



DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-7

O volume útil de projeto do poço, em função da máxima coluna d'água e da sua projeção horizontal, é calculado segundo a expressão:

$$V_p \text{ (m}^3\text{)} = (NA_{\text{máx}} - NA_{\text{mín}}). \text{ Seção do poço de sucção}$$

onde: Largura (m)	2,00
Comp (m)	2,00
Seção (m ²):	4,00
NA máximo:	124,40
NA mínimo:	123,40

Para as condições geométricas definidas temos como resultado o seguinte volume útil de projeto:

<u>Vp (m³)</u>	<u>4,00</u>
---------------------------	-------------

Portanto define-se o volume de útil de projeto acima apresentado, uma vez que satisfaz a condição:

$$V_p > V_u$$

j) - Volume efetivo do Poço de Sucção

O volume efetivo do poço de sucção é o volume compreendido entre o nível médio de operação das bombas e o fundo do poço, sendo o seguinte:

$$V_e \text{ (m}^3\text{)} = (NA_{\text{med}} - NA_{\text{mín}}). \text{ Seção do poço de sucção}$$

onde: Largura (m)	2,00
Comp (m)	2,00
Seção (m ²):	4,00
NA medio:	123,90
NA fundo:	123,00

<u>Ve (m³)</u>	<u>3,60</u>
---------------------------	-------------

l) - Verificação do tempo de detenção

O tempo de detenção é definido pela seguinte expressão:

$$t = \frac{V_e}{Q_m}$$

onde: t: tempo de detenção (min)
Ve: vol. efetivo do poço (m³) =
Qm: vazão média (m³/min) =

3,60
0,06

Para os dados de projeto, já definidos e apresentados, o tempo de detenção resulta em:

<u>t (min.):</u>	<u>61,41</u>	FALSO
------------------	--------------	-------

Portanto o valor obtido é considerado válido por satisfazer a condição:

Eng.º Gustavo Costa Filho
Eng.º Civil
RUBR. Nº 15087-3



DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-7

$t < 30$ minutos

m) - Número de Partidas

Para a determinação do tempo entre duas partidas consecutivas, considerou-se:

$$T_p = \frac{V_p}{Q_a} + \frac{V_p}{Q - Q_a}$$

onde:

T_p : tempo de partida (min)

V_p : vol. útil projetado do poço (m^3)

Q_a : vazão afluyente (m^3/min)

0,06 m^3/min

Q : vazão de bombeamento (m^3/min)

0,25 m^3/min

Para as vazões mais desfavoráveis, correspondentes à metade das vazões de bombeamento, tem-se os seguintes tempos de partida:

Etapa	Q. bomb. (l/s)	T_p (min)	N (part./hora)
20 anos	4,09	89,64	0,67

Os tempos de partida resultantes são considerados válidos por satisfazerem a condição:

$T_p > 10$ minutos

Ignácio Costa Filho
Engenheiro Civil
RNP: 060415087-3

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page.



3.0 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE

Ignácio Costa Filho
Engenheiro Civil
R.N. 308/2008-3



**PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TEJUÇOCA
DIMENSIONAMENTO DA ETE - LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO
SÉRIE DE 1 LAGOA FACULTATIVA E 3 LAGOA(S) DE MATURAÇÃO**

1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

1.1 - DADOS GERAIS

P = População atendida pelo sistema		10.303 hab
Q = Vazão média afluente ao sistema de tratamento	14,	14,31 l/s
T = Temperatura média anual do líquido na lagoa	26,0	26 °C
N0 = Número de coliformes fecais do afluente ao sistema		50.000.000,00 CF/100ml
DBO = Carga orgânica per capita diária (DBO per capita diária)		45 g/hab.dia

1.2 - DADOS P/ LAGOA FACULTATIVA

hfac = Profundidade da lagoa facultativa	1,50 m
Kb20 = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C	1,10
θ = Ceficiente empírico para a equação de Kb	1,07

1.3 - DADOS P/ LAGOAS DE MATURAÇÃO

n = Número de lagoas de maturação em série	3,00 lagoas
hmat = Profundidade das Lagoas de Maturação	1,00 m
t mat = Tempo de detenção para cada lagoa de maturação (adotado)	4,00 dias
Kb20 = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C	1,80
θ = Ceficiente empírico para a equação de Kb	1,19

2 DIMENSIONAMENTO DA LAGOA FACULTATIVA

2.1 - GENERALIDADES

Para o dimensionamento da Lagoa Facultativa, será utilizado o método empírico baseado na carga orgânica superficial máxima aplicada à lagoa.

Este método foi descrito por diversos autores como M. V. SPERLING, D. D. MARA e H. W. PEARSON. O critério da taxa de aplicação superficial basea-se na necessidade de se ter uma determinada área de exposição à luz solar na lagoa, para que o processo de fotossíntese ocorra.

Assim, este método baseia-se na necessidade de oxigênio para estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 1996).

2.2 - CÁLCULO DA CARGA AFLUENTE À LAGOA FACULTATIVA

A carga orgânica afluente à lagoa é a matéria orgânica dos esgotos de toda população beneficiada pelo sistema de esgotamento, definida em termos de DBO, dividida pela vazão média afluente à lagoa. Esta carga pode ser obtida através da equação a seguir:

$$S = DBO \times P / Q$$

Onde:

S0 = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)	---	
DBO = Carga orgânica per capita diária (DBO per capita diária)		0,521 mg/s.hab
P = População atendida pelo sistema de tratamento	10.3	10.303 hab
Q = Vazão média afluente ao sistema de tratamento	14,	14,31 l/s

Desta forma, obtém-se o seguinte resultado para a contribuição média afluente à lagoa:

S0 = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)	375,0 mg/l
--	------------

2.3 - CÁLCULO DA CARGA ORGÂNICA SUPERFICIAL

A carga orgânica superficial varia com a temperatura, latitude, exposição solar, altitude e outros. Locais com clima e insolação favoráveis como no nordeste brasileiro permitem taxas elevadas. Apesar da existência de inúmeras aproximações para o cálculo da carga orgânica, utilizar-se-á a taxa recomendada pela CAGECE de:

As = Carga orgânica superficial adotada	350,00 kg.ha.dia
---	------------------

2.4 - CÁLCULO DA ÁREA DA LAGOA FACULTATIVA

A área da lagoa facultativa é dada pela carga total afluente a lagoa, dividida pela carga orgânica superficial.

[Handwritten signatures and marks]
Ignácio Costa Filho
Engenheiro Civil
RNP: 020415087-3



A equação a seguir pode ser usada para este cálculo:

$$A = 10 \times S_0 \times Q / Y_s$$

Onde:

A fac = Área da lagoa facultativa

S = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)

Q = Vazão média afluente ao sistema

Ys = Carga orgânica superficial

A área da lagoa facultativa à meia profundidade é:

A fac = Área da lagoa facultativa

---	374,99 mg/l
1.2	1.236,38 m3/dia
	350,00 kg.ha.dia
	13.246,71 m2

2.5 - CÁLCULO DO VOLUME DA LAGOA FACULTATIVA

O volume mínimo a ser adotado para a lagoa facultativa foi baseado na área da lagoa calculada anteriormente e na profundidade adotada. A profundidade ideal para a lagoa facultativa está entre 1,5m e 3,0m, valores comprovados por diversos pesquisadores (S. Rolim, M. V. Sperling, H. W. Pearson e D. D. Mara). Ver equação a seguir:

$$V_{fac} = A_{fac} \times h_{fac}$$

Onde:

V fac = Volume da lagoa facultativa

A fac = Área da lagoa facultativa

h fac = Profundidade adotada para lagoa facultativa

O volume da lagoa facultativa assim obtido é:

V fac = Volume da lagoa facultativa

13.246,71 m2
1,50 m
19.870,07 m3

2.6 - CÁLCULO DO TEMPO DE DETENÇÃO

O tempo de detenção é a razão entre o volume da lagoa e a vazão média afluente. Segundo S. J. Arceivala (1973), o tempo de detenção das lagoas facultativas varia de 7 a 110 dias para temperatura variando entre 5 e 25 °C. Segundo S. A. Silva (1982) o tempo mínimo de detenção para o Nordeste do Brasil é de 6 dias. Segundo H. W. Pearson e D. D. Mara (1997) o tempo de detenção mínimo deve ser de 5 dias.

A equação a seguir pode ser utilizada para o cálculo do tempo de detenção hidráulico desta lagoa:

$$t_{fac} = V_{fac} / Q$$

Onde:

t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa

V fac = Volume da lagoa facultativa

Q = Vazão média afluente ao sistema

O tempo de detenção adotado para a lagoa facultativa é:

t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa

---	19.870,07 m3
1.2	1.236,38 m3/dia

16,07 dias

2.7 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE DBO

Segundo Mara (1976) pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de DBO pela seguinte equação empírica:

$$K = 0,30 \times (\theta)^{T - 20}$$

Onde:

K1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

θ = Ceficiente empírico para a equação de Kb

T = Temperatura média do líquido na lagoa

1,05
26,00 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de DBO é:

K1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

0,40 1/dia

2.8 - CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DA LAGOA PARA REMOÇÃO DE DBO

O cálculo da eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO pode ser feito através da equação a seguir:

Handwritten signatures and stamps at the bottom right of the page.

Ignácio Costa Filho
Engenheiro Civil
RNP 06041508713



$$e = 100 K1 t_{fac} / 1 + K1 t_{fac}$$

Onde:

e fac = Eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO ---
 t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa 16,07 dias
 K1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO 0,40 1/dia
 A eficiência esperada para a lagoa facultativa é:
 e fac = Eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO 86,54 %

2.9 - CÁLCULO DA CARGA ORGÂNICA DO EFLUENTE DA LAGOA FACULTATIVA

Aplicando-se a eficiência da lagoa facultativa na carga orgânica média afluente (S0), obtém-se a carga orgânica efluente (S1). A equação a seguir apresenta estes cálculos:

$$S1 = (1 - e fac) S$$

Onde:

S1 = Carga orgânica efluente da lagoa facultativa ---
 e fac = Eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO 0,865
 S = Carga orgânica média afluente à lagoa facultativa (DBO afluente) 375,0 mg/l
 O resultado da carga orgânica efluente da lagoa facultativa é:
 S1 = Carga orgânica efluente da lagoa facultativa 50,48 mg/l

2.10 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS

Segundo diversos autores como C. O. Andrade Neto, S. Rolim D. D. Mara e H. W. Pearson pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais pela seguinte equação empírica:

$$K_b = K_b \times (\theta)^{T - 20}$$

$$\frac{b}{T + C} = \frac{b}{20 + C}$$

Onde:

KbT = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais ---
 Kb20 = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C 1,10
 θ = Coeficiente empírico para a equação de Kb 1,07
 T = Temperatura média do líquido na lagoa 26 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais é:

Kb = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais 1,65 dia-1
 T

2.11 - CÁLCULO DO NÚMERO DE COLIFORMES FECALIS NO EFLUENTE

O cálculo do número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa pode ser feito através de uma equação do tipo citado por Marais (Mara, 1992). Ver equação a seguir:

$$N1 = N0 / (1 + Kb t_{fac})$$

Onde:

N1 = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa ---
 N = Número de coliformes fecais afluente à lagoa facultativa (adotado) 50.000.C 50.000.000,00 CF/100ml
 Kb = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais 1,65 1,65 dia-1
 t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa 16,07 dias

Desta forma, obteve-se a seguinte quantidade de coliformes fecais no efluente da lagoa facultativa:

N = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa 1.816.183,77 CF/100ml

2.12 - CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS

A eficiência de remoção de coliformes fecais pode ser obtida pela equação a seguir:

 Edilácio Costa Filho
 Engenheiro Civil
 N.º 024415087-3

(Handwritten signatures and marks)



$$\eta N - N \eta \text{ e } cf1 = (N0 - N1) / N0 \times 100$$

Onde:

ecf = Eficiência na remoção de coliformes fecais

N0 = Número de coliformes fecais afluente à lagoa facultativa (adotado)

N1 = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa

50.000.000,00 CF/100ml
1.816.183,77 CF/100ml

O resultado destes cálculos é:

ecf1 = Eficiência na remoção de coliformes fecais

96,37 %

3 CÁLCULO DA LAGOA DE MATURAÇÃO

3.1 - GENERALIDADES

As lagoas de maturação são projetadas com base no tempo de detenção hidráulica para admitir decaimento suficiente de organismos patogênicos.

3.2 - CÁLCULO DA ÁREA DAS LAGOAS DE MATURAÇÃO

As lagoas de maturação são usualmente projetadas com baixas produtividades, de forma a maximizar os efeitos bactericidas da luz solar, bem como da fotossíntese, resultando na elevação do pH. Valores comumente adotados encontram-se na faixa de 0,8 a 1,5m de profundidade (M. V. Sperling). A área de cada lagoa de maturação pode ser calculada pela seguinte equação:

$$A = t_{mat} \times Q / h_{mat}$$

Onde:

A mat = Área de cada lagoa de maturação

t mat = Tempo de detenção em cada lagoa de maturação

4,00 dias

Q = Vazão média afluente ao sistema

1.236,38 m3/dia

hmat = Profundidade das Lagoas de Maturação

1,00 m

Através deste cálculo obtém-se o seguinte resultado:

A mat = Área de cada lagoa de maturação

4,9

4.945,54 m2

3.3 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS

Segundo diversos autores como C. O. ANDRADE NETO, S. ROLIM, D. D. MARA e H. W. PEARSON, pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais pela seguinte equação empírica:

$$K_b = K_b \times (\theta)^{T - 20} \\ T \text{ o } C \quad 20 \text{ o } C$$

Onde:

KbT = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais

Kb20 = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 oC

1,80

θ = Ceficiente empírico para a equação de Kb

1,19

T = Temperatura média do líquido na lagoa

2

26 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais é:

Kb = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais

5,11 dia

3.4 - CÁLCULO DO NÚMERO DE COLIFORMES FECALIS NO EFLUENTE

O cálculo do número de coliformes fecais efluente da lagoa maturação pode ser feito através de uma equação do tipo citado por Marais (Mara, 1992). Ver equação a seguir:

$$N2 = N1 / (1 + Kb \text{ t fac})^n$$

Onde:

N2 = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa

N1 = Número de coliformes fecais afluente às lagoas de maturação

1.816.183,77 CF/100ml

Kb = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais

1,65

5,11 dia-1

t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa

4,00 dias

Ignácio Costa Filho
Engenheiro Civil
RNP: 060415087-3



n= numero de lagoas de maturação em serie

3,00 lagoas

Desta forma, obteve-se a seguinte quantidade de coliformes fecais no efluente da lagoa facultativa:
N2 = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa

184,12 CF/100ml

3.5 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE DBO

Segundo S. Rolim (1992) pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de DBO pela seguinte equação empírica:

pela seguinte

$$K = 0,2 \times (1,05)^T - 20$$

Onde:

K = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

T = Temperatura média do líquido na lagoa

26,00 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de DBO é:

K1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

0,27 dia-1

3.7 - CÁLCULO DA CARGA (DBO5) DO EFLUENTE DAS LAGOAS DE MATURAÇÃO

O cálculo da eficiência da lagoa de maturação na remoção de DBO pode ser feito através da equação a seguir:

$$S_2 = S_1 / (1 + K_1 \times t_{mat})^n$$

Onde:

S2 = Carga orgânica do efluente da lagoas de maturação

S = Carga orgânica do afluente à lagoa de maturação

50,48 mg/l

t mat = Tempo de detenção em cada lagoa de maturação

4,00 dias

K = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

0,27 dia-1

n = Número de lagoas de maturação em série

3,00 lagoas

O resultado da carga orgânica efluente à lagoa facultativa é:

S = Carga orgânica do efluente da lagoas de maturação

5,67 mg/l

4 EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO

4.1 - EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE DBO

A eficiência do sistema pode ser obtida através da seguinte equação:

$$e_{DBO} = (S_0 - S_2) / S_0 \times 100$$

Onde:

e DBO = Eficiência do sistema para remoção de DBO

S0 = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)

375 mg/l

S = Carga orgânica do efluente final

5,6 mg/l

A eficiência do sistema de tratamento na remoção de DBO foi:

e DBO = Eficiência do sistema para remoção de DBO

98,51 %

4.2 - EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE COLIFORMES FECAIS

A eficiência do sistema pode ser obtida através da seguinte equação:

$$e_{CF} = (N_0 - N_2) / N_0 \times 100$$

Onde:

e CF = Eficiência do sistema para remoção de coliformes fecais

N0 = Número de coliformes fecais do afluente ao sistema (adotado)

50.000.000,00 CF/100ml

N2 = número de coliformes fecais que realmente saem do sistema

184,12 CF/100ml

A eficiência do sistema de tratamento na remoção de coliformes fecais foi:

e CF = Eficiência do sistema para remoção de coliformes fecais

99,99963

4.3 - CALCULO DAS DIMENSÕES DAS LAGOAS

Ignácio Costa Filho
Engenheiro Civil
RNP: 060415087-3



Calculado	A	L	C	proporção	
F	13.246,71	81,38	162,77	2,00	
M1	4.945,54	49,73	99,45	2,00	
M2	4.945,54	49,73	99,45	2,00	
M3	4.945,54	49,73	99,45	2,00	

Adotado	A	L	C	Teste	
F	13.246,71	82,00	162,00	ok	13284,00
M1	4.945,54	31,00	163,00	ok	5053,00
M2	4.945,54	31,00	163,00	ok	5053,00
M2	4.945,54	31,00	163,00	ok	5053,00

5 RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

Sistema Empregado: SÉRIE DE 1 LAGOA FACULTATIVA E 3 LAGOA(S) DE MATURAÇÃO

Lagoa Facultativa


Vazão de dimensionamento	14,31 l/s
Carga orgânica aplicada	463,635 kg.DBO/dia
Taxa de aplicação superficial	350,00 kg.DBO/há.dia
Tempo de detenção	16,07 dias
Área da Lagoa Facultativa (a meia profundidade)	13.246,71 m ²
Comprimento da lagoa a meia profundidade (adotada)	162,00 m
Largura de uma lagoa a meia profundidade (adotado)	82,00 m
Profundidade da Lagoa Facultativa	1,5 m
Eficiência lagoa facultativa na Remoção de DBO	86,54 %
Eficiência da lagoa facultativa na Remoção de Coliformes Fecais	96,37 %

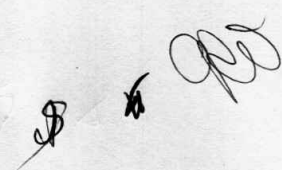
Lagoa de Maturação

Vazão de dimensionamento	14,31 l/s
Carga orgânica aplicada	62,41 kg.DBO/dia
Tempo de detenção	4,00 dias
Número de Lagoas de Maturação em Série	3 lagoas
Área de cada Lagoa de maturação(a meia profundidade)	4.945,54 m ²
Comprimento da lagoa a meia profundidade (adotada)	163,00 m
Largura de uma lagoa a meia profundidade (adotado)	31,00 m
Profundidade das Lagoas de Maturação	1 m
Eficiência lagoa maturação na Remoção de DBO	88,76 %
Eficiência da lagoa maturação na Remoção de Coliformes Fecais	99,9899 %

Sistema

Área total teórica do sistema (a meia profundidade)	28.083,32 m ²
Eficiência Total do Sistema na Remoção de DBO	98,51 %
DBO final do Sistema de Tratamento	5,6 mg/l
Eficiência Total do Sistema na Remoção de Coliformes Fecais	99,99963 %
Número de Coliformes Fecais final do Sistema de Tratamento	184,12 CF/100ml


Ignácio Costa Filho
Engenheiro Civil
RNP 080416087-3



**PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TEJUÇOCA
DIMENSIONAMENTO DA ETE - LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO
SÉRIE DE 1 LAGOA FACULTATIVA E 3 LAGOAS DE MATURAÇÃO**



1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

1.1 - DADOS GERAIS

P = População atendida pelo sistema	5.152 hab
Q = Vazão média afluente ao sistema de tratamento	1 2,32 l/s
T = Temperatura média anual do líquido na lagoa	26 °C
N0 = Número de coliformes fecais do afluente ao sistema	50.000.000,00 CF/100ml
DBO = Carga orgânica per capita diária (DBO per capita diária)	45 g/hab.dia

1.2 - DADOS P/ LAGOA FACULTATIVA

hfac = Profundidade da lagoa facultativa	1,50 m
Kb20 = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C	1,10
θ = Ceficiente empírico para a equação de Kb	1,07

1.3 - DADOS P/ LAGOAS DE MATURAÇÃO

n = Número de lagoas de maturação em série	3,00 lagoas
hmat = Profundidade das Lagoas de Maturação	1,00 m
tmat = Tempo de detenção para cada lagoa de maturação (adotado)	4,00 dias
Kb20 = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C	1,80
θ = Ceficiente empírico para a equação de Kb	1,19

2 DIMENSIONAMENTO DA LAGOA FACULTATIVA

2.1 - GENERALIDADES

Para o dimensionamento da Lagoa Facultativa, será utilizado o método empírico baseado na carga orgânica superficial máxima aplicada à lagoa.

Este método foi descrito por diversos autores como M. V. SPERLING, D. D. MARA e H. W. PEARSON. O critério da taxa de aplicação superficial basea-se na necessidade de se ter uma determinada área de exposição à luz solar na lagoa, para que o processo de fotossíntese ocorra.

Assim, este método baseia-se na necessidade de oxigênio para estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 1996).

2.2 - CÁLCULO DA CARGA AFLUENTE À LAGOA FACULTATIVA

A carga orgânica afluente à lagoa é a matéria orgânica dos esgotos de toda população beneficiada pelo sistema de esgotamento, definida em termos de DBO, dividida pela vazão média afluente à lagoa. Esta carga pode ser obtida através da equação a seguir:

$$S = DBO \times P / Q$$

Onde:

S0 = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)	---	0,521 mg/s.hab
DBO = Carga orgânica per capita diária (DBO per capita diária)	10	5.152 hab
P = População atendida pelo sistema de tratamento	1	2,32 l/s
Q = Vazão média afluente ao sistema de tratamento		

Desta forma, obtém-se o seguinte resultado para a contribuição média afluente à lagoa:

S0 = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)	1156,5 mg/l
--	-------------

2.3 - CÁLCULO DA CARGA ORGÂNICA SUPERFICIAL

A carga orgânica superficial varia com a temperatura, latitude, exposição solar, altitude e outros. Locais com clima e insolação favoráveis como no nordeste brasileiro permitem taxas elevadas. Apesar da existência de inúmeras aproximações para o cálculo da carga orgânica, utilizar-se-á a taxa recomendada pela CAGECE de:

λs = Carga orgânica superficial adotada	350,00 kg.ha.dia
---	------------------

2.4 - CÁLCULO DA ÁREA DA LAGOA FACULTATIVA

[Handwritten signature]
 Antônio Costa Filho
 Engenheiro Civil
 N.º 350415087-3

A área da lagoa facultativa é dada pela carga total afluente a lagoa, dividida pela carga orgânica superficial. A equação a seguir pode ser usada para este cálculo:

$$A = 10 \times S_0 \times Q / Y_s$$

Onde:

A fac = Área da lagoa facultativa	---	
S = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)		1.156,50 mg/l
Q = Vazão média afluente ao sistema	1	200,45 m ³ /dia
Y _s = Carga orgânica superficial		350,00 kg.ha.dia
A área da lagoa facultativa à meia profundidade é:		
A fac = Área da lagoa facultativa		6.623,36 m ²

2.5 - CÁLCULO DO VOLUME DA LAGOA FACULTATIVA

O volume mínimo a ser adotado para a lagoa facultativa foi baseado na área da lagoa calculada anteriormente e na profundidade adotada. A profundidade ideal para a lagoa facultativa está entre 1,5m e 3,0m, valores comprovados por diversos pesquisadores (S. Rolim, M. V. Sperling, H. W. Pearson e D. D. Mara). Ver equação a seguir:

$$V_{fac} = A_{fac} \times h_{fac}$$

Onde:

V _{fac} = Volume da lagoa facultativa	---	
A _{fac} = Área da lagoa facultativa		6.623,36 m ²
h _{fac} = Profundidade adotada para lagoa facultativa		1,50 m
O volume da lagoa facultativa assim obtido é:		
V _{fac} = Volume da lagoa facultativa		9.935,04 m ³

2.6 - CÁLCULO DO TEMPO DE DETENÇÃO

O tempo de detenção é a razão entre o volume da lagoa e a vazão média afluente. Segundo S. J. Arceivala (1973), o tempo de detenção das lagoas facultativas varia de 7 a 110 dias para temperatura variando entre 5 e 25 °C. Segundo S. A. Silva (1982) o tempo mínimo de detenção pra o Nordeste do Brasil é de 6 dias. Segundo H. W. Pearson e D. D. Mara (1997) o tempo de detenção mínimo deve ser de 5 dias.

A equação a seguir pode ser utilizada para o cálculo do tempo de detenção hidráulico desta lagoa:

$$t_{fac} = V_{fac} / Q$$

Onde:

t _{fac} = Tempo de detenção na lagoa facultativa	---	
V _{fac} = Volume da lagoa facultativa		9.935,04 m ³
Q = Vazão média afluente ao sistema	1	200,45 m ³ /dia
O tempo de detenção adotado para a lagoa facultativa é:		
t _{fac} = Tempo de detenção na lagoa facultativa		49,56 dias

2.7 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE DBO

Segundo Mara (1976) pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de DBO pela seguinte equação empírica:

$$K = 0,30 \times (\theta)^{T - 20}$$

Onde:

K1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO	---	
θ = Ceficiente empírico para a equação de Kb		1,05
T = Temperatura média do líquido na lagoa		26,00 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de DBO é:

K1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

[Handwritten signature]

0,40 1/dia

[Handwritten mark]

[Handwritten mark]

2.8 - CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DA LAGOA PARA REMOÇÃO DE DBO



O cálculo da eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO pode ser feito através da equação a seguir:

$$e = 100 K_1 t_{fac} / 1 + K_1 t_{fac}$$

Onde:

e fac = Eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO	---	
t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa		49,56 dias
K1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO		0,40 1/dia
A eficiência esperada para a lagoa facultativa é:		
e fac = Eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO		95,20 %

2.9 - CÁLCULO DA CARGA ORGÂNICA DO EFLUENTE DA LAGOA FACULTATIVA

Aplicando-se a eficiência da lagoa facultativa na carga orgânica média afluente (S0), obtém-se a carga orgânica efluente (S1). A equação a seguir apresenta estes cálculos:

$$S_1 = (1 - e_{fac}) S$$

Onde:

S1 = Carga orgânica efluente da lagoa facultativa	---	
e fac = Eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO		0,952
S = Carga orgânica média afluente à lagoa facultativa (DBO afluente)		1156,5 mg/l

O resultado da carga orgânica efluente da lagoa facultativa é:

S1 = Carga orgânica efluente da lagoa facultativa		55,53 mg/l
---	--	------------

2.10 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS

Segundo diversos autores como C. O. Andrade Neto, S. Rolim D. D. Mara e H. W. Pearson pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais pela seguinte equação empírica:

$$K = K_b \times (\theta)^{T - 20} - 20$$

Onde:

KbT = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais	---	
Kb20 = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 oC		1,10
θ = Ceficiente empírico para a equação de Kb		1,07
T = Temperatura média do líquido na lagoa		26 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais é:

Kb / T = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais		1,65 dia-1
--	--	------------

2.11 - CÁLCULO DO NÚMERO DE COLIFORMES FECALIS NO EFLUENTE

O cálculo do número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa pode ser feito através de uma equação do tipo citado por Marais (Mara, 1992). Ver equação a seguir:

$$N_1 = N_0 / (1 + K_b t_{fac})$$

Onde:

N1 = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa	---	
N = Número de coliformes fecais afluente à lagoa facultativa (adotado)	50.000	50.000.000,00 CF/100ml
Kb = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais	1,6	1,65 dia-1
t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa		49,56 dias

Desta forma, obteve-se a seguinte quantidade de coliformes fecais no efluente da lagoa facultativa:

N = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa		603.713,99 CF/100ml
---	--	---------------------



2.12 - CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECAIS

A eficiência de remoção de coliformes fecais pode ser obtida pela equação a seguir:

$$ecf = \frac{N_0 - N_1}{N_0} \times 100$$

Onde:

ecf = Eficiência na remoção de coliformes fecais

N₀ = Número de coliformes fecais afluente à lagoa facultativa (adotado)

N₁ = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa

50.000.000,00 CF/100ml

603.713,99 CF/100ml

O resultado destes cálculos é:

ecf = Eficiência na remoção de coliformes fecais

98,79 %

3 CÁLCULO DA LAGOA DE MATURAÇÃO

3.1 - GENERALIDADES

As lagoas de maturação são projetadas com base no tempo de detenção hidráulica para admitir decaimento suficiente de organismos patogênicos.

3.2 - CÁLCULO DA ÁREA DAS LAGOAS DE MATURAÇÃO

As lagoas de maturação são usualmente projetadas com baixas produtividades, de forma a maximizar os efeitos bactericidas da luz solar, bem como da fotossíntese, resultando na elevação do pH. Valores comumente adotados encontram-se na faixa de 0,8 a 1,5m de profundidade (M. V. Sperling). A área de cada lagoa de maturação pode ser calculada pela seguinte equação:

$$A = t_{mat} \times Q / h_{mat}$$

Onde:

A_{mat} = Área de cada lagoa de maturação

t_{mat} = Tempo de detenção em cada lagoa de maturação

4,00 dias

Q = Vazão média afluente ao sistema

200,45 m³/dia

h_{mat} = Profundidade das Lagoas de Maturação

1,00 m

Através deste cálculo obtém-se o seguinte resultado:

A_{mat} = Área de cada lagoa de maturação

4. 801,79 m²

3.3 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECAIS

Segundo diversos autores como C. O. ANDRADE NETO, S. ROLIM, D. D. MARA e H. W. PEARSON, pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais pela seguinte equação empírica:

$$K_b = K_{b20} \times (\theta)^{T - 20}$$

Onde:

K_{bT} = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais

K_{b20} = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C

1,80

θ = Coeficiente empírico para a equação de K_b

1,19

T = Temperatura média do líquido na lagoa

26 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais é:

K_b = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais

5,11 dia

3.4 - CÁLCULO DO NÚMERO DE COLIFORMES FECAIS NO EFLUENTE

Ignácio Costa Filho
Engenheiro Civil
RNP 0504150876

O cálculo do número de coliformes fecais efluente da lagoa maturação pode ser feito através de uma equação do tipo citado por Marais (Mara, 1992). Ver equação a seguir:

$$N_2 = N_1 / (1 + K_b \cdot t_{fac})^n$$

Onde:

N_2 = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa
 N_1 = Número de coliformes fecais afluente às lagoas de maturação
 K_b = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais
 t_{fac} = Tempo de detenção na lagoa facultativa
 n = número de lagoas de maturação em serie

—
 603.713,99 CF/100ml
 1,6 5,11 dia-1
 4,00 dias
 3,00 lagoas



Desta forma, obteve-se a seguinte quantidade de coliformes fecais no efluente da lagoa facultativa:

N_2 = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa 61,20 CF/100ml

3.5 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE DBO

Segundo S. Rolim (1992) pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de DBO pela seguinte equação empírica:

$$K = 0,2 \times (1,05)^T - 20$$

Onde:

K = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO
 T = Temperatura média do líquido na lagoa 26,00 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de DBO é:

K_1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO 0,27 dia-1

3.7 - CÁLCULO DA CARGA (DBO5) DO EFLUENTE DAS LAGOAS DE MATURAÇÃO

O cálculo da eficiência da lagoa de maturação na remoção de DBO pode ser feito através da equação a seguir:

$$S_2 = S_1 / (1 + K_1 \times t_{mat})^n$$

Onde:

S_2 = Carga orgânica do efluente da lagoas de maturação
 S_1 = Carga orgânica do afluente à lagoa de maturação
 t_{mat} = Tempo de detenção em cada lagoa de maturação
 K_1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO
 n = Número de lagoas de maturação em série

—
 55,53 mg/l
 4,00 dias
 0,27 dia-1
 3,00 lagoas

O resultado da carga orgânica efluente à lagoa facultativa é:

S = Carga orgânica do efluente da lagoas de maturação 6,24 mg/l

4 EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO

4.1 - EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE DBO

A eficiência do sistema pode ser obtida através da seguinte equação:

$$e_{DBO} = (S_0 - S) / S_0 \times 100$$

Onde:

e_{DBO} = Eficiência do sistema para remoção de DBO
 S_0 = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)
 S = Carga orgânica do efluente final

—
 375 mg/l
 5,6 mg/l

A eficiência do sistema de tratamento na remoção de DBO foi:
 e_{DBO} = Eficiência do sistema para remoção de DBO 98,51 %

4.2 - EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE COLIFORMES FECAIS

A eficiência do sistema pode ser obtida através da seguinte equação:

$$e_{cf} = (N_0 - N_2) / N_0 \times 100$$

Handwritten signature

Handwritten signature

Ignácio Costa Filho
 Engenheiro Civil
 RNP 0804150573



Onde:

- e CF = Eficiência do sistema para remoção de coliformes fecais
- No = Número de coliformes fecais do afluente ao sistema (adotado)
- N2 = número de coliformes fecais que realmente saem do sistema

50.000.000,00 CF/100ml
61,20 CF/100ml

A eficiência do sistema de tratamento na remoção de coliformes fecais foi:
e CF = Eficiência do sistema para remoção de coliformes fecais

99,99988

4.3 - CALCULO DAS DIMENSÕES DAS LAGOAS

Calculado	A	L	C	proporção	
F	6.623,36	57,55	115,09	2,00	
M1	801,79	20,02	40,04	2,00	
M2	801,79	20,02	40,04	2,00	
M3	801,79	20,02	40,04	2,00	
Adotado	A	L	C	Teste	
F	6.623,36	56,00	120,00	ok	6720,00
M1	801,79	36,00	70,00	ok	2520,00
M2	801,79	36,00	70,00	ok	2520,00
M2	801,79	36,00	70,00	ok	2520,00

5 RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

Sistema Empregado: SÉRIE DE 1 LAGOA FACULTATIVA E 3 LAGOA(S) DE MATURAÇÃO

Lagoa Facultativa

Vazão de dimensionamento	2,32 l/s
Carga orgânica aplicada	231,8175 kg.DBO/dia
Taxa de aplicação superficial	350,00 kg.DBO/há.dia
Tempo de detenção	49,56 dias
Área da Lagoa Facultativa (a meia profundidade)	6.623,36 m ²
Comprimento da lagoa a meia profundidade (adotada)	120,00 m
Largura de uma lagoa a meia profundidade (adotado)	56,00 m
Profundidade da Lagoa Facultativa	1,5 m
Eficiência lagoa facultativa na Remoção de DBO	95,20 %
Eficiência da lagoa facultativa na Remoção de Coliformes Fecais	98,79 %

Lagoa de Maturação

Vazão de dimensionamento	2,32 l/s
Carga orgânica aplicada	11,13 kg.DBO/dia
Tempo de detenção	4,00 dias
Número de Lagoas de Maturação em Série	3 lagoas
Área de cada Lagoa de maturação(a meia profundidade)	801,79 m ²
Comprimento da lagoa a meia profundidade (adotada)	70,00 m
Largura de uma lagoa a meia profundidade (adotado)	36,00 m
Profundidade das Lagoas de Maturação	1 m
Eficiência lagoa maturação na Remoção de DBO	88,76 %
Eficiência da lagoa maturação na Remoção de Coliformes Fecais	99,9899 %

Sistema

Área total teórica do sistema (a meia profundidade)	9.028,73 m ²
Eficiência Total do Sistema na Remoção de DBO	98,51 %
DBO final do Sistema de Tratamento	5,6 mg/l
Eficiência Total do Sistema na Remoção de Coliformes Fecais	99,99988 %
Número de Coliformes Fecais final do Sistema de Tratamento	61,20 CF/100ml

Ignácio Costa Filho
Engenheiro Civil
RNP 360415087-3

**PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TEJUQUOCA
DIMENSIONAMENTO DA ETE - LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO - 2ª ETAPA
SÉRIE DE 1 LAGOA FACULTATIVA E 3 LAGOA(S) DE MATURAÇÃO**



1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

1.1 - DADOS GERAIS

P = População atendida pelo sistema	3.434 hab
Q = Vazão média atual afluente ao sistema de tratamento	2,32 l/s
Q = Vazão média máxima afluente ao sistema de tratamento	4,77 l/s
T = Temperatura média anual do líquido na lagoa	26 °C
N0 = Número de coliformes fecais do afluente ao sistema	50.000.000,00 CF/100ml
DBO = Carga orgânica per capita diária (DBO per capita diária)	45 g/hab.dia

1.2 - DADOS P/ LAGOA FACULTATIVA

h _{fac} = Profundidade da lagoa facultativa	1,50 m
K _{b20} = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C	1,10
θ = Ceficiente empírico para a equação de K _b	1,07

1.3 - DADOS P/ LAGOAS DE MATURAÇÃO

n = Número de lagoas de maturação em série	3,00 lagoas
h _{mat} = Profundidade das Lagoas de Maturação	1,50 m
mat = Tempo de detenção para cada lagoa de maturação (adotado)	4,00 dias
K _{b20} = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C	1,80
θ = Ceficiente empírico para a equação de K _b	1,19

2 DIMENSIONAMENTO DA LAGOA FACULTATIVA

2.1 - GENERALIDADES

Para o dimensionamento da Lagoa Facultativa, será utilizado o método empírico baseado na carga orgânica superficial máxima aplicada à lagoa.

Este método foi descrito por diversos autores como M. V. SPERLING, D. D. MARA e H. W. PEARSON. O critério da taxa de aplicação superficial basea-se na necessidade de se ter uma determinada área de exposição à luz solar na lagoa, para que o processo de fotossíntese ocorra.

Assim, este método baseia-se na necessidade de oxigênio para estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 1996).

2.2 - CÁLCULO DA CARGA AFLUENTE À LAGOA FACULTATIVA

A carga orgânica afluente à lagoa é a matéria orgânica dos esgotos de toda população beneficiada pelo sistema de esgotamento, definida em termos de DBO, dividida pela vazão média afluente à lagoa. Esta carga pode ser obtida através da equação a seguir:

$$S = DBO \times P / Q$$

onde:

S0 = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)	---	
DBO = Carga orgânica per capita diária (DBO per capita diária)	1	0,521 mg/s.hab
P = População atendida pelo sistema de tratamento	10.3	3.434 hab
Q = Vazão média afluente ao sistema de tratamento	14,	2,32 l/s

Desta forma, obtém-se o seguinte resultado para a contribuição média afluente à lagoa:

S0 = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)	771,0 mg/l
--	------------

2.3 - CÁLCULO DA CARGA ORGÂNICA SUPERFICIAL

A carga orgânica superficial varia com a temperatura, latitude, exposição solar, altitude e outros. Locais com clima e insolação favoráveis como no nordeste brasileiro permitem taxas elevadas. Apesar da existência de inúmeras aproximações para o cálculo da carga orgânica, utilizar-se-á a taxa recomendada pela CAGECE de:

λ _s = Carga orgânica superficial adotada	350,00 kg.ha.dia
---	------------------

2.4 - CÁLCULO DA ÁREA DA LAGOA FACULTATIVA

A área da lagoa facultativa é dada pela carga total afluente a lagoa, dividida pela carga orgânica superficial. A equação a seguir pode ser usada para este cálculo:

Ignácio Costa Filho
Engenheiro Civil
RNP 020415087-3

$$A = 10 \times S_0 \times Q / Y_s$$

Onde:

A fac = Área da lagoa facultativa

S = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)

Q = Vazão média afluente ao sistema

Ys = Carga orgânica superficial

A área da lagoa facultativa à meia profundidade é:

A fac = Área da lagoa facultativa

---	771,00 mg/l
1.2	200,45 m3/dia
	350,00 kg.ha.dia
	4.415,57 m2



2.5 - CÁLCULO DO VOLUME DA LAGOA FACULTATIVA

O volume mínimo a ser adotado para a lagoa facultativa foi baseado na área da lagoa calculada anteriormente e na profundidade adotada. A profundidade ideal para a lagoa facultativa está entre 1,5m e 3,0m, valores comprovados por diversos pesquisadores (S. Rolim, M. V. Sperling, H. W. Pearson e D. D. Mara). Ver equação a seguir:

$$V_{fac} = A_{fac} \times h_{fac}$$

Onde:

V fac = Volume da lagoa facultativa

A fac = Área da lagoa facultativa

h fac = Profundidade adotada para lagoa facultativa

O volume da lagoa facultativa assim obtido é:

V fac = Volume da lagoa facultativa

4.415,57 m2
1,50 m
6.623,36 m3

2.6 - CÁLCULO DO TEMPO DE DETENÇÃO

O tempo de detenção é a razão entre o volume da lagoa e a vazão média afluente. Segundo S. J. Arceivala (1973), o tempo de detenção das lagoas facultativas varia de 7 a 110 dias para temperatura variando entre 5 e 25 °C. Segundo S. A. Silva (1982) o tempo mínimo de detenção pra o Nordeste do Brasil é de 6 dias. Segundo H. W. Pearson e D. D. Mara (1997) o tempo de detenção mínimo deve ser de 5 dias. A equação a seguir pode ser utilizada para o cálculo do tempo de detenção hidráulico desta lagoa:

$$t_{fac} = V_{fac} / Q$$

Onde:

t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa

V fac = Volume da lagoa facultativa

Q = Vazão média afluente ao sistema

---	6.623,36 m3
1.2	200,45 m3/dia

O tempo de detenção adotado para a lagoa facultativa é:

t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa

33,04 dias

2.7 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE DBO

Segundo Mara (1976) pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de DBO pela seguinte equação empírica:

$$K = 0,30 \times (\theta)^{T - 20}$$

Onde:

K1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

θ = Coeficiente empírico para a equação de Kb

T = Temperatura média do líquido na lagoa

---	1,05
	26,00 ° C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de DBO é:

K1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

0,40 1/dia

2.8 - CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DA LAGOA PARA REMOÇÃO DE DBO

O cálculo da eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO pode ser feito através da equação a seguir:

$$e = 100 K_1 t_{fac} / (1 + K_1 t_{fac})$$

Onde:

[Handwritten signature]
 Igório Costa Filho
 Engenheiro Civil
 RNP: 060415087-3

e fac = Eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO
 t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa
 K1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO
 A eficiência esperada para a lagoa facultativa é:
 e fac = Eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO

33,04 dias
 0,40 1/dia
 92,97 %



2.9 - CÁLCULO DA CARGA ORGÂNICA DO EFLUENTE DA LAGOA FACULTATIVA

Aplicando-se a eficiência da lagoa facultativa na carga orgânica média afluente (S0), obtém-se a carga orgânica efluente (S1). A equação a seguir apresenta estes cálculos:

$$S1 = (1 - e \text{ fac}) S$$

Onde:

S1 = Carga orgânica efluente da lagoa facultativa

e fac = Eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO
 S = Carga orgânica média afluente à lagoa facultativa (DBO afluente)

0,930
 771,0 mg/l

O resultado da carga orgânica efluente da lagoa facultativa é:
 S1 = Carga orgânica efluente da lagoa facultativa

54,23 mg/l

2.10 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS

Segundo diversos autores como C. O. Andrade Neto, S. Rolim D. D. Mara e H. W. Pearson pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais pela seguinte equação empírica:

$$K = K_b \times (\theta)^{T - 20}$$

$$T \text{ o } C \quad 20 \text{ o } C$$

Onde:

KbT = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais

Kb20 = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 oC

θ = Coeficiente empírico para a equação de Kb

T = Temperatura média do líquido na lagoa

1,10
 1,07
 26 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais é:

Kb
 T

1,65 dia-1

2.11 - CÁLCULO DO NÚMERO DE COLIFORMES FECALIS NO EFLUENTE

O cálculo do número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa pode ser feito através de uma equação do tipo citado por Marais (Mara, 1992). Ver equação a seguir:

$$N1 = N0 / (1 + Kb \text{ t fac})$$

Onde:

N1 = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa

N = Número de coliformes fecais afluente à lagoa facultativa (adotado)

Kb = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais

t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa

50.000,00 50.000.000,00 CF/100ml
 1,65 1,65 dia-1
 33,04 dias

Desta forma, obteve-se a seguinte quantidade de coliformes fecais no efluente da lagoa facultativa:

N = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa

900.136,73 CF/100ml

2.12 - CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS

A eficiência de remoção de coliformes fecais pode ser obtida pela equação a seguir:

$$e \text{ cf} = (N0 - N1) / N0 \times 100$$

Onde:

e cf = Eficiência na remoção de coliformes fecais

N0 = Número de coliformes fecais afluente à lagoa facultativa (adotado)

50.000.000,00 CF/100ml

Handwritten signature

Ignácio Costa Filho
 Engenheiro Civil
 RNP: 060415087-3

Handwritten mark

Handwritten mark

N1 = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa

900.136,73 CF/100ml



O resultado destes cálculos é:

ecf1 = Eficiência na remoção de coliformes fecais

98,20 %

3 CÁLCULO DA LAGOA DE MATURAÇÃO

3.1 - GENERALIDADES

As lagoas de maturação são projetadas com base no tempo de detenção hidráulica para admitir decaimento suficiente de organismos patogênicos.

3.2 - CÁLCULO DA ÁREA DAS LAGOAS DE MATURAÇÃO

As lagoas de maturação são usualmente projetadas com baixas produtividades, de forma a maximizar os efeitos bactericidas da luz solar, bem como da fotossíntese, resultando na elevação do pH. Valores comumente adotados encontram-se na faixa de 0,8 a 1,5m de profundidade (M. V. Sperling). A área de cada lagoa de maturação pode ser calculada pela seguinte equação:

$$A = t_{mat} \times Q / h_{mat}$$

Onde:

A mat = Área de cada lagoa de maturação

t mat = Tempo de detenção em cada lagoa de maturação

4,00 dias

200,45 m3/dia

Q = Vazão média afluyente ao sistema

hmat = Profundidade das Lagoas de Maturação

1,50 m

Através deste cálculo obtém-se o seguinte resultado:

A mat = Área de cada lagoa de maturação

4,9

534,53 m2

3.3 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS

Segundo diversos autores como C. O. ANDRADE NETO, S. ROLIM, D. D. MARA e H. W. PEARSON, pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais pela seguinte equação empírica:

$$K_b = K_b \times (\theta)^{T - 20} \\ T \text{ o } C \quad 20 \text{ o } C$$

Onde:

KbT = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais

1,80

1,19

26 °C

b20 = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C

θ = Coeficiente empírico para a equação de Kb

T = Temperatura média do líquido na lagoa

2,

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais é:

5,11 dia

Kb = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais

3.4 - CÁLCULO DO NÚMERO DE COLIFORMES FECALIS NO EFLUENTE

O cálculo do número de coliformes fecais efluente da lagoa maturação pode ser feito através de uma equação do tipo citado por Marais (Mara, 1992). Ver equação a seguir:

$$N_2 = N_1 / (1 + K_b t_{fac})^n$$

Onde:

N2 = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa

N1 = Número de coliformes fecais afluyente às lagoas de maturação

Kb = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais

t fac = Tempo de detenção na lagoa facultativa

n = numero de lagoas de maturação em serie

900.136,73 CF/100ml

1,65

5,11 dia-1

4,00 dias

3,00 lagoas

Desta forma, obteve-se a seguinte quantidade de coliformes fecais no efluente da lagoa facultativa:

91,25 CF/100ml

N2 = Número de coliformes fecais efluente da lagoa facultativa

3.5 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE DBO

Handwritten signatures and stamps at the bottom of the page.

Ignácio Costa Filho
Engenheiro Civil
RNP 080415087-3

Segundo S. Rolim (1992) pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de DBO equação empírica:

$$K = 0,2 \times (1,05)^T - 20$$

Onde:

K = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

T = Temperatura média do líquido na lagoa

26,00 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de DBO é:

K1 = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

0,27 dia-1

3.7 - CÁLCULO DA CARGA (DBO5) DO EFLUENTE DAS LAGOAS DE MATURAÇÃO

O cálculo da eficiência da lagoa de maturação na remoção de DBO pode ser feito através da equação a seguir:

$$S_2 = S_1 / (1 + K_1 \times t_{mat})^n$$

Onde:

S2 = Carga orgânica do efluente da lagoas de maturação

S = Carga orgânica do afluente à lagoa de maturação

t mat = Tempo de detenção em cada lagoa de maturação

K = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

n = Número de lagoas de maturação em série

54,23 mg/l

4,00 dias

0,27 dia-1

3,00 lagoas

O resultado da carga orgânica efluente à lagoa facultativa é:

S = Carga orgânica do efluente da lagoas de maturação

6,10 mg/l

4 EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO

4.1 - EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE DBO

A eficiência do sistema pode ser obtida através da seguinte equação:

$$e_{DBO} = (S_0 - S_2) / S_0 \times 100$$

Onde:

e DBO = Eficiência do sistema para remoção de DBO

S0 = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)

S = Carga orgânica do efluente final

375 mg/l

6,10 mg/l

A eficiência do sistema de tratamento na remoção de DBO foi:

e DBO = Eficiência do sistema para remoção de DBO

98,37 %

4.2 - EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS

A eficiência do sistema pode ser obtida através da seguinte equação:

$$e_{CF} = (N_0 - N_2) / N_0 \times 100$$

Onde:

e CF = Eficiência do sistema para remoção de coliformes fecais

N0 = Número de coliformes fecais do afluente ao sistema (adotado)

N2 = número de coliformes fecais que realmente saem do sistema

50.000.000,00 CF/100ml

91,25 CF/100ml

A eficiência do sistema de tratamento na remoção de coliformes fecais foi:

e CF = Eficiência do sistema para remoção de coliformes fecais

99,99982

4.3 - CALCULO DAS DIMENSÕES DAS LAGOAS

Calculado	A	L	C	proporção
F	4.415,57	46,99	93,97	2,00
M1	534,53	16,35	32,70	2,00
M2	534,53	16,35	32,70	2,00
M3	534,53	16,35	32,70	2,00

Adotado	A	L	C	Teste
---------	---	---	---	-------

pela seguinte



[Handwritten Signature]
 Igório Costa Filho
 Engenheiro Civil
 RNP 360415087-3