



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS PENEDO  
CURSO TÉCNICO SUBSEQUENTE EM QUÍMICA**

**DHYEGO SILVA MEDEIROS**

**REMOÇÃO DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) EM UMA ESTAÇÃO  
DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE) NA BARRA DE SÃO MIGUEL - AL**

**PENEDO, AL  
2023**

DHYEGO SILVA MEDEIROS

REMOÇÃO DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) EM UMA ESTAÇÃO  
DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE) NA BARRA DE SÃO MIGUEL - AL

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Subsequente em Química do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Química.

Orientadora: Dra. Taciana do Nascimento Santos

PENEDO, AL  
2023



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
**Campus Penedo**  
**Biblioteca**

---

M488r

Medeiros, Dhyego Silva.

Remoção de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em uma estação de tratamento de efluentes (ETE) na Barra de São Miguel - AL / Dhyego Silva Medeiros. – 2023.

11 f.: il.

Orientação: Prof.<sup>a</sup> Taciana do Nascimento Santos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico de Nível Médio Subsequente em Química) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Penedo, Penedo, 2023.

Trabalho acadêmico em versão digital.

1. Saneamento básico 2. DBO. 3. Estação de tratamento de efluentes. I. Santos, Taciana do Nascimento. II. Título.

CDD: 628.16

---

**Maria Luzia Alexandre de Oliveira**  
**Bibliotecária/Documentalista**  
**CRB-4/2159**

DHYEGO SILVA MEDEIROS

REMOÇÃO DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE) NA BARRA DE SÃO MIGUEL - AL

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Subsequente em Química do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Química.

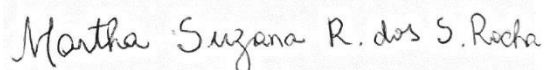
APROVADO(A) EM: 24/08/2023.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Taciana do Nascimento Santos  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



---

Prof. Martha Suzana Rodrigues dos Santos Rocha  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



---

Prof. Renan Atanázio dos Santos  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL

## REMOÇÃO DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE) NA BARRA DE SÃO MIGUEL - AL

### REMOVAL OF BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD) IN AN EFFLUENT TREATMENT STATION (ETE) IN BARRA DE SÃO MIGUEL - AL

Dhyego Silva Medeiros<sup>1</sup>

#### RESUMO

Constituído por uma série de medidas tomadas com o objetivo de preservação das condições ambientais, o saneamento básico deve promover a melhoria da qualidade de vida da população e no desenvolvimento da atividade econômica. Diante disso, o objetivo deste artigo é apresentar a qualidade do esgoto tratado, conforme os limites estabelecidos na resolução CONAMA 430/11 para DBO, em uma estação de tratamento de esgoto (sendo a sua principal característica o sistema de Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e de Manta de Lodo) e suas principais etapas de tratamento na cidade de Barra de São Miguel/AL, que tem uma população estimada em 8.434 habitantes. A DBO é um teste padrão, realizado a uma temperatura constante de 20°C e durante um período de incubação fixo de 5 dias que serve para mensurar indiretamente a quantidade de matéria orgânica contida no esgoto poluente. A unidade estudada apresentou valores de DBO do esgoto tratado abaixo dos valores máximos permitidos, estando de acordo com os padrões exigidos na legislação.

**Palavras-chave:** DBO; CONAMA; Qualidade; Saneamento; Esgoto.

#### ABSTRACT

Consisting of a series of measures taken with the aim of preserving environmental conditions, basic sanitation should improve the quality of life of the population and the development of economic activity. With this in mind, the aim of this article is to present the quality of sewage treated according to the limits established in CONAMA resolution 430/11 for BOD in a sewage treatment plant (the main feature of which is the Ascending Flow Anaerobic Reactor and Sludge Blanket system) and its main treatment stages in the city of Barra de São Miguel/AL, which has an estimated population of 8,434 inhabitants. BOD is a standard test, carried out at a constant temperature of 20° C and during a fixed incubation period of 5 days, which serves to measure the amount of organic matter contained in the polluting sewage. The unit shows values below the standards required by law.

**Keywords:** OBD; CONAMA; Quality; Sanitation; Sewage.

#### 1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico no Brasil ampara-se na Lei 11.445/2007 que estabelece os seguintes conjuntos de ações públicas: (a) abastecimento de água potável; (b) esgotamento sanitário; (c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e (d)

<sup>1</sup> Dhyego Silva Medeiros. Técnico em Açúcar e Álcool (IFAL, campus Penedo).  
Estudante do curso Técnico em Química subsequente (IFAL, campus Penedo).  
Email: dhyego17medeiros@gmail.com

drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, formam o conjunto de serviços públicos, de infraestruturas e instalações operacionais do saneamento básico, que podem ser compreendidos da seguinte forma (BRASIL, 2020):

- Abastecimento de água potável: esse serviço é constituído de infraestruturas e instalações necessárias, desde a captação, tratamento, preservação e distribuição até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- Esgotamento sanitário: corresponde ao transporte de esgoto das residências e prédios comerciais para uma estação de tratamento que envolve as estruturas e os serviços necessários para coletar, transportar, tratar e devolver de forma adequada o esgoto ao meio ambiente;
- Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: envolve o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- Drenagem e manejo das águas pluviais: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

No que diz respeito aos serviços públicos de esgotamento sanitário, têm-se as seguintes etapas: (I) coleta, incluída ligação predial, dos esgotos sanitários; (II) transporte dos esgotos sanitários; (III) tratamento dos esgotos sanitários; e (IV) disposição final dos esgotos sanitários e dos lodos originários da operação de unidades de tratamento coletivas ou individuais de forma ambientalmente adequada, incluídas fossas sépticas, conforme definidos no art. 3º-B da Lei 11.445/2007 (BRASIL, 2020).

Com todas estas etapas, compreende-se que os serviços de esgotamento sanitário e, de forma ainda mais ampla, o saneamento básico constitui-se como atividades complexas e que necessitam do envolvimento de diversos setores para que sejam ofertados com eficiência e qualidade para toda a população. No Brasil, 82,4% da população tem acesso à água tratada, enquanto apenas 55,8% dos brasileiros têm coleta e tratamento de esgoto disponíveis (SNIS, 2021).

Tendo em vista melhorar esta situação em 15 de julho de 2020 foi promulgada a Lei 14.026 que atualizou o Marco Legal do Saneamento Básico. No seu art. 11-B os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033. (BRASIL, 2020).

Diante das metas estabelecidas o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), elaborado pelo Governo Federal, estimou que são necessários investimentos de R\$ 142 bilhões em água e R\$ 215 bilhões em esgoto, uma média de R\$ 27,6 bilhões por ano, a preços de 2019. Nesse sentido, há espaço para ampliação da participação privada no setor, tanto por meio de concessões dos serviços, quanto de parcerias público-privadas (BNDES, 2021).

Para que os investimentos necessários ocorram no Estado de Alagoas, o governo do estado ao final de 2020, realizou o leilão de saneamento básico da região metropolitana de Maceió, os direitos de concessão dos serviços foram arrematados pela BRK Ambiental S.A, que apresentou uma proposta de outorga fixa de R\$ 2,009 bilhões, com previsão de investimentos em infraestrutura na ordem de R\$ 2,6 bilhões, durante 35 anos de contrato (EMA Engenharia, 2019).

A BRK Ambiental é uma empresa privada do Brasil no setor de prestação de serviços de água e de esgoto que atua baseada em diferentes modelos contratuais, como concessões dos serviços públicos, parcerias público-privadas, subdelegações com empresas estaduais, entre outros. A empresa está presente em mais de 100 municípios, por todas as regiões do país, atendendo mais de 16 milhões de habitantes (BRK Ambiental, 2020).

Na Região Metropolitana de Maceió (constituída por 13 municípios) a cidade de Barra de São Miguel/AL, tem uma população estimada de 8.434 habitantes, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, e em 2021 cerca de 13,97% do esgoto coletado era tratado no município (SNIS, 2021). E até 2027 a BRK Ambiental deverá ampliar o índice de cobertura de esgotamento sanitário para 90% da população urbana e tratando 100% do esgoto coletado (EMA Engenharia, 2019).

Desde o início da concessão, a BRK tem atuado em todas as etapas do esgotamento sanitário, incluindo coleta, transporte, tratamento e destinação final. O tratamento é realizado em estações de tratamento de esgoto (ETE). Desse modo, ao chegar na ETE, os efluentes domésticos e comerciais passam por diversos processos que reduzem a alta concentração de compostos orgânicos, inorgânicos e físico-químicos que os tornam prejudiciais ao meio ambiente (BRK Ambiental, 2020).

Os parâmetros de qualidade do lançamento de efluentes tratados são definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente-SISNAMA, foi instituído pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018).

No uso de suas competências o órgão instituiu a Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores. Dessa forma o artigo 21 estabelece os padrões de lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, conforme ilustrado na Tabela 1.

**TABELA1** – Padrões de lançamento de esgotos sanitários (Art. 21).

<b>PARÂMETROS</b>	<b>LIMITES</b>
pH	5 a 9
Temperatura (°C)	< 40
Materiais Sedimentáveis (mL/L) /h	≤1
DBO (mg·L <sup>-1</sup> ) ou Eficiência mínima (%)	120 ou > 60%
Óleos e graxas (mg·L <sup>-1</sup> )	100
Materiais flutuantes	Ausentes

Fonte: CONAMA (2011)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) que retrata a quantidade de oxigênio requerido para estabilizar, através dos processos bioquímicos a matéria orgânica, ou seja, o principal efeito da poluição em cursos d'água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido causado pela respiração dos microrganismos que se alimentam da matéria orgânica. A matéria orgânica presente nos esgotos é a principal causadora de poluição para os corpos d'água, que pode ser definida com

uma mistura heterogênea de diversos compostos orgânicos, tendo como principais componentes: proteínas, carboidratos e lipídios (SPERLING, 1995).

O objetivo deste artigo é avaliar a qualidade do esgoto tratado em uma estação de tratamento de esgoto na cidade de Barra de São Miguel/AL conforme os limites estabelecidos na resolução CONAMA 430/11 para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e apresentar as etapas do processo de tratamento do esgoto.

## 2 METODOLOGIA

Para avaliar a qualidade do esgoto tratado se fez necessário conhecer as etapas do tratamento do esgoto através de visitas em campo à ETE e revisão de literatura. Além disso, foram solicitados dados à BRK Ambiental, referentes aos valores de DBO de entrada e de saída da estação.

De modo geral o teste da Demanda Bioquímica de Oxigênio pode ser compreendido da seguinte forma: no primeiro dia determina a concentração de oxigênio dissolvido (OD) da amostra, no quinto dia de incubação à 20°C determina-se a nova concentração do OD. A diferença entre os valores representa o oxigênio consumido para oxidação da matéria orgânica (Sperling, 2014). A DBO padrão, é considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período expressa por  $DBO_5^{20}$  onde 5 representa os dias de incubação e 20 a temperatura em °C.

Os dados obtidos foram utilizados para calcular a eficiência de remoção da DBO da estação no período de julho de 2022 a julho de 2023. De acordo com Sperling (1995) a eficiência ou porcentagem de remoção de determinado poluente no tratamento de esgoto pode ser dada pela fórmula:

$$E = \frac{Eb - St}{Eb} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

E = representa a eficiência de remoção de DBO (%);

Eb = DBO do esgoto bruto (mg/L);

St = a DBO do esgoto tratado (mg/L);

Dessa forma, é feita uma relação entre o valor da DBO de entrada na estação e o de saída, e a diminuição deste parâmetro é atribuída à sua remoção através do tratamento na ETE.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultados da visita em campo foi possível entender como funciona a ETE e suas etapas do tratamento do esgoto, bem como a caracterização do esgoto tratado através dos resultados obtidos de DBO.

### 3.1 Estação de tratamento de esgoto (ETE)

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são os espaços projetados para realizar as diferentes etapas desse tratamento. Usualmente as etapas são classificadas através dos níveis:

- Preliminar;
- Primário;

- Secundário;
- Terciário.

A Tabela 2 mostra a classificação dos níveis e suas características do tratamento de esgoto.

**Tabela 2** – Etapas do processo de tratamento de efluentes e o objetivo de cada etapa.

Nível	Remoção
<i>Preliminar</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólidos em suspensão grosseiros (materiais de maiores dimensões, como pedaços de plástico, madeira e areia)</li> </ul>
<i>Primário</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólidos em suspensão sedimentáveis (sólidos finos como pequenos grãos de areia, restos orgânicos como grãos de comida)</li> <li>• DBO em suspensão (associada à matéria orgânica componente dos sólidos em suspensão sedimentáveis)</li> </ul>
<i>Secundário</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DBO em suspensão (caso não haja tratamento primário: DBO associada à matéria orgânica em suspensão, presente no esgoto bruto)</li> <li>• DBO em suspensão particulada (caso haja tratamento primário: DBO associada à matéria orgânica em suspensão não sedimentável, não removida no tratamento primário)</li> <li>• DBO solúvel (associada à matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos, presentes, tanto nos esgotos brutos, quanto no esgoto do eventual tratamento primário, uma vez que sólidos dissolvidos não são removidos por sedimentação)</li> </ul>
<i>Terciário</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutrientes (Amônia, Fósforo, Nitrato, Nitritos etc.)</li> <li>• Organismos patogênicos</li> <li>• Compostos não biodegradáveis</li> <li>• Metais pesados</li> <li>• Sólidos inorgânicos dissolvidos</li> <li>• Sólidos em suspensão remanescentes</li> </ul>

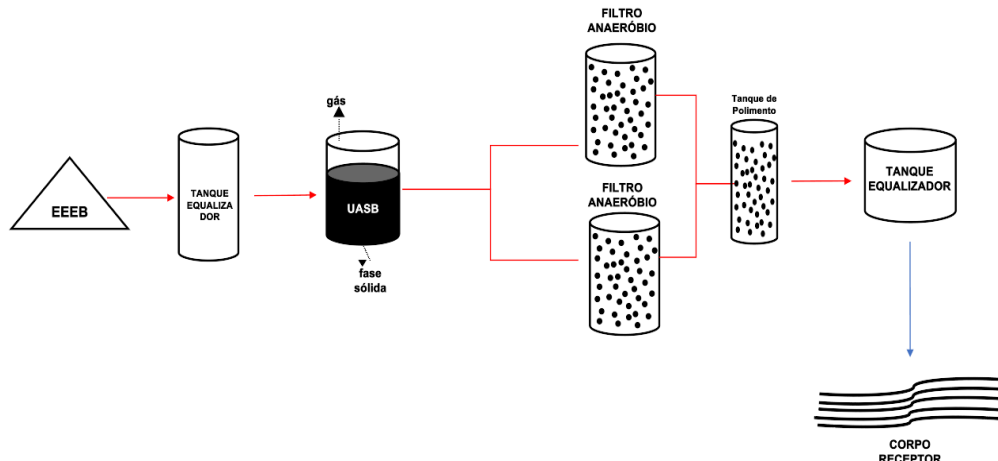
Fonte: Adaptado de Sperling, Marcos Von (2014).

De modo geral é possível simplificar a seguinte forma: o tratamento preliminar tem o objetivo de remover sólidos grosseiros de dimensões maiores que 1 cm; o tratamento primário é compreendido como a etapa que remove os sólidos sedimentáveis finos, como a areia e pequenos grãos de comida; no tratamento secundário a remoção de matéria orgânica (DBO) é a principal característica da etapa, e o tratamento terciário tem o objetivo de extrair materiais não removidos nas etapas anteriores.

Cada etapa do tratamento de esgoto constitui em uma operação unitária que possui diversos sistemas capazes de remover os poluentes, desde artefatos simples como grades que retêm os sólidos grosseiros aos reatores biológicos.

A Estação de Tratamento de Esgoto localizada no município da Barra de São Miguel/AL, é operada pela BRK Ambiental desde 2021 quando a empresa assumiu a concessão de água e esgoto dos 13 municípios da Região Metropolitana de Maceió. A Figura 1 apresenta as etapas constituídas na estação de tratamento de esgoto:

**FIGURA 1** – Fluxograma simplificado da ETE na Barra de São Miguel.



Fonte: BRK Ambiental RMM (2023)

Conforme é possível observar na Figura 1, a ETE localizada na Barra de São Miguel/AL é constituída por:

**Estação Elevatória de Esgoto Bruto (EEEB):** a EEEB está constituída na fase do tratamento preliminar e é responsável por acondicionar o esgoto que chega da rede, remover os sólidos grosseiros e em seguida bombeá-lo para o tanque equalizador através de bombas submersas no esgoto;

**Tanque Equalizador:** equipamento da fase primária, o tanque equalizador tem a reponsabilidade de reter a força exercida no bombeamento do esgoto bruto proveniente da EEEB, além de represar a quantidade de sólidos finos sedimentáveis que ultrapassaram pela elevatória;

**Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente e de Manta de Lodo (RAFA) ou *Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*:** Responsável pelo tratamento secundário o UASB tem um fluxo de entrada do esgoto líquido na forma ascendente (de baixo para cima), na parte inferior encontra-se o lodo biológico que são colônias de bactérias anaeróbicas (sem presença de oxigênio), essas por sua vez são responsáveis por realizar atividades metabólicas capazes de remover a matéria orgânica. A parte superior do reator é dividida em zonas de sedimentação e coleta de gás gerado pelas atividades bacterianas, a zona de sedimentação permite a saída do esgoto clarificado e o retorno dos sólidos (biomassa) ao sistema. Entre os gases formados está o gás metano que pode ser reaproveitado ( $\text{CH}_4$ ) (Sperling, 2014).

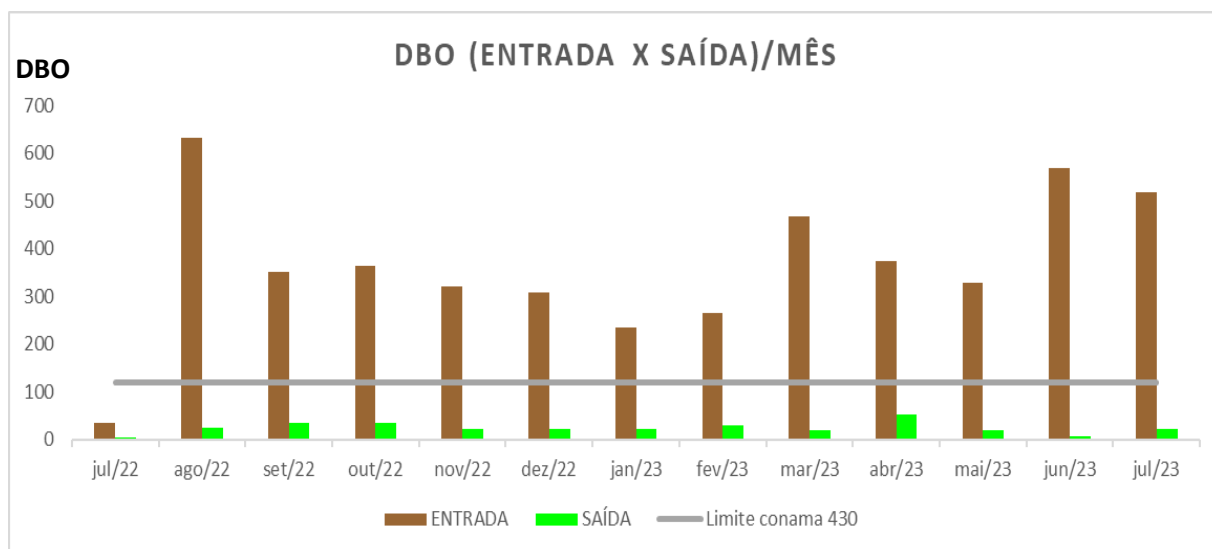
**Filtros anaeróbios:** os filtros anaeróbios também fazem parte do tratamento secundário e trabalham paralelos entre si, recebendo simultaneamente o esgoto clarificado proveniente do UASB, estes têm o objetivo de auxiliar na remoção de matéria orgânica, através das bactérias aderidas ao meio filtrante além de reter os sólidos finos. Na ETE apresentada, o meio filtrante é constituído por britas de pedra.

**Tanque de polimento e o tanque equalizador:** estes por sua vez estão na fase do tratamento terciário, o tanque de polimento é responsável pela remoção através da sedimentação de sólidos que por venturam possam ser trazidos das outras etapas do tratamento, e o tanque equalizador final atua como um reservatório de esgoto tratado para o lançamento final.

### 3.2 Qualidade do esgoto tratado

Para determinar a qualidade do esgoto tratado os ensaios de DBO da estação de tratamento apresentada neste trabalho são realizados por um laboratório acreditado que segue os critérios técnicos estabelecidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, que foi contratado pela BRK Ambiental conforme determina o Art. 26 do capítulo III da Resolução CONAMA nº 430/11. O Gráfico 1 apresenta a DBO entre os meses de julho/2022 a julho/2023.

**GRÁFICO 1** – Entrada e saída mensal de DBO.

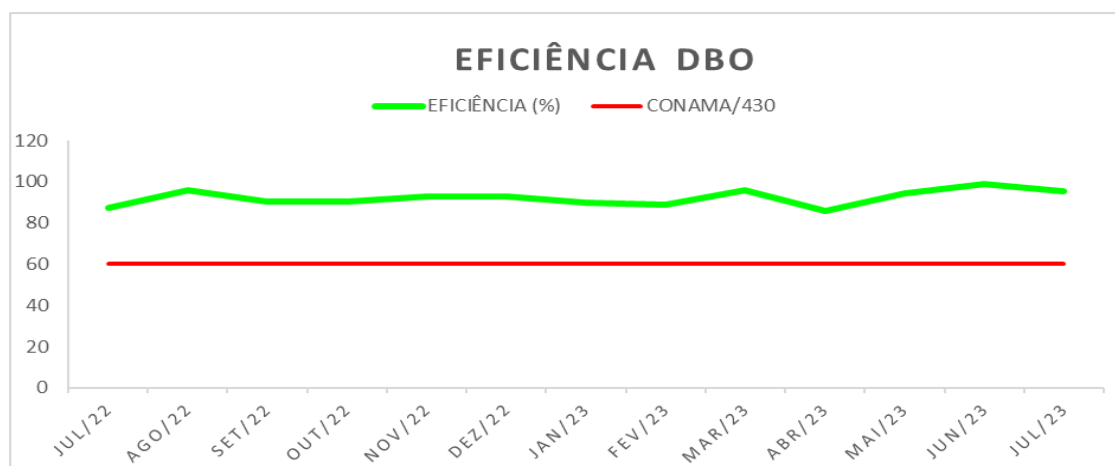


Fonte: BRK Ambiental RMM (2023)

O Gráfico 1 apresenta a DBO de entrada e saída da estação, nele é possível verificar que o efluente de saída apresenta resultados abaixo do limite de 120mg/L da DBO<sub>5</sub><sup>20</sup>, conforme estabelecido pela resolução CONAMA 430/11 mostrado na Tabela 1.

Também é possível visualizar uma DBO de entrada do esgoto bruto menor de 120mg/L no mês de julho/22, essa característica tem a ver com o período chuvoso do inverno em Alagoas, pois com as fortes chuvas no ano de 2022 é provável que as redes coletoras de esgoto recebam contribuições irregulares de águas pluviais, assim diluindo o esgoto bruto.

Dessa forma, com os resultados obtidos no Gráfico 1, a eficiência da estação foi determinada através dos cálculos realizados pela equação (1), sendo apresentada no Gráfico 2.

**GRÁFICO 2 – Eficiência da DBO mensal.**

Fonte: BRK Ambiental RMM (2023)

No Gráfico 2, é possível verificar que a eficiência da unidade apresenta média anual acima de 92%, entre os meses de julho de 2022 a julho de 2023, todos os resultados foram acima de 60% de eficiência conforme exigido pela legislação. Pode-se afirmar que no período de 12 meses a ETE atendeu em 100% os percentuais de eficiência exigidos pela legislação.

Para que a unidade apresente essas taxas de eficiência, é necessário que sejam realizadas de forma periódica diversas atividades na estação como limpeza da EEEB afim de retirar os sólidos grosseiros. No UASB deve ocorrer o controle da manta de lodo que é constituída pelo crescimento da biomassa dispersa no meio, que ao crescer forma pequenos grânulos de diversas espécies microbianas anaeróbias. Esse controle é necessário para que a biota se mantenha saudável capaz de realizar as devidas ações metabólicas na remoção da matéria orgânica. Deve haver o controle de entrada na vazão do esgoto bruto na EEEB, a fim de garantir que haja um tempo de detenção hidráulico (TDH) ideal do esgoto na manta de lodo do UASB. O TDH pode ser entendido como o tempo mínimo ou máximo necessário para que as reações metabólicas ocorram de forma eficiente.

Por fim, conforme é possível observar na Tabela 1, outros parâmetros devem ser analisados para determinar a qualidade do efluente tratado como pH que tem limite mínimo e máximo, temperatura máxima (°C), sólidos sedimentáveis, óleos e graxas e materiais flutuantes como parâmetros físico-químicos.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi possível observar a unidade de tratamento de esgoto apresentada é constituída por tratamento preliminar, primário, secundário e terciário, este por sua vez tem suas respectivas responsabilidades em cada etapa para tratar o esgoto.

Diante dos dados apresentados, a ETE na Barra de São Miguel/AL está sendo operada em condições favoráveis atendendo em DBO <120 mg/L e em eficiência >60% dos padrões de lançamento que são exigidos pela legislação.

Dessa forma, ao apresentar resultados ideais de DBO para lançamento, a unidade contribui para que a os serviços públicos de esgotamento sanitário sejam prestados à população de forma eficiente.

