

CÓDIGO ES-9.84.99.XX/700-065	REVISÃO F
EMIÇÃO 20/01/2026	FOLHA 4 de 10

- 2.3.4 Manutenção da Estação de Tratamento (ETE) da máquina de lavar trens do Pátio Tamanduateí.
- 2.3.5 Análises físico-químicas em laboratório acreditado pelo INMETRO.
- 2.3.6 Análises microbiológicas em laboratório acreditado pelo INMETRO.
- 2.3.7 Relatório com os resultados dos serviços de tratamento de água. Deve ser elaborado um relatório técnico para registro mensal, contendo no mínimo:
- Quantidade de metros cúbicos tratado.
 - Medições de cloro residual livre.
 - Resultado das análises físico-químicas.
 - Resultados das análises microbiológicas, quando houver.
 - Quantidade de ingredientes ativos utilizados na biorremediação.
 - Correções efetuadas e ações necessárias.
 - Sugestões de melhorias.
 - Dosagem inicial.
 - Dosagem de manutenção.
 - Dosagem de choque quando necessário.
 - Consumo de produto/mês.
- 2.3.8 Realizar reunião periódica com o Metrô-SP, para discussão do relatório de fechamento mensal mencionado no item 2.3.6.
- 2.3.9 Refazer os acabamentos danificados, durante a execução dos serviços, deixando-os limpos após a conclusão dos serviços.

3 SISTEMAS EXISTENTES

3.1 PÁTIOS JABAQUARA E TAMANDUATEÍ

O efluente a ser tratado é resultante da lavagem dos trens com jatos de água com detergente e destinado a um reservatório chamado de “caixa de água servida”. Esta água alimenta uma estação de tratamento (ETE), formada por flotador, reator biológico, leito de secagem e 4 (quatro) bombas dosadoras de produtos químicos (corretor de pH ácido e básico, policloreto de alumínio e cloro).

A Estação de Tratamento (ETE) do Pátio Jabaquara tem capacidade de tratamento de 10 m³/h, enquanto a do Pátio Tamanduateí é de 4 m³/h.

O processo de tratamento é totalmente automático, ou seja, o processo de ativação e desligamento da ETE é controlado pelos sensores de nível dos reservatórios de produtos químicos, água servida e de reuso. Abaixo estão descritas as fases de tratamento.

CÓDIGO ES-9.84.99.XX/700-065	REVISÃO F
EMIÇÃO 20/01/2026	FOLHA 5 de 10

3.1.1 Controle de pH

A captação da caixa de água servida é feita através de uma eletrobomba centrífuga que contém um sistema de tubulação com “by-pass” para controle de vazão e controle automático do pH, de forma que seja garantido o recalque de água para a unidade físico-química com valor de pH 8. Para o controle do pH, existe instalado um aparelho denominado pHmetro Automático, composto por uma sonda de processo, instalado na tubulação do “by-pass” de retorno de água para a caixa de água servida. Nesta tubulação, entre o reservatório e a sonda, existem duas entradas de produtos químicos, um ácido e outro alcalino. A sonda efetua a leitura do valor do pH e informa ao microprocessador.

O microprocessador ao ler o valor do pH, compara com o valor padrão pH 8, fazendo a correção automática através da dosagem adequada e automática do produto corretor. Para cada produto químico corretor, existe uma bomba dosadora acoplada a seu respectivo reservatório de produto. Em seguida, a água com pH corrigido é recalçada para a unidade físico-química.

Na tubulação de recalque, entre a caixa de água servida e a unidade físico-química, é dosado, conforme vazão da tubulação, o policloreto de alumínio para flocular os sólidos em suspensão.

3.1.2 Tratamento Físico-químico

Flotação

Para a separação do lodo, existe uma câmara de saturação de ar/água através de pressurização, capaz de fabricar microbolhas suficiente para se juntarem ao lodo gerado, deixando-o em suspensão. Consta também um sistema mecânico, capaz de transferir o lodo em suspensão para um compartimento denominado leito de secagem. Este processo é automático.

Reator Biológico

Elimina a matéria orgânica dissolvida na água, bem como parte dos tensoativos provenientes dos detergentes biodegradáveis usados na lavagem dos trens. É composto por um reservatório de dimensões proporcionais à vazão de tratamento (4 m³/h – Tamanduateí e 10 m³/h – Jabaquara) e contém em seu interior microrganismos degradadores da matéria orgânica, *Bacillus subtilis*.

O fluxo de água proveniente do reator é ascendente, isto significa que a tubulação de entrada de água é disposta na parte inferior, distribuindo assim uniformemente a água em seu interior. O meio suporte utilizado exerce a função de abrigo para a colônia de bactérias. A saída da água do reator biológico segue para a caixa de água tratada.

É previsto um sistema de dosagem de produto desinfetante (hipoclorito de sódio) para ser injetado na tubulação entre o reator biológico e a caixa de água tratada. Esta

CÓDIGO ES-9.84.99.XX/700-065	REVISÃO F
EMIÇÃO 20/01/2026	FOLHA 6 de 10

aplicação é realizada por uma bomba dosadora com potenciômetro de regulação interligada a um reservatório de produto, porém a instalação não contempla o sistema de controle de cloro residual livre, ficando sob responsabilidade da contratada dimensionar, instalar e manter o mesmo.

O flutuador e o reator biológico possui uma tubulação de descarga de fundo, contemplando uma válvula de esfera, para descargas periódicas, operada manualmente. Este resíduo será canalizado para a caixa de água servida.

3.1.3 Produtos Utilizados na Lavagem

São utilizados 2 tipos de produto na lavagem dos trens:

- Detergente automotivo concentrado, semipastoso, biodegradável, para lavagem externa do metrocarro. Referência comercial: Orquimol.
- Shampoo ácido, detergente concentrado, pH (solução a 1%) 2.0 a 3.0, acidez total 16 a 18%, densidade (a 25 °C) 1.01 a 1.04 g/ml. Referência Pluron 490 AM da Mustang Pluron Química Ltda. ou Renox R 100 da Homy Química.

3.2 ESTAÇÃO VILA PRUDENTE

O Sistema Hídrico de águas é proveniente da coleta de água pluvial do telhado da estação. A área de captação é de aproximadamente 1.800 m², desta forma, a água coletada atravessa dois filtros do tipo VF6 e é enviada a um reservatório de distribuição com volume total de 6,43 m³.

A manutenção deve ser feita mensalmente para demanda de água tratada a ser utilizada para irrigação de jardins, limpeza de pisos e de sistemas sanitários. Os serviços incluem a conservação técnica das máquinas dosadoras, tubulações, filtros e a complementação de produtos químicos para a eficiência total do sistema.

A instalação contempla o sistema de tratamento e desinfecção da água, ficando sob responsabilidade da Contratada o manutenção da mesma.

4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Essa especificação abrange o tratamento e manutenção dos sistemas de tratamento de águas de efluentes.

Para obter boa qualidade do tratamento, desinfecção e controle da qualidade, com ênfase na parte microbiológica, deverá ser mantida a reativação do reator biológico das máquinas de lavar trens e para todos os conjuntos, o controle e aplicação de cloro para desinfecção.

A Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) das máquinas de lavar trens e da estação Vila Prudente (VPT) possuem todos os equipamentos necessários para fazer o tratamento adequado da água, devendo ser mantidos em perfeita condições de uso

CÓDIGO ES-9.84.99.XX/700-065	REVISÃO F
EMIÇÃO 20/01/2026	FOLHA 7 de 10

4.1 FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

- 4.1.1 Deverão ser fornecidos e substituídos as Bombas de dosagem, por tipo eletromagnéticas compacta modelo PKX-MA/A 01-05 da ETATRON, ou equivalente.
- 4.1.2 A Contratada poderá realizar alterações e/ou melhorias nos sistemas existentes, desde que as mesmas sejam aprovadas pelo METRÔ-SP e todos os custos serão de responsabilidade da Contratada.
- 4.1.3 O fornecimento das bombas de dosagem e dos demais equipamentos necessários para o controle da qualidade da água, serão feitos por regime de comodato entre o Metrô e a Contratada pelo período de vigência do prazo de execução dos serviços.

4.2 SERVIÇOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Abrange todo o tratamento das águas a ser reutilizados, com fornecimento de materiais, equipamentos e mão de obra necessária.

- 4.2.1 Fornecimento, transporte, aplicação e controle de todos os produtos químicos necessários para a manutenção dos padrões de qualidade de água exigidos no item 4.5.
- A destinação dos resíduos gerados, como embalagem dos produtos químicos, deve atender à legislação vigente e é de responsabilidade da Contratada.
- 4.2.2 Regulagem dos equipamentos e correção da dosagem de produtos para atingir os padrões definidos no item 4.5.
- 4.2.3 Em caso de não atendimento às condições exigidas, de elevada contaminação por bactérias heterotróficas e/ou presença de coliformes, deverá ser previsto tratamento de choque para equalizar as condições da água tratada. A Contratada deverá elaborar laudo relatando os motivos.
- 4.2.4 Atentar-se para as variações de demanda e qualidade de água de alimentação, de modo a otimizar tanto o consumo de produtos químicos como de água.
- 4.2.5 Todos os produtos, ferramentas, equipamentos e mão de obra utilizada para o tratamento serão de responsabilidade da Contratada.

4.3 SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

A manutenção dos sistemas de tratamento (painéis, moto-bombas, tubulações, pinturas, etc.) será de responsabilidade da Contratada e contempla a manutenção e limpeza dos dois sistemas de tratamento (item 1), com fornecimento de todas as ferramentas, peças, mangueiras, materiais e mão de obra necessária, e controle da qualidade da água tratada armazenada, conforme padrões definidos no item 4.5 deste documento, através de análises físico-químicas e microbiológicas.

- 4.3.1 A manutenção preventiva mensal contempla a inspeção visual de todo o sistema, o monitoramento, em campo, de cloro residual livre, pH, a análise físico-química e a regulagem de todo o sistema.

- 4.3.2 A manutenção preventiva trimestral contempla além da preventiva mensal, os testes, calibrações de equipamentos, a análise microbiológica e a limpeza de todo o sistema, incluindo os filtros, descargas de fundo dos tanques, retirada dos resíduos do leito de secagem e recomposição do mesmo, etc.
- 4.3.3 A calibração deverá ser documentada e registrada, a fim de manter a rastreabilidade e a confiabilidade do sistema para auditorias.
- 4.3.4 A destinação dos resíduos gerados na limpeza e tratamento deve atender à legislação vigente.

4.4 ANÁLISES

A Contratada deverá garantir que a água tratada estará dentro dos padrões especificados no item 4.5 através de análises emitidas por laboratórios devidamente registrados no Conselho Regional de Química e acreditados pelo INMETRO, no mínimo a cada 6 meses, para fins legais.

4.5 PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA EXIGIDOS

Os procedimentos e critérios para execução e apresentação de análises físico-químicas e bacteriológicas das águas tratadas deverão atender no mínimo as exigências descritas nas tabelas abaixo:

Máquinas de Lavar Trens dos Pátios – Água de Efluentes

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido
Cor Aparente	uH	15,0
Turbidez	uT	5,0
pH	-	6,0 a 8,0
Cloro residual livre	mg/L	0,5 a 1,5
Odor	-	Não objetáveis
Aspecto	-	Límpido
Dureza Total	mg/L	300,0
Fluoreto	mg/L	1,5
Ferro	mg/L	0,3
Cloretos	mg/L	150,0
Coliformes totais	-	1,1 NMP/100ml
Escherichia coli	-	1,1 NMP/100ml
Óleos e Graxas	mg/L	5,0
DQO	mg/L	150,0
Condutividade	µS/cm	500

CÓDIGO ES-9.84.99.XX/700-065	REVISÃO F
EMIÇÃO 20/01/2026	FOLHA 9 de 10

- 4.5.1 As análises físico-químicas deverão ser realizadas mensalmente e as microbiológicas trimestralmente, e deverá fazer parte do relatório mensal posterior a coleta.
- 4.5.2 No mínimo a cada seis meses essas análises deverão ser realizadas por laboratórios acreditados.
- 4.5.3 A dosagem de hipoclorito de sódio deve estar de acordo com os níveis residuais permitidos para desinfecção.
- 4.6 **SEGURANÇA COM PRODUTOS QUÍMICOS**
- 4.6.1 Fica a critério de a Contratada escolher se irá trabalhar com produtos químicos em estado líquido ou sólido, porém, para produtos líquidos, deverão ser instalados tanques de contenção nos reservatórios de consumo.
- 4.6.2 Os equipamentos e produtos químicos deverão ser acomodados em armário de segurança para corrosivos, em PRFV (Plástico reforçado de fibra de vidro), com fechamento.
- 4.6.3 É de responsabilidade de a Contratada disponibilizar todos os informativos técnicos dos produtos químicos utilizados no tratamento para as pessoas envolvidas nesta atividade e estes informativos deverão conter no mínimo:
- Nome comercial do produto.
 - Descrição e característica do produto.
 - Concentração de aplicação do produto (ppm) e valor adotado para dosagem.
 - Dados técnicos (densidade, pH).
 - Instruções para manuseio e armazenagem.
 - FDS dos produtos.
- 4.6.4 A Contratada é responsável pelo manuseio e resíduos gerados desses produtos, de forma a atender a legislação em vigor junto aos órgãos responsáveis.
- 4.6.5 A Contratada deverá fornecer a seus funcionários e exigir a utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC) em função das atividades a serem praticadas. Os equipamentos de proteção individual mínimos são: luva de PVC, avental, óculos ampla-visão e respirador (máscara) com filtro contra vapores orgânicos e gases.
- 4.6.6 A Contratada deverá fornecer e instalar placas indicativas de advertência e de primeiros socorros e demais sinalizações necessárias nos locais de uso e no entorno dos equipamentos, de forma a garantir a segurança no local e o atendimento à legislação vigente.

CÓDIGO ES-9.84.99.XX/700-065	REVISÃO F
EMIÇÃO 20/01/2026	FOLHA 10 de 10

5 QUADRO DE REVISÕES

CÓDIGO	REV.	VIGÊNCIA	MOTIVO
PROJ 301.205	E	05/08/2025	Inclusão da ETE de VPT.
ATE 108.095	D	27/03/2023	Revisão geral dos itens: 2.1.2 e 5 e inclusão do item 2.1.5
	C	07/12/2022	Revisão geral nos itens 2.2, 2.3 e 4
	B	08/12/2020	Adequação da ES ao novo padrão
ATE 107.094	A	14/03/2018	Revisão geral com exclusão das estações Sacomã e Vila Prudente
	0	31/08/2017	Emissão do documento.

6 GESTÃO

NOME	REG.	ÁREA	ASSINATURA
Vitor Mazzei	24537-6	GSE/SEO/ESE	