

PROPOSTA TÉCNICO-COMERCIAL

Levantamento de aspectos críticos e adequações operacionais para o controle da geração de gases odorantes na estação de tratamento de esgoto doméstico de Barbosa Lage (ETE Barbosa Lage) - Município de Juiz de Fora (MG)

AGOSTO 2020

1. APRESENTAÇÃO E CONHECIMENTO DO PROBLEMA

Apresenta-se à Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de Fora (CESAMA) a proposta técnico-comercial para o *levantamento de aspectos críticos e adequações operacionais para o controle de emissões de gases odorantes no sistema de tratamento do esgoto doméstico de Barbosa Lage (ETE Barbosa Lage) - Município de Juiz de Fora (MG)*. Em linhas gerais, este documento propõe a execução de atividades que venham a prover elementos à equipe da CESAMA no sentido de (i) caracterizar a atual condição de operação da ETE Barbosa Lage, considerando possíveis inconsonâncias em termos do aporte de cargas orgânicas afluentes e (ii) definir um plano de ação para adequações, a partir dos critérios definidos em projeto e/ou em regime regular de operação.

Conhecimento do problema. Com o início do período de estiagem do ano de 2020 a população residente nas proximidades da ETE Barbosa Lage vem reportando incomodidade sistemática pela emissão de gases odorantes na região. Neste caso, o sistema de tratamento do esgoto tem sido identificado pela população como sendo o principal e mais provável ponto de geração de tais odores. Contudo, ainda há notável incerteza sobre a origem e causa de tais emissões, de forma que a CESAMA possa atuar de maneira consistente para o contorno do eminente problema. Após uma discussão preliminar com a equipe operacional duas hipóteses foram destacadas para investigação, a saber: (i) associação potencial de emissões de gases odorantes com o aumento de cargas orgânicas aportadas à ETE Barbosa Lage, e (ii) necessidade de adequações operacionais no que se refere ao processo de tratamento do esgoto.

2. PREMISSAS ASSOCIADAS À GERAÇÃO DE GASES ODORANTES NO SISTEMA DA ETE BARBOSA LAGE

Considerando as hipóteses listadas para investigação uma breve contextualização de premissas é apresentada no sentido de identificar, em caráter preliminar, possíveis causas de geração de gases odorantes no sistema da ETE Barbosa Lage.

Aporte inadequado de cargas orgânicas à ETE Barbosa Lage. De acordo com amostras pontuais de esgoto bruto coletadas de forma exploratória por operadores da CESAMA, há evidências de que a ETE Barbosa Lage vem recebendo contribuições impróprias de efluentes de origem industrial. Por consequência, a elevação de cargas orgânicas afluentes pode ser um fator para a geração de gases odorantes no sistema de coleta, transporte e tratamento do esgoto. Relações DQO/DBO de até 4 foram observadas a partir da análise de amostras pontuais (concentrações de DQO e DBO em torno de 3700 g-DQO/m³ e 800 g-DBO/m³)

Operação do sistema de tratamento do esgoto. Tendo em vista o aporte irregular de cargas orgânicas à ETE Barbosa Lage é possível que o sistema esteja operando em regime de sobrecarga em determinados momentos. Neste caso, a geração de odores estaria associada não somente ao esgoto bruto, mas também ao desajuste operacional em relação aos critérios e parâmetros definidos em projeto.

3. ETAPAS PARA A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES

No intuito de identificar as causas de geração de odores no sistema da ETE Barbosa Lage 5 (cinco) etapas são definidas para a realização de atividades plano de amostragem, como se segue:

- **Etapa 1:** Análise do projeto da ETE Barbosa Lage e sistematização de dados operacionais

Inicialmente, uma análise do projeto da ETE Barbosa Lage deverá ser realizada, no sentido de observar os critérios e parâmetros definidos para o sistema. Ainda, os dados operacionais produzidos pela equipe da CESAMA deverão ser disponibilizados, de forma que seja possível a sistematização dos mesmos para posterior caracterização do atual contexto operacional do sistema.

- **Etapa 2:** Definição de plano de amostragem do afluente (esgoto bruto)

Com o objetivo de caracterizar a carga orgânica afluente à ETE Barbosa Lage, bem como a possível origem do aporte inapropriado de efluentes industriais, um plano de amostragem do esgoto bruto será definido. O referido planejamento deverá prever a coleta de amostras em unidades de recebimento do esgoto bruto na própria ETE (p.ex.: tratamento preliminar e/ou tanque de equalização), bem como em elevatórias que compõem o sistema da ETE Barbosa Lage.

**** Observação:** o plano de amostragem deverá ser compatível com a capacidade de operação e processamento de amostras, as quais poderão ser assumidas pela CESAMA. Esta etapa de atividades visa ainda prover informações para a seleção *emergencial* de alternativa para o controle de odores no sistema da ETE Barbosa Lage.

- **Etapa 3:** Opinião Técnica Preliminar e plano para adequações operacionais

Após a análise de dados reunidos na Etapa 1 e 2 uma análise *global* sobre as condições atuais de operação do sistema mediante os critérios e parâmetros definidos em projeto será consubstanciada na forma de opinião técnica. Os dados sistematizados (incluindo a caracterização das cargas orgânicas afluentes) devem integrar o documento. A consolidação desta etapa é de grande relevância para o planejamento de adequação operacional, e, conseqüentemente, para o controle de odores possivelmente produzidos em unidades que compõem a ETE Barbosa Lage.

- **Etapa 4:** Acompanhamento técnico: adequações e ajustes para a operação da ETE Barbosa Lage

Considerando as diretrizes definidas no documento denominado '*Opinião Técnica Preliminar*' as adequações operacionais serão realizadas com o acompanhamento técnico do consultor (Paulo Gustavo S. de Almeida). As adequações e ajustes de operação visam eliminar a emissão de odores em volumes reacionais que compõem a ETE. Esta etapa de atividades poderá incluir o acompanhamento do controle emergencial de odores, se necessário.

- **Etapa 5:** Elaboração do relatório final

Com base no desenvolvimento das etapas anteriores um relatório deverá ser produzido de forma a apresentar e discutir de forma mais detalhada todas as informações obtidas. Adicionalmente, o conteúdo do relatório deverá *sugerir* a adoção de procedimentos operacionais a serem futuramente praticados pela equipe da CESAMA. Todos os procedimentos operacionais listados deverão ser consensualmente tratados entre os envolvidos na realização deste trabalho.

4. DESENVOLVIMENTO DOS SERVIÇOS, ENTREGA DE PRODUTOS E RESPONSABILIDADE TÉCNICA

- Após a assinatura do contrato, deverão ser fornecidos pela CESAMA projetos e memoriais que permitam a avaliação técnica de condições de operação do sistema da ETE Barbosa Lage.
- No transcurso das atividades poderão ser agendadas reuniões de acompanhamento com a equipe técnica da CESAMA e de outras instituições ou empresas.
- *Entrega de produtos.* Os produtos serão entregues tão logo sejam concluídos com base no cronograma de atividades (Item 6). Tais produtos deverão ser aprovados pela CESAMA. A entrega de relatório e outros documentos será realizada em meio digital.
- *Responsabilidade técnica.* O engenheiro consultor deverá gerar Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) registrada junto ao CREA, em referência à execução deste trabalho.

5. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

O prazo aproximado para a conclusão das atividades é de 45 (quarenta e cinco) dias úteis, contados após a assinatura do contrato (ver cronograma físico, Tabela 1). O cumprimento dos prazos deve estar estritamente associado ao repasse de documentos, informações e definições operacionais que se fazem necessárias para a condução das etapas previstas.

** Cabe ressaltar que a execução das Etapas 2 (Definição de plano de amostragem do esgoto bruto) e 4 (acompanhamento técnico) deverão ser realizadas com o apoio efetivo da equipe da CESAMA. A Tabela 1 apresenta o cronograma físico proposto para o desenvolvimento das etapas do serviço.

Tabela 1. Cronograma físico para o desenvolvimento de atividades.

Etapas	Estimativa para o cumprimento de atividades									
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	
Análise de projeto; sistematização de dados										
Plano de amostragem do esgoto bruto										
Opinião técnica e definição de adequações										
Acompanhamento técnico operacional										
Elaboração do relatório final										

Observação: **O projeto tem previsão de ser concluído em 45 (quarenta e cinco) dias úteis (não necessariamente consecutivos), em compatibilidade com a capacidade de operação conjunta da equipe da CESAMA.** Assim, sugere-se que no contrato de prestação de serviços seja prevista eventual prorrogação, desde que parte dos serviços venham sendo prestados dentro de padrões de qualidade esperados. Em última análise, o padrão de qualidade dos produtos deve ser aquele necessário para a execução de etapas subsequentes previstas nesta proposta.

6. CUSTOS E CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

O valor *total* (considerando a incidência de impostos) para o desenvolvimento das atividades é de **R\$ 42.240,00 (quarenta e dois mil duzentos e quarenta reais)**, sendo o pagamento a ser executado via Recibo de Pagamento Autônomo (RPA). A condição de pagamento é proposta da seguinte forma:

- *Primeira parcela de pagamento:* R\$ 14.080,00 (quatorze mil e oitenta reais), devendo ser executada mediante aprovação do documento 'Opinião Técnica Preliminar' (conclusão das Etapas 1 a 3).
- *Segunda parcela de pagamento:* R\$ 14.080,00 (quatorze mil e oitenta reais), devendo ser executada mediante apresentação do relatório técnico final (conclusão da Etapa 5).
- *Terceira parcela de pagamento:* R\$ 14.080,00 (quatorze mil e oitenta reais), devendo ser executada mediante aprovação do relatório técnico final.

** O valor para o desenvolvimento das atividades foi calculado com base em um total de 220 horas, considerando hora técnica de R\$ 192,00/hora).

7. OBRIGAÇÕES DO ENGENHEIRO CONSULTOR

- Observar os prazos estabelecidos para emissão de documentos e o cumprimento de prazos, e informar ao(s) representante(s) designado(s) pelo DEMSUR sobre a existência de fatores que possam vir a interferir nestas datas;
- Realizar reuniões com a equipe envolvida nas atividades descritas nesta proposta técnica, visando a avaliação do desenvolvimento dos trabalhos e da necessidade de ajustes;
- Zelar por documentos técnicos e informações concedidas pela CESAMA. Neste caso, um termo de confidencialidade poderá ser assinado pelo engenheiro consultor, se necessário.

8. OBRIGAÇÕES DA CESAMA

- Fornecer todas as informações necessárias ao desenvolvimento da consultoria técnica, notadamente aquelas relacionadas às características associadas a unidades da ETE Principal;
- Facultar o acesso diário de todos os membros da equipe a instalações da ETE Principal, mediante identificação;
- Disponibilizar, em tempo hábil, os materiais que se façam necessários, de modo a não comprometer o cronograma de desenvolvimento das atividades;
- Designar e disponibilizar profissional associado à equipe do DEMSUR para apoio e cooperação efetiva na realização da Etapa 4 (Elaboração de planilhas orçamentárias associadas às adequações a serem realizadas no tratamento preliminar e reatores UASB).

9. VISITAS DE CAMPO E REUNIÕES

Visitas de campo e reuniões presenciais (no Município de Juiz de Fora - MG) ou remotas estão previstas no escopo das atividades. Tais reuniões deverão ter a disponibilidade de duração de meio expediente (4 horas).

10. EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL E NOTÓRIA ESPECIALIZAÇÃO *

Experiência profissional. **Paulo Gustavo Sertório de Almeida** é engenheiro civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), possui mestrado e doutorado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com parte do doutoramento realizado na Arizona State University (Biodesign Institute - EUA). Como profissional de engenharia, atuou em empresa privada na área de meio ambiente, em agência de gestão ambiental pública e em cooperação técnica com companhias de saneamento para a análise de projetos e sistematização operacional de tecnologias de tratamento de efluentes.

Sua atuação tem sido também realizada em instituições de âmbito nacional (UFMG - Brasil) e internacional (UNESCO - Institute for Water Education - Holanda). Uma notória linha de trabalho associa-se ao desenvolvimento e transferência de tecnologias simplificadas para o tratamento biológico do esgoto doméstico, com experiência em projeto e sistematização operacional em escala plena. Adicionalmente, a inovação tecnológica para o pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios visando a remoção de matéria orgânica e nitrogênio tem sido uma importante linha de trabalho.

Considerando a experiência profissional e nível avançado de formação acadêmica adquirida no transcurso de 15 (quinze) anos, o profissional possui capacidade para atuar em análises técnicas em nível de projeto e operação de ETEs, elaboração de termos de referência, discussões com projetistas e equipes operacionais, entre outras tarefas usualmente designadas a um engenheiro sanitário. Cabe ressaltar que durante todo o período de pós-graduação o profissional esteve profundamente envolvido com o projeto e operação de sistemas de saneamento em escala plena, incluindo a interlocução com projetistas, operadores e fornecedores de equipamentos para a operacionalização de unidades de tratamento de efluentes. Atualmente, o profissional está envolvido em duas cooperações técnicas associadas a pre-operação e operação assistida de sistemas de tratamento de esgoto.

* Nota: Documentações que comprovam a experiência do profissional e a aderência com as atividades técnicas associadas ao serviço a ser executado junto à CESAMA, as quais justificam a *notória especialização*, deverão ser posteriormente apresentadas.

Notória especialização. Considerando a especificidade das atividades associadas à consultoria técnica a justificativa para a contratação do referido profissional reside, dentre outros aspectos relatados em seu currículo (ver Anexo 1), em sua experiência prévia com a operação de ETEs em escala plena. Cabe ressaltar que o profissional é autor de trabalhos para o aprimoramento de projeto, construção e operação de sistemas aplicados ao tratamento de esgoto sanitário. Segue a síntese de algumas atividades, as quais indicam a experiência do profissional com sistemas em escala plena:

- *Otimização de desempenho da ETE-Laboreaux (convênio SAAE-Itabira/UFMG)*
- *Operação e avaliação operacional da ETE-Laboreaux - Itabira-MG para aproveitamento energético do biogás e simplificação de sistemas UASB/FBP (convênio SAAE-Itabira/UFMG)*

A participação do profissional foi associada à pré-operação e operação assistida da Estação de Tratamento de Esgotos de Itabira, constituída por reatores UASB seguido por filtros biológicos percoladores. Durante a etapa de pré-operação, a proposição e a verificação de adequações em obras civis (ênfase em aspectos interferentes no desempenho do sistema), bem como o acompanhamento da etapa de inoculação dos reatores UASB foram os principais aspectos considerados. Na etapa de operação, o desempenho do sistema foi também avaliado para o atendimento de metas de abatimento de cargas poluidoras e de volume de esgoto tratado no âmbito do PRODES/Agência Nacional de Águas. Outros aspectos foram tratados no projeto, como: (i) a elaboração de protocolo para melhoria da captação de biogás; (ii) influência da carga biológica inicial na partida dos reatores UASB; (iii) estabelecimento de protocolo para remoção de espuma; (iv) obtenção de parâmetros de projeto para a desidratação, em leitos de secagem; (v) protocolo para retorno de lodo secundário aos reatores UASB (vi) avaliação da confiabilidade do sistema UASB/FBP operando sem decantador secundário; e (vii) implementação de planilha eletrônica para o apoio ao monitoramento da ETE.

- *Pré-operação e operação assistida da estação de tratamento de esgoto União-Indústria (convênio UFJF/CESAMA) (Atividade em curso)*

As tarefas em fase de pré-operação assistida da ETE são: (i) análise do projeto da ETE, incluindo levantamento de aspectos críticos nos memoriais de cálculo e dimensionamento; (ii) análise do projeto executivo da ETE, e verificação de conformidades quanto aos componentes constitutivos que influenciam diretamente a operação do sistema; (iii) recomendação de adequações e apoio na execução de testes para o início de operação da ETE; (iv) proposição de ações para a partida da operação da ETE; e (v) observação de problemas para a operação de longo termo.

Para a fase de operação assistida estão previstos: (i) acompanhamento da operação plena, incluindo a avaliação das adequações realizadas em etapa de pré-operação; (ii) apoio no estabelecimento de rotina operacional da ETE, considerando o treinamento e capacitação de operadores; (iii) padronização de métodos analíticos das fases líquida e sólida; (v) verificação do atendimento a metas do Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES) da Agência Nacional de Águas (ANA); e (iv) realização de oficinas para o acompanhamento e discussão conjunta de resultados operacionais.

- *Estabelecimento de Rotina Operacional para Retorno de Lodo dos FBP da ETE Onça (convênio UFMG/COPASA)*

O projeto teve por objetivo o estabelecimento de rotina operacional para o retorno do lodo secundário, sem que tal procedimento prejudicasse o funcionamento do sistema UASB seguido por filtros biológicos percoladores. Ajustes nos reatores UASB para melhorias operacionais foram notadamente contextualizados e acompanhados pelo profissional.

- *Operação assistida e avaliação operacional da ETE Itabira para aproveitamento energético do biogás e simplificação de sistemas UASB/FBP (SAAE-Itabira) (Atividade em curso)*

Descrição: Visando dar continuidade a atividades de relevância para o gerenciamento de sistemas de tratamento de esgoto doméstico em escala plena, os objetos da parceria com o SAAE-Itabira atualmente tem sido o monitoramento da produção de biogás, definição de estratégias para a destinação do lodo anaeróbio, e estudos preliminares visando à remoção de nitrogênio por processo Anammox em etapa de pós-tratamento de sistema UASB seguido por filtros biológicos percoladores (UASB/FBP). Adicionalmente, a implementação de um software para o apoio ao monitoramento das fases líquida e sólida fazem parte do presente escopo. Cabe ressaltar que para o desenvolvimento das etapas do projeto o acompanhamento de aspectos operacionais na ETE-Laboreaux é de essencial relevância.

- *Levantamento de aspectos críticos, definição de prioridades e proposta de adequações no tratamento preliminar e reatores UASB de estação de tratamento de esgoto doméstico - Município de Muriaé (MG).*

Descrição: O objetivo das atividades foi observar falhas de projeto e construção associadas ao tratamento preliminar e reatores UASB para consecutiva proposição de adequações nas respectivas unidades de tratamento. Três etapas foram propostas, a saber: (i) Análise de relatório preliminar, projetos básicos do tratamento preliminar e reatores UASB e visita técnica à ETE; (ii) Elaboração de relatório constando os aspectos críticos e as soluções associadas; e (iii) Elaboração de projetos básicos/detalhamentos e levantamento de quantitativos associados às adequações a serem efetuadas no sistema de tratamento (tratamento preliminar e reatores UASB).

PUBLICAÇÕES DE INTERESSE PARA A ATIVIDADE PROFISSIONAL EM COMPANHIAS DE SANEAMENTO

*** Nota importante: Todas as publicações selecionadas abaixo possuem aspectos de relevância para sistemas em escala plena, em termos de projeto e operação.

Publicações em periódicos

- Ribeiro, T.B.; Brandt, E.M.F; Díaz, C.A.; Almeida, P.G.S.; Chernicharo, C.A.L. (2017). Technological improvements in compact UASB/SBTF systems for decentralized sewage treatment in developing countries. *Desalination and water treatment*.
- Almeida, P.G.S.**; Marcus, A.K.; Rittmann, B.E.; Chernicharo, C.A.L. (2013) Performance of plastic- and sponge-based trickling filters treating effluents from an UASB reactor. *Water Science and Technology*, v. 67(5), p. 1034-1042.
- Chernicharo, C.A.L.; **Almeida, P.G.S.**; Lobato, L.S.; Rosa, A.P. (2012) Anaerobic domestic wastewater treatment in Brazil: drawbacks, advances and perspectives. *Water* 21, p. 24 – 26.
- Almeida, P.G.S.**; Oliveira, S.M.A.C.; Chernicharo, C.A.L. (2011) Operation of trickling filters post-UASB reactors without the secondary sedimentation stage. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 16, p. 281-290. (In Portuguese).
- Almeida, P.G.S.**; Chernicharo, C.A.L.; Souza, C. L. (2009) Development of compact UASB/trickling filter systems for the treatment of domestic wastewater in small communities in Brazil. *Water Science and Technology*, v. 59, p. 1431-1439.
- Chernicharo, C.A.L.; **Almeida, P.G.S.**; Lobato, L.S. ; Couto, T. ; Borges, J.M. ; Lacerda, Y. (2009) Experience with the design and start up of two full-scale UASB plants in Brazil: enhancements and drawbacks. *Water Science and Technology*, v. 60, p. 507-515.
- Lobato, L.C.S.; Paiva Junior, C.A.; Barbosa, C.A.; **Almeida, P.G.S.**; Goncalves, T. C. F.; Vaz, E.; Silva, S.; Judice, M. A. M. ; Moraes, O. (2014). Secondary sludge return for thickening and digestion in UASB reactors: case study of Onça STP - Brazil. In: XI Latin American Workshop and Seminar on Anaerobic Digestion on. In: XI Latin American Workshop and Seminar on Anaerobic Digestion, 2014, Havana. Proc. XI Latin American Workshop and Seminar on Anaerobic Digestion. Londres: IWA. Londres: IWA, 2014. v. 1. p. 469-476.
- Rosa, A.P. ; Martins, D.C.R.B. ; **Almeida, P.G.S.**; Ventura, H.C. ; Chernicharo, C.A.L. (2011) Operational protocol for scum management applied to UASB reactors: a case study from Laboreaux WWTP (Itabira-MG). 26th Brazilian Congress of Sanitary and Environmental Engineering. Porto Alegre, Brazil. (In Portuguese)
- Almeida, P.G.S.**; Dutra, P.R.; Monteiro, T.A.S.; Oliveira, J.M.; Chernicharo, C.A.L. (2007) Tricking filters as a post-treatment of effluents of UASB reactors: effect of different packing media types for ammonium removal. 24th Brazilian Congress of Sanitary and Environmental Engineering. Belo Horizonte, Brazil. (In Portuguese)

Outros materiais

- Florêncio, L.; **Almeida, P.G.S.**; Mendonca, N. M.; Volschan J.I.; Andrade Neto, C.O.; Piveli, R.P. ; Chernicharo, C.A.L. (2009) Nitrificação em reatores de biofilme. In: Francisco Suetônio Bastos; Marcos von Sperling. Nutrientes de Esgoto Sanitário: utilização e remoção. 1ed. Rio de Janeiro: ABES RJ, v. 1, p. 262-292. (In Portuguese).
- von Sperling, M; Chernicharo, C.A.L.; Almeida, P.G.S.; Bressani, T.R.. Post-treatment of anaerobic effluents. In: Anaerobic reactors for sewage treatment: design, construction and operation. IWA publishing. (em preparação).
- Chernicharo, C.A.L.; von Sperling, M.; Bressani. Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário. Parte 6: qualidade do efluente. Revista DAE. (nota técnica)



Paulo Gustavo Sertório de Almeida
Doutor em saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

