



## **Desenho hidráulico de uma lagoa de estabilização facultativa no bairro Casseque, município de Huambo**

Hydraulic design of a facultative stabilization pond in the Casseque neighborhood, Huambo municipality

**Rider Riveras Hernández**

Universidade José Eduardo Dos Santos, Instituto Politécnico do Huambo,  
Angola e Universidade de Ciego de Ávila, Cuba

[riderrh83@gmail.com](mailto:riderrh83@gmail.com)

**Joaquim muluta Ulica Cambanda**

Universidade José Eduardo Dos Santos, Instituto Politécnico do Huambo,  
Angola

[mulutaiujes@gmail.com](mailto:mulutaiujes@gmail.com)

**Maiquel López Silva**

Universidade Católica Sedes Sapientiae, Perú

[mlopezs@ucss.edu.pe](mailto:mlopezs@ucss.edu.pe)

**Recibido:** 15/11/2025

**Aceptado:** 15/12/2025

**Publicado:** 30/12/2025

Citación/como citar este artículo: Riveras-Hernández., R. , Ulica-Cambanda C., J, & López-Silva, M. (2023). Desenho hidráulico de uma lagoa de estabilização facultativa no bairro Casseque, município de Huambo. *Ástery Journal*, 1(1), 52-71.

### Resumo

Se desenvolveu um projeto hidráulico para uma lagoa de estabilização no bairro Casseque no município Huambo, com o objetivo de tratar águas residuais domésticas. A metodologia incluiu a caracterização das águas residuais e o projeto baseado no método de GLOYNA, considerando variáveis hidráulicas e térmicas. Os resultados mostraram que as águas residuais eram fracas, com um fluxo máximo de 1867,104 m<sup>3</sup>/d. A lagoa, composta por 8 registros e um volume de 4377 m<sup>3</sup>, ocupa 1,6 ha e tem um tempo de retenção de 90 dias, alcançando uma eficiência de 97% na remoção de DBO. Foi determinado que a lagoa facultativa é a mais adequada, operando com uma eficiência de 95% e uma profundidade de 2,0 m.

**Palavras chaves:** lagoa estabilização, método Gloyna, DBO.

### Abstract

A hydraulic project was developed for a stabilization lagoon in the Casseque neighborhood of Huambo municipality, aimed at treating domestic wastewater. The methodology included the characterization of wastewater and the design based on the GLOYNA method, considering hydraulic and thermal variables. Results showed that the wastewater was weak, with a maximum flow of 1867.104 m<sup>3</sup>/d. The lagoon, composed of 8 registers and a volume of 4377 m<sup>3</sup>, occupies 1.6 ha and has a retention time of 90 days, achieving a 97% efficiency in BOD removal. It was determined that the facultative lagoon is the most suitable, operating with a 95% efficiency and a depth of 2.0 m.

**Keywords:** Stabilization pond, Gloyna method, BOD.

## **Introdução**

As águas residuais resultam do uso da água para diferentes fins e, como consequência, acumulam materiais suspensos e dissolvidos que alteram suas propriedades. Conforme o tipo de utilização, essas águas apresentam características diversas, havendo grande distinção entre as residuais urbanas ou domésticas provenientes do uso residencial da água e as industriais, geradas em instalações fabris (Vidoeira, 2019; Ramos & Nina, 2018).

Manuel et al. (2018) destacam que a principal causa de contaminação dessas águas está relacionada tanto à ação natural quanto à antropogénica, causada principalmente pelo lançamento direto de águas residuais domésticas, contendo microrganismos patogénicos, poluentes orgânicos e nutrientes, e de águas residuais industriais, que podem conter poluentes inorgânicos e orgânicos, muitas vezes sem tratamento adequado. Também as águas de drenagem agrícola contribuem para a poluição, ao transportarem fertilizantes e material em suspensão.

As águas residuais industriais apresentam grande diversidade: a contaminação pode variar desde poluição física, como a térmica causada pela água de resfriamento, até poluição bioquímica complexa, proveniente de efluentes farmacêuticos ou químicos. Independentemente da origem, essas águas representam uma ameaça ambiental, pois alteram as características naturais dos ecossistemas onde são lançadas (Gomes, 2022).

A gravidade dessa ameaça depende da composição e da quantidade do efluente, sendo essencial conhecer suas propriedades antes de definir o método de tratamento. No caso das lagoas de estabilização, as águas residuais são geralmente urbanas. Essas lagoas são estruturas construídas para tratar efluentes por meio da interação entre bactérias e algas, que promovem a decomposição biológica da matéria orgânica e a remoção de patógenos, DBO e sólidos suspensos (De Oliveira, 2022).

O uso de lagoas de oxidação é comum em países tropicais e subtropicais, incluindo Angola, baseando-se em processos naturais de autopurificação, ao contrário das lagoas arejadas que utilizam aeração artificial (Vianna, 2020). Em Angola, o emprego das lagoas de estabilização é generalizado, pois grande parte das águas residuais domésticas e pluviais é lançada em rios e córregos, gerando impactos ambientais e sociais (Kinga et al., 2023).

No município do Huambo, apesar da existência de um sistema de saneamento básico administrado pela Envirobac, Resurb e Serviços Comunitários da Administração Municipal, os esforços permanecem insuficientes (Ferrinho et al., 2020). O bairro Casseque é um dos mais afetados, apresentando ausência de tratamento adequado das águas residuais, lançamento de urina e fezes sem tratamento e condições favoráveis ao desenvolvimento de vetores e doenças.

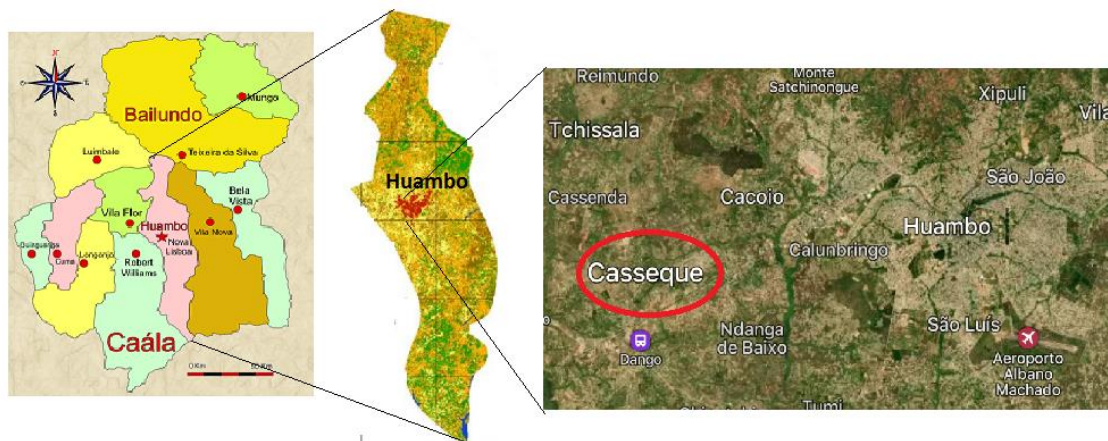
Diante desse contexto, define-se como objetivo geral: realizar o desenho hidráulico de uma lagoa de estabilização facultativa para reduzir os impactos ambientais no bairro Casseque, município do Huambo.

## Material e métodos

### Localização geográfica

A comunidade de Casseque localiza-se no município do Huambo, na província do mesmo nome, em Angola. Está localizado a uma altitude aproximada de 1.686 metros acima do nível do mar e está localizado próximo a outros bairros como Cassenda. As coordenadas geográficas de Casseque são aproximadamente 12°47'16" S e 15°38'57" E

**Figura 1.** Localização do Bairro Casseque



### Relevo

O relevo nesta área é caracterizado por uma topografia predominantemente montanhosa e acidentada, típica da região do Planalto Central de Angola. A área apresenta altitudes que variam entre 1.700 e 2.500 metros, com colinas e vales que formam uma paisagem diversificada e rica em recursos hídricos. Os rios que cortam a região são fundamentais para a agricultura local, proporcionando irrigação e sustento às comunidades (Development Workshop Angola, n.d.; Lucamba, 2023).

Além disso, o solo fértil e as condições climáticas favoráveis contribuem para a prática da agricultura, com destaque para culturas como café e milho. O relevo acidentado também influencia o clima da região, resultando em chuvas mais abundantes em comparação com outras partes do país. Essa configuração geográfica não só molda a paisagem local, mas também desempenha um papel crucial na biodiversidade local e na conservação ambiental (Lucamba, 2023; Meira, 2020).

### Caracterização de águas residuais

Foi realizada uma amostragem das águas residuais e estas foram submetidas a exames de laboratório com o propósito de identificar e quantificar as suas características físicas, químicas e biológicas. Dado o elevado custo que atualmente estas análises apresentam, este aspeto constitui uma grande importância; visto que, através da avaliação físico-química e microbiológica da água, foram obtidos dados sobre a qualidade da água. Recomenda-se aplicar uma avaliação de nível básico, que deverá considerar como mínimo os níveis de turbidez, pH, cloro residual (total, combinado, livre), coliformes totais e coliformes termotolerantes.

Na Tabela 1, aparecem os métodos analíticos empregados. Cada um dos resultados que este relatório contém estão relacionados com os itens testados segundo o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, SMWW 1998, 20th Edition. E a NC 1095:2015 Norma cubana: Microbiologia da água. Detecção e enumeração de coliformes. Técnica do número mais provável (NMP).

**Tabela 1.** *Métodos analíticos de ensaio*

Ensaio	Nome	Documentação	Método
CE	Condutividade eléctrica	PA02 Procedimento analítico para o ensaio de Condutividade eléctrica.	Método Conductimétrico
*PT	Fósforo total	SMWW 4500-P B	Método Colorimétrico
*SS	Sólidos sedimentáveis	SMWW 2540-F	Método do Cone Imhoff
*DQO	Demanda química de oxigeno	PA11 Procedimento analítico para o ensaio de DQO.	Método autoclave com Dicromato de Potássio
*DBO5	Demanda bioquímica de oxigeno	PA12 Procedimento analítico para o ensaio de DBO5.	Teste dos 5 dias a 20°C
*CTT	Coliformes termo tolerantes	PA21 Procedimento analítico para o ensaio de CT y CTT.	Número más provável
*CT	Coliformes totais	PA21 Procedimento analítico para o ensaio de CT y CTT.	Número más provável

### Desenho da lagoa de estabilização pelo método de GLOYNA

#### Vazão de entrada

$$Q = (P \cdot A_{PS}) / 1000$$

Onde: Q: Vazão de entrada. (m³/dia)

$A_{PS}$ : Aporte Sanitário. (L/hab/dia)

### **Carga Orgânica**

$$C_{org} = (P \cdot DBO_5) / 1000$$

Onde:  $C_{org}$ : Carga orgânica. (Kg/dia)

P: População. (hab)

$DBO_5$ : Aporte per capita. (g/hab/dia)

### **$DBO_5$ do Influyente**

$$DBO_{5[lo]} = (DBO_5 / A_{PS}) \cdot 1000$$

Onde:  $DBO_{5(lo)}$ :  $DBO_5$  do Influyente (mg/l)

$DBO_5$ : Aporte Per Capita. (g/hab/dia)

$A_{PS}$ : Aporte Sanitario. (L/hab/dia)

### **$DBO_5$ Última**

$$DBO_{5[lu]} = DBO_{5[lo]} / (1 - 2.718281828^{(-5 \cdot 0.39)})$$

Onde:  $DBO_{5[lu]}$ :  $DBO_5$  última (mg/l)

$DBO_{5[lo]}$ :  $DBO_5$  do Influyente (mg/l)

### **Volume da lagoa**

$$V = 3.5 \cdot 10^{(-5)} \cdot P \cdot A_{PS} \cdot DBO_{5[lu]} \cdot 10^{(35-Tm)}$$

Onde: V: Volume da lagoa (m³)

P: População. (hab)

$A_{PS}$ : Aporte Sanitário. (L/hab/dia)

$DBO_{5[lu]}$ :  $DBO_5$  última (mg/l)

$Tm$ : Temperatura média. (°C)

### **Adotando uma Prof. (h)**

A Profundidade da água (h) varia entre 1.5 a 2.5 m.

### **Área Superficial da Lagoa (As)**

$$A_s = V / h$$

Onde:  $A_s$ : Área Superficial da Lagoa (m<sup>2</sup>)

V: Volume da lagoa (m<sup>3</sup>)

h: é a Profundidade da água adotada (m)

$A_s = (V / h) / 10000$  (ha) para a conversão.

### **Carga Orgânica Superficial**

A Carga Orgânica aplicada às lagoas facultativas deve estar entre 50 e 350 kg de  $DBO_5$ /ha/dia.

$$C_{org(si)} = C_{org} / A_s$$

Onde:  $C_{org(si)}$ : Carga Orgânica Superficial (kg/ha/dia)

$C_{org}$ : Carga Orgânica. (Kg/dia)

$A_s$ : Área Superficial Laguna (m<sup>2</sup>)

### **Tempo de Retenção**

Para a remoção de parasitas se requer um tempo de retenção de 20 dias ou mais entre o tratamento primário e o secundário, no caso que seja se  $R < 20$  dias, então redimensionar o volume da lagoa.

$$T_r = V / Q$$

Onde:  $T_r$ : Tempo de Retenção da lagoa. (dia)

V: Volume da lagoa (m<sup>3</sup>)

Q: Caudal de entrada. (m<sup>3</sup>/dia)

### **Largura do Fundo ( $A_f$ )**

$$A_f = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot (V/h)$$

Onde:  $A_f$ : Largura do Fundo (m)

V : Volume da lagoa (m<sup>3</sup>)

h : Profundidade da água adotada (m)

### **Aporte Sanitário**

$$A_{ps} = 0.8 \cdot Dot$$

Onde:  $A_{ps}$  : Aporte Sanitário L/hab/dia

Dot : Dotação:

### **Dimensões Construtivas**

Redimensionamento do fundo

Largura de fundo adotada ( $A_{f(adoptado)}$ ).

Comprimento do Fundo ( $L_f$ ).

Fluxo disperso: Quando há disponibilidade do terreno: relação entre comprimento/largura:  $l/a = 3/2$ .

Fluxo a pistão: Quando há disponibilidade reduzida do terreno: relação comprimento/largura:  $l/a = 3/1$  a  $4/1$

$$lf = \frac{2}{3} \cdot A_{f(adoptado)}$$

Onde: lf: comprimento do fundo. (m)

$A_{f(adoptado)}$  : largura de fundo adotada. (m)

### **Área sup. do fundo ( $A_{sf}$ )**

$$A_{sf} = A_{f(adoptado)} \cdot lf$$

Onde:  $A_{sf}$ : Área Sup. Do Fundo. (m<sup>2</sup>)

$A_{f(adoptado)}$  : largura de fundo adotada. (m)

lf: comprimento do fundo. (m)



### Volume da lagoa. ( $V_R$ )

$$V_R = \left(\frac{h}{3}\right) \cdot A_{sf} + A_{\text{espelho}} + \sqrt{A_{sf} \cdot A_{\text{espelho}}}$$

Onde:  $V_R$ : Volume da lagoa recalculado. ( $m^3$ )

$A_{sf}$ : Área Sup. Do Fundo. ( $m^2$ )

$A_{\text{espelho}}$ : área do espelho da lagoa que se calcula (ao nível da água).

$h$ : altura da água

### Tempo de retenção (Recalculado)

$$T_{RR} = \frac{V_R}{Q}$$

Onde:  $T_{RR}$ : Tempo de Retenção (Recalculado). (dias)

$V_R$ : Volume da lagoa recalculado. ( $m^3$ )

$Q$ : Vazão de entrada. ( $m^3/\text{dia}$ )

### Ao nível da água

#### Largura

$$a = A_{f(\text{adoptado})} + (2 \cdot h \cdot m)$$

Onde:  $a$ : largura (m)

$A_{f(\text{adoptado})}$ : largura de fundo que se adota. (m)

$h$ : altura da água onde a altura de água é igual à profundidade adotada. (m)

$m$ : Pendente do talude interior.

#### Comprimento

$$l = A_{f(\text{adoptado})} + (2 \cdot h \cdot m)$$

Onde:  $l$ : comprimento (m)

$A_{f(\text{adoptado})}$ : largura de fundo que se adota. (m)

$h$ : altura da água. (m)

$m$ : Pendente do talude interior

### **Altura da água**

Onde a altura vai ser igual à profundidade adotada.

### **Pendente do talude interior**

Para facilidades da construção e perfilados dos taludes recomenda-se que:  $m \geq 3$ .

### **Área do Espelho de Água**

$$A_{\text{espelho}} = a \cdot l$$

Onde:  $A_{\text{espelho}}$ : área do espelho da lagoa. (m<sup>2</sup>)

a: largura (m)

l: comprimento da lagoa. (m)

### **Área do Terreno**

#### **Borda Livre (BL).**

Bordo livre sobre o Nível da água valor entre 0.7 e 1.0 m.

### **Altura Total (HT)**

$$H_T = h + BL$$

Onde:  $H_T$ : Altura total. (m)

h: Altura da água. (m)

BL: Bordo livre. (m)

### **Pendente do talude exterior (m1)**

Está recomendada entre 1:2.

### **Largura do Aterro**

A terrapleno é de 3 a 4 m

### **Altura do Aterro**

$H_{\text{terrapleno}}$  é de 3 a 4 m

### **Distância do aterro à cerca**

Espaço livre de 5 e 10 m entre o pé do aterro exterior e o da cerca.  $D_T$

### **Largura total**

$$A_T = A_{f(adoptado)} + (2 \cdot m \cdot HT) + (2 \cdot A_{\text{terrapleno}}) + (2 \cdot m_1 \cdot H_{\text{terrapleno}}) + (2 \cdot D_T)$$

Onde:  $A_T$ : Largura total. (m)

$A_{f(adoptado)}$ : largura de fundo que se adota. (m)

m: Pendente do talude interior

$H_T$ : altura total. (m)

$A_{\text{terrapleno}}$ : Largura do aterro. (m)

$H_{\text{terrapleno}}$ : Altura do aterro. (m)

$m_1$ : Pendente do talude exterior

$D_T$ : Distância do Aterro à cerca. (m)

### **Comprimento Total**

$$L_T = L_F + (2 \cdot m \cdot HT) + (2 \cdot A_{\text{terrapleno}}) + (2 \cdot m_1 \cdot H_{\text{terrapleno}}) + (2 \cdot D_T)$$

Onde:  $L_T$ : Comprimento total. (m)

$L_F$ : comprimento do fundo. (m)

m: Pendente do talude interior

$H_T$ : altura total. (m)

$A_{\text{terrapleno}}$ : Largura do aterro. (m)

$H_{\text{terrapleno}}$ : Altura do aterro. (m)

$m_1$ : Pendente do talude exterior

$D_T$ : Distância do Aterro à cerca. (m)

### Área Total

$$\dot{A}T = (A_T \cdot L_T) / 10000$$

Onde:  $\dot{A}_T$ : área total. (Ha)

$A_T$ : Largura total. (m)

$L_T$ : Comprimento total. (m)

### Comportamento hidráulico

#### DBO5 do efluente ( $L_p$ )

$$DBO_{5[lp]} = \frac{DBO_{5[lo]}}{(K_T * T_{RR})} + 1$$

Onde:  $DBO_{5[lp]}$ : DBO5 do efluente. (mg/l)

$DBO_{5[lo]}$ : DBO5 do Influyente (mg/l)

$K_T$ : Cte. de Degradação

$T_{RR}$ : Tempo de Retenção (Recalculado). (dias)

Onde a concentração da DBO5 do efluente  $\leq 20$  mg DBO/l

#### Constante de Degradação ( $K_t$ )

$$K_t = \frac{1.2}{1.085^{(35-T_m)}}$$

Onde:  $K_t$ : Concentração de degradação. dia<sup>-1</sup>

$T_m$ : Temperatura média.

#### Eficiência em Remoção de DBO5 ( $\eta$ )

$$DBO_{5(\eta)} = (DBO_{5(lo)} - DBO_{5(lp)}) / DBO_{5(lo)}$$

Onde:  $DBO_{5(\eta)}$ : Eficiência em remoção. (%)

$DBO_{5[lo]}$ : DBO5 Do Influyente (mg/l)

A eficiência esperada é entre 85% e 95% se não é incorreto o dimensionamento.

### Balanço Hídrico

#### Precipitação ( $Q_{prec}$ )

$$Q_{(prec)} = \left( \frac{L_L}{365000} \right) \cdot A_{f(adoptado)} + (2 \cdot H_T \cdot m) \cdot (lf + 2) \cdot H_T \cdot m$$

Onde:  $Q_{(prec)}$ : Precipitação. ( $m^3/dia$ )

$A_{f(adoptado)}$ : Largura de fundo que se adota. (m)

$lf$ : Comprimento do fundo. (m)

$LL$ : Precipitação média. (mm/ano)

#### Perdas por Percolação ( $Q_{per}$ )

$$Q_{(per)} = P_{(T)} \cdot \left( \frac{h_{(b)}}{L_{(b)}} \right) \cdot 20000$$

Onde:  $Q_{(per)}$ : Perdas por percolação ( $m^3/dia$ )

$P_{(T)}$ : Permeabilidade do terreno

$h_{(b)}$ : Profundidade ao NF. (m)

$L_{(b)}$ : Distância ao NF. (m)

#### Evaporação ( $Q_{evap}$ )

$$Q_{evap} = 0.8 \cdot \left( \frac{E_v}{365000} \right) \cdot A_{(espelho)}$$

Onde:  $Q_{evap}$ : A evaporação. ( $m^3/dia$ )

$A_{(espelho)}$ : Área do espelho da água

$E_v$ : Evaporação Média. (mm/ano)

#### Vazão de saída ( $Q_{efl}$ )

$$Q_{efl} = (Q + Q_{(prec)}) - (Q_{(per)} + Q_{evap})$$

Onde:  $Q_{efl}$ : Vazão de saída. ( $m^3/dia$ )

$Q$ : Caudal de entrada

$Q_{(prec)}$ : Precipitação. (m<sup>3</sup>/dia)

$Q_{evap}$ : Evaporação. (m<sup>3</sup>/dia)

$Q_{(per)}$ : Perdas por percolação (m<sup>3</sup>/dia)

#### **Vazão média Efluente ( $Q_{m.efl}$ )**

$$Q_{mefl} = (Q + Q_{(prec)}) - (Q_{(per)} + Q_{evap})$$

Onde:  $Q_{mefl}$ : Vazão média. (m<sup>3</sup>/dia)

$Q$ : Caudal de entrada (m<sup>3</sup>/dia)

$Q_{(prec)}$ : Precipitação. (m<sup>3</sup>/dia)

$Q_{evap}$ : Evaporação. (m<sup>3</sup>/dia)

$Q_{(per)}$ : Perdas por percolação (m<sup>3</sup>/dia)

#### **Verificar a remoção de C. Fecais para R recalculada.**

##### **Taxa mortalidade de coliformes fecais $K_{bf}$**

$$K_{bf} = 0.84 * 1.07^{(T-20)}$$

Onde:  $K_{bf}$ : Taxa de mortalidade de coliformes. (dias<sup>-1</sup>)

T: temperatura °C

##### **Indicador de coliformes fecais $N_p/N_o$**

$$\frac{N_p}{N_o} = \frac{1}{\left(K_{bf} \cdot T_{RR}\right) + 1}$$

Onde:  $N_p/N_o$ : Indicador de coliformes fecais.

$K_{bf}$ : Taxa de mortalidade de coliformes. (dias<sup>-1</sup>)

$T_{RR}$ : Tempo de retenção recalculado. (dias-1)

### Eficiência Remoção Coliformes Fecais ( $\eta$ )

$$\eta = 100 \cdot \frac{1}{\left(\frac{N_p}{N_o}\right)}$$

Onde:  $\eta$ : Eficiência de remoção. %

### Razão de percolação

$$R_p = \left(\frac{Q_{(per)}}{A_{(SF)}}\right) \cdot 1000$$

Onde:  $R_p$ : Razão de percolação. (mm/d)

$Q_{(per)}$ : Perdas por percolação. (m<sup>3</sup>/dia)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Resultados das análises físicas, químicas e biológicas

A Tabela 1, mostra o estudo realizado em cinco amostras obtidas das águas residuárias da área de pesquisa. Observa-se que foram atingidas médias de sólidos suspensos totais de 122,8 mg/L, sólidos voláteis de 53,4 mg/L, temperatura de 24,58°C e turbidez de 62,4 UTN. Esses valores são inferiores aos valores máximos permitidos de acordo com a NC 27-2012 para descarga em rios e reservatórios.

**Tabela 2.** *Análise física de águas residuais*

Características físicas	Número de amostras					PM*
	1	2	3	4	5	
Total de sólidos suspensos (mg/L)	100	98	130	160	126	122,8
Sólidos voláteis (mg/L)	43	55	63	40	66	53,4
Sólidos fixos (mg/L)	96	88	108	103	91	97,2
Temperatura (°C)	24,6	25	21,3	24	28	24,58
Turbidez (UTN)	68	70	56	63	55	62,4
Cor (UPC)	53	57	60	54	62	57,2

\*PM: Média das amostras.

Nos resultados químicos e biológicos da Tabela 3, não foram encontrados níveis significativos de toxicidade. Observa-se que durante o período de amostragem das análises químicas o pH foi classificado como ligeiramente básico, o Nitrito atingiu valores médios de 4,44 mg/L. Enquanto DBO e DQO obtiveram valores de 39,2 mg/L e 153,4 mg/L, respectivamente. Estes últimos são classificados como fracos de acordo com a composição típica de águas residuais urbanas proposta por Allende (2000) e são inferiores pelo máximo permitido de acordo com a NC 27-2012.

**Tabela 3.** *Análises químicas e biológicas de águas residuais*

Nº de amostras	Química					Biológico	
	Inorgânico			Orgânico		IM*	
	ph	Nitrito	Sulfato	POD	BACALHAU	CT*	CTT*
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100MI	NMP / 100mL
1	7.32	0,9	25,03	42	159	6.30*10 <sup>6</sup>	7.30*10 <sup>5</sup>
2	7.36	0,034	37,78	23	128	3.50*10 <sup>6</sup>	2.56*10 <sup>6</sup>
3	8.05	0,91	34,65	29	163	5.40*10 <sup>6</sup>	2.40*10 <sup>6</sup>
4	8.35	0,067	21,12	31	146	2.30*10 <sup>6</sup>	7.90*10 <sup>6</sup>
5	7.86	0,32	43,82	43	171	8.70*10 <sup>6</sup>	1.34*10 <sup>6</sup>
<b>Média</b>	7,788	0,4462	32,48	33,6	153,4	5.24*10 <sup>6</sup>	1.56*10 <sup>6</sup>

CT\* Coliformes totais, CTT\* Coliformes termotolerantes, IM\*Indicadores microbiológicos.

Os resultados dos coliformes totais e coliformes termotolerantes atingiram valores médios de 5,24\*10<sup>6</sup> NMP/100mL e 1,56\*10<sup>6</sup> NMP/100mL, detendo a categoria de fortes de acordo com a composição típica de águas residuais urbanas proposta por Allende (2000) e são superiores pelo máximo permitido da NC 27-2012.

## Desenho do sistema de tratamento

**Tabela 4.** Desenho baseado no método GLOYNA.

Dados gerais			Cálculos		
DENOMINAÇÃO	QUANT	UM	DENOMINAÇÃO	QUANT	UM
População	1560	Quarto	Fluxo de entrada (Qinfl)	193	m <sup>3</sup> /dia
Dotação	130	L/quarto/dia	Carga Orgânica (i)	52	Kg/dia
Contribuição para a saúde (APSA)	124	L/quarto/dia	Influenciador BOD <sub>5</sub> (Lo)	271	mg/l
Contribuição do DBO per capitas	33.6	g/habitante/dia	DBO <sub>5</sub> último (segunda-feira)	316	mg/l

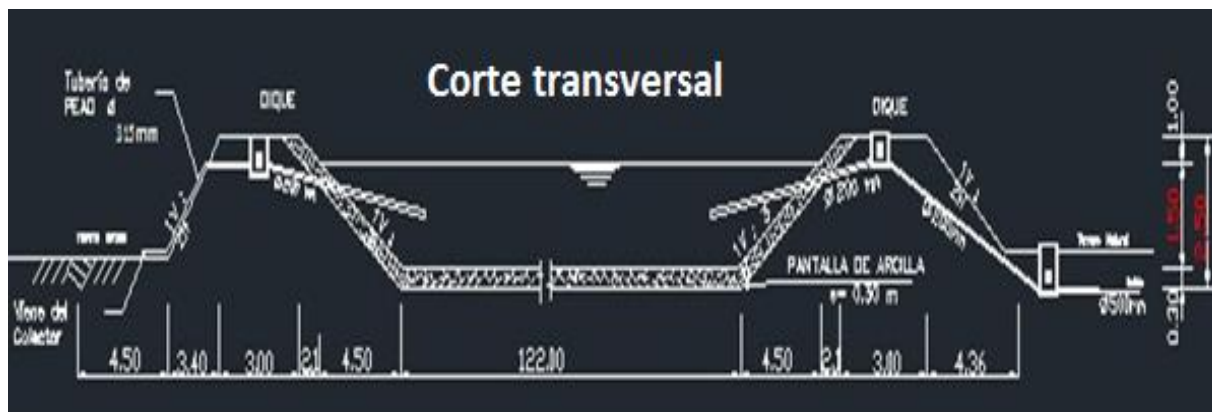


**Desenho hidráulico de uma lagoa de estabilização facultativa no bairro Casseque, município de Huambo**

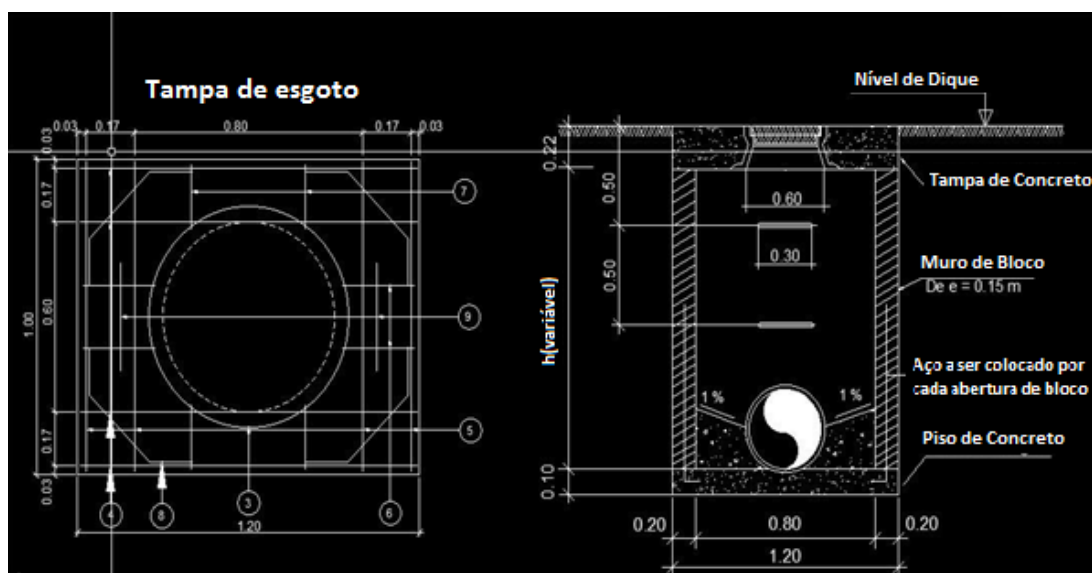
Temperatura média da água ( $T_{H_2O}$ )	20	°C	Volume da Lagoa (V)	7274	m <sup>3</sup>
Preparação do baile de formatura (LL)	1129	mm/ano	Adotando um prof. (h) de	2.0	m
Evaporação média (Ev)	1897	mm/ano	Área de Superfície de Laguna (As).	3637	m <sup>2</sup>
Permeabilidade do solo (P)	1E-10	mm/s	Área de Superfície de Laguna (As).	0.4	Tem
Distância até NF ( $L_b$ )	0.4	m	Cargo Org. Superf. (i)	131	kg/ha/dia
Profundidade em NF ( $h_b$ )	11.5	m	Tempo $\theta$ de retenção	38	Dias
			Largura do Fondon (Af)	49	m
<b>Dimensões de construção</b>					
<b>Ao nível da água</b>			<b>Redimensionando o Fundo</b>		
Largo	85	m	Largura Profundidade (Af) (adotado)	73	m
Longas	122	m	Profundidade longa (Lf)	110	m
Altura da água (h)	2.0	m	Área de Fundo Superior (Asf)	7994	m <sup>2</sup>
Pendente de inclinação interna (m)	3		Volume da Lagoa	18271	m <sup>3</sup>
Área do espelho d'água	10328	m <sup>2</sup>	Tempo Aposentado (Recalcular)	90	Dias
<b>Área de pouso</b>			<b>Comportamento hidráulico</b>		
Borda livre (BL)	1	m	DBO <sub>5</sub> do efluente (Lp)	8	mg/l
Altura total (H)	3	m	Taxa de degradação (kt)	0.35	Dias-1
Inclinação da encosta externa ( $m_1$ )	2	01:02	Efic em BOD Remoc.5 ( $\eta$ )	97	%
Largura do aterro	3	m	<b>O dimensionamento está correto</b>		
Altura do aterro	1	m	Balanço Hídrico		
Distância do aterro à cerca	5	m	Precipitação (Qprec)	36	m <sup>3</sup> /dia
Largura total	111	m	Perdas por percolação (Qper)	0.005	m <sup>3</sup> /dia
Comprimento total	148	m	Evaporação (Qevap)	42.9	m <sup>3</sup> /dia
Área Total	16373	m <sup>2</sup>	Fluxo de saída (Qefl)	186	m <sup>3</sup> /dia
	1.6	ha	Caudal medio Efl (Qm.efl)	190	m <sup>3</sup> /dia
<b>Verificar a remoção de C. Fecal para R recal.</b>					
Taxa mortalidade de colis fec Kbf				0.84	dias <sup>-1</sup>
Indicador de colis fecal Np/No				0.0131	
Efic. Remoc. Colis Fecal ( $\eta$ )				98.69	%

## Desenho do sistema de tratamento software AutoCAD

**Figura 2.** *Secção transversal*



**Figura 3.** *Registos*



## CONCLUSÃO

A análise das águas residuais do bairro Casseque revelou que elas são classificadas como fracas, o que indica a necessidade de um tratamento adequado para garantir sua qualidade e minimizar impactos ambientais.

O projeto da lagoa de estabilização, com um volume de 7274 m<sup>3</sup> e eficiência na remoção de DBO de 97%, demonstra uma solução eficaz para o tratamento de efluentes, contribuindo significativamente para a proteção dos recursos hídricos da região.

Os modelos matemáticos aplicados mostraram alta eficiência na remoção de sólidos solúveis totais, desnitrificação e fósforo, evidenciando a viabilidade técnica do sistema proposto e seu potencial para melhorar a qualidade da água tratada, alinhando-se às práticas sustentáveis e às exigências ambientais atuais.

## REFERÊNCIA

- De Oliveira, D. C. (2022). *Avaliação da disponibilidade e uso de água para reutilização na região norte de Portugal* [Tese de Maestria, Universidade do Minho]. Repositório Institucional. <https://search.proquest.com/openview/6b23630ed5a0c0406b3c1beaf225a7c1/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Development Workshop Angola. (n.d.). *An atlas and profile of Huambo, Angola*. Recuperado de <https://dw.angonet.org/wp-content/uploads/HUAMBO-ATLAS.pdf>
- Ferrinho, P., Guimarães, N., Fronteira, I., Freitas, H., & Fresta, M. (2020). Formação inicial em ciências da saúde em Angola: comparação dos perfis dos alunos de diferentes cursos (medicina, enfermagem e TDT), em diferentes níveis de ensino (básico, médio e superior). *Anais do Instituto de Higiene e Medicina Tropical*, 19, 87-96.
- Gomes, L (2022). *Technology roadmap: Nanomateriais aplicados ao tratamento terciário de águas residuais industriais contaminadas por corantes orgânicos sintéticos* [Tese de Maestria, Universidade do Estado do Rio de Janeiro]. Repositório Institucional UERJ. <https://www.bdt.d.uerj.br:8443/handle/1/18846>
- Lucamba, E. C. (2023). O potencial didático-científico e geomorfológico da falha geológica da Serra da Chenga Ukuma Angola. *William Moris Davis*, 4(2), 1-21. Recuperado de <https://www.cienciavitaet.pt/E31E-6C24-9392>
- Manuel, P., Leitão, A. A., & Boaventura, R. A. (2018). Qualidade da água para consumo humano na cidade do Uíge (Angola): água tratada do sistema de abastecimento público e água não tratada de fontes alternativas. *Revista Internacional em Língua Portuguesa*, (33), 75-93. <https://www.rilp-aulp.org/index.php/rilp/article/view/RILP2018.33.6>
- Meira, L. (2020). *Estudo do potencial erosivo de algumas práticas culturais na região de Huambo/Angola*. Instituto Politécnico de Beja. Recuperado de <https://repositorio.ipbeja.pt/bitstream/20.500.12207/5284/1/Ludmila%20Meira%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- Ramos, N. A., & Nina, R. H (2018). *Clarificación de las aguas residuales domesticas del Instituto Tecnológico Superior Mirikiri* [tesis de técnico superior, Instituto Tecnológico Superior Mirikiri]. Repositorio institucional ITSM. [https://repositorio.cemse.edu.bo/docs/repositorio/proyectos\\_156.pdf](https://repositorio.cemse.edu.bo/docs/repositorio/proyectos_156.pdf)

- Vianna, M. T. G. (2020). *Uso de Esqueleto de Coral Sol na Remediação Ambiental: Remoção de Contaminantes aniônicos, fármacos e aditivos plásticos em Efluentes Líquidos* [Tese de Doutorado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro]. Repositório Institucional UERJ. <https://www.bdttd.uerj.br:8443/handle/1/17374>
- Vidoeira, C. V. R. (2019). *Produção de Culturas Não-Alimentares para Bioenergia Utilizando Águas Residuais na Rega* [Master's thesis, Universidade Nova de Lisboa]. Repositorio Institucional UNL. <https://search.proquest.com/openview/6134b0cbd072391cd90767209966678a/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>