0 - Dados da Rede

Vazão Concentrada de Início Qc,i = 0 L/s

Vazão Concentrada de Final Qc,f = 0 L/s

K1 = 1.2; K2 = 1.5; K3 = 0.5

População Final, Pf = 5385 hab

População Inicial, Pi = 3624 hab

Consumo percapita, q = 150 L/s

Coeficiente de retorno, C = 80 %

Taxa de Infiltração, Txinf = 0.0002 (L/s)/m

Extensão Virtual da Rede, L = 3605.5

Vazão minima de inicio de plano (L/s): Qmin,i = 2.88 L/s

$$Qmin,i = \frac{K_3 * P_i * q * (C / 100)}{86400} + Txinf * L + Qc,i$$

Vazão média de inicio de plano (L/s): Qmed,i = 5.75 L/s

$$Qmed,i = \frac{P_i * q * (C / 100)}{86400} + Txinf * L + Qc,i$$

Vazão máxima de início de plano (L/s): Qmax,i = 2.5 L/s

$$Qmax,i = \frac{K_2 * P_i * q * (C / 100)}{86400} + Txinf * L + Qc,i$$

Vazão minima de final de plano (L/s): Qmin,f = 4.46 L/s

$$Qmin,f = \frac{K_3 * P_f * q * (C / 100)}{86400} + Txinf * L + Qc,f$$

Vazão média de final de plano (L/s): Qmed,f = 8.2 L/s

$$Qmed,f = \frac{P_f * q * (C / 100)}{86400} + Txinf * L + Qc,f$$

Vazão máxima de final de plano (L/s): Qmax,f = 14.18 L/s

$$Qmax,f = \frac{K_1 * K_2 * P_f * q * (C / 100)}{86400} + Txinf * L + Qc,f$$

---

1 - DIMENSIONAMENTO UASB CIRCULAR

1.1 - DADOS DE ENTRADA

Vazão máxima fim de Plano, Qmax = 4.274661 m³/d

Vazão média fim de Plano, Qmed = 2 m³/d

População final = 5385 Hab

DBO Entrada = 300 mg/L

Variação Normal: 110 mg/L < DBO < 500 mg/L Ref: METCALF,L.;EDDY,H. P. 2003

DQO Entrada = 600 mg/L

Variação Normal: 250 mg/L < DQO < 800 mg/L Ref: METCALF,L.;EDDY,H. P. 2003

Temperatura = 25 ºC

Tempo de Detenção Hidráulica, TDH = 7 h

6 horas para temperatura do esgoto superior a 25 ºC

7 horas para temperatura do esgoto entre 22ºC e 25 ºC

8 horas para temperatura do esgoto entre 18 ºC e 21 ºC

10 horas para temperatura do esgoto entre 15 ºC e 17 ºC.

Ref: NBR 12.209 - 2011

Volume Total, VT = Qmed * TDH = 0.58 m³

Sólidos Suspensos Totais, SST Entrada = 0.291 * DQO Entrada = 174.60 mg/L

Ref: VON SPERLING, M. (2005)

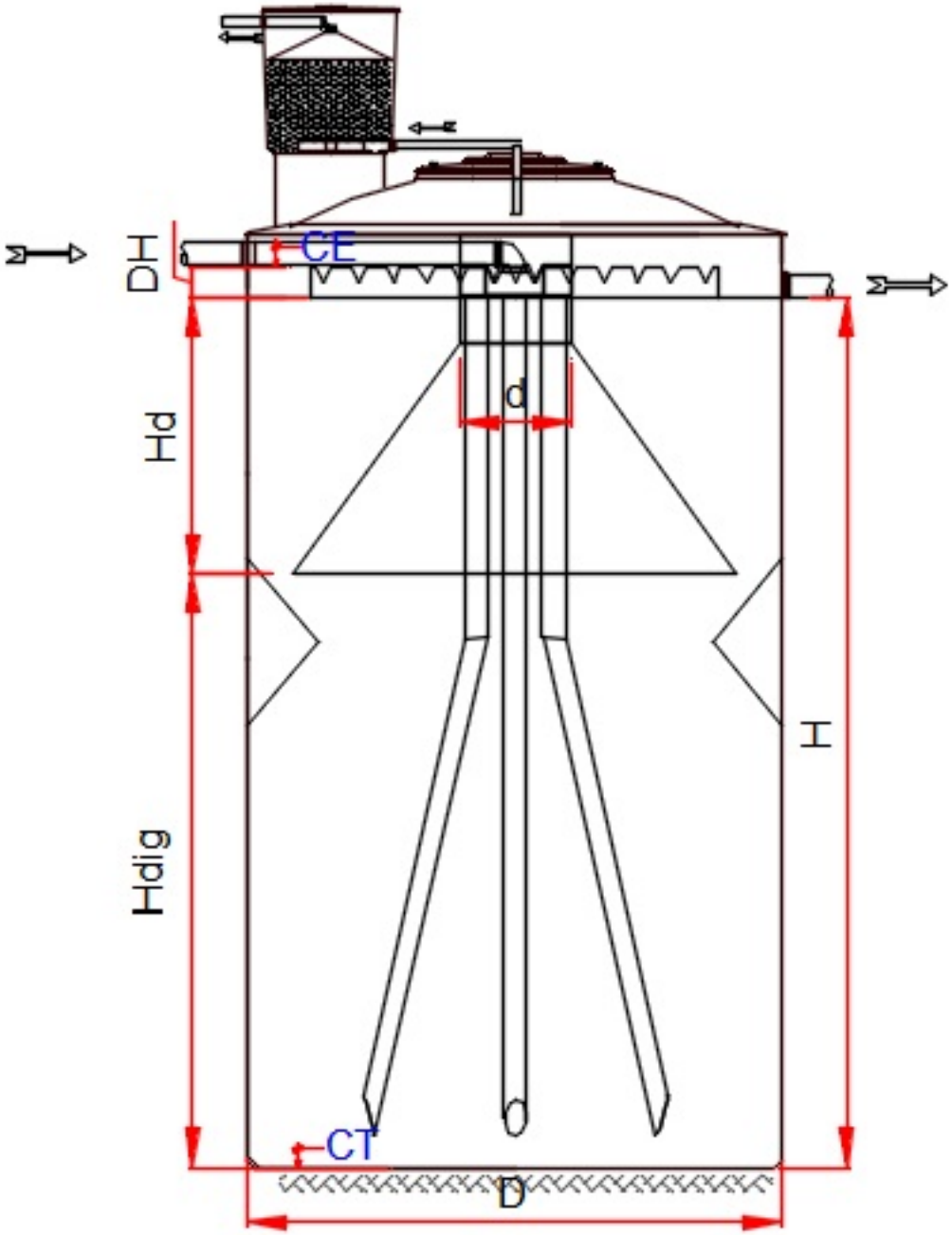
Capacidade de Tratamento de cada Reator, Qcapac = 190 m³/d

Volume de um Reator, Vun = Qcapac * TDH = 55.42 m³

Quantidade de reatores, n = Inteiro [VT/Vun] = 1

PLANTA O

1.2 - DIMENSOES POR UNIDADE



Fonte: Sistemas Urbanos Engenharia

Vazão média fim de Plano de 01 reator, Qmed1R = Qmed / n = 2 m^3/d
Vazão máxima fim de plano de 01 reator, Qmax1R = Qmax / n = 4.27 m^3/d
Volume mínimo de 01 Reator, V1Rmin = VT / n = 0.58 m^3
Velocidade limite média de ascensão, vLim = 0.6 m/h
Recomenda-se 0.5 < vLim < 0.7 m/h; sendo tolerados picos temporários, durante 2 a 4 horas, de até 2.0 m/h
Diametro adotado, D = 3.50 m
Altura mínima, Hmin [TDH] = vLim * TDH = 4.20 m
Altura mínima, Hmin [CHVmax] = 4 * Qmax1R / (Pi * D^2 * CHVmax) = 0.07 m
CHVmax = 6 $m^3/(m^3*d)$ Ref: NBR 12.209 (2011)
Altura mínima, Hmin [Hdigmin] = Hdig + 2.5 = 4.50 m
Altura Adotada, H = (maior valor entre Hmin [TDH], Hmin [CHVmax] e Hmin[Hdigmin]) = 4.5 m

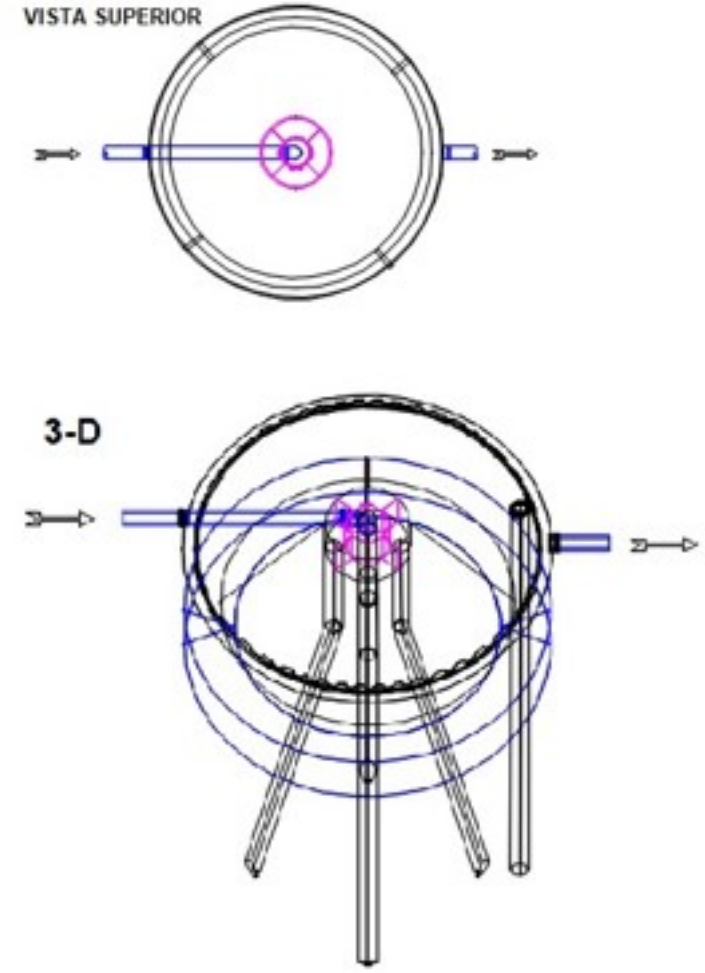
Ref: NBR 12.209 (2011) recomenda que a altura seja igual ou superior a 2.5m e inferior a 6.0m.
Volume de 1 reator, V1R = [(Pi * D^2) / 4] * H = 43.30 m^3
Tempo de detenção hidráulica médio, TDHmed = (V1R / Qmed1R) * 24 = 519.60 h
Cota do Terreno, CT = 370.03 m
Folga do tubo de entrada, DH = 0.32 m
Cota do tubo de entrada, CE = CT + H + DH = 374.55 m
Velocidade Ascendente máxima, vmax = Qmax1R / A1R = 0.02 m/h Recomenda-se vmax <= 2.0 m/h
Tempo de detenção hidráulica Mínimo, TDHmin = (V1R / Qmax1R) * 24 = 227.13 h
Velocidade de ascensão média, vmed = Qmed1R / A1R = 0.01 m/h

1.3 SISTEMA DE DECANTAÇÃO
Diametro do coletor de gás, d = 0.75 m
Altura do compartimento de decantação, Hd = 2.00 m
TDHmaxdec = 1h Ref: NBR 12.209 (2011)

1.4 SISTEMA DE DIGESTÃO DE LODO
Altura do compartimento de digestão, Hdig = H - Hd = 2.50 m
2.5 m <= Hdig <= 3.5 m, e também Hdig < = H

1.5 VERIFICAÇÃO DE CARGA HIDRAULICA VOLUMÉTRICA, CHV
Carga hidraulica volumétrica média, CHVmed = Qmed1R / V1R = 0.05 m^3 / (m^3 * d)
Recomenda-se CHVmed < 4 m^3 / (m^3 * d)
Carga hidraulica volumétrica máxima, CHVmax = Qmax1R / V1R = 0.10 m^3 / (m^3 * d)
Recomenda-se CHVmed < 6 m^3 / (m^3 * d)

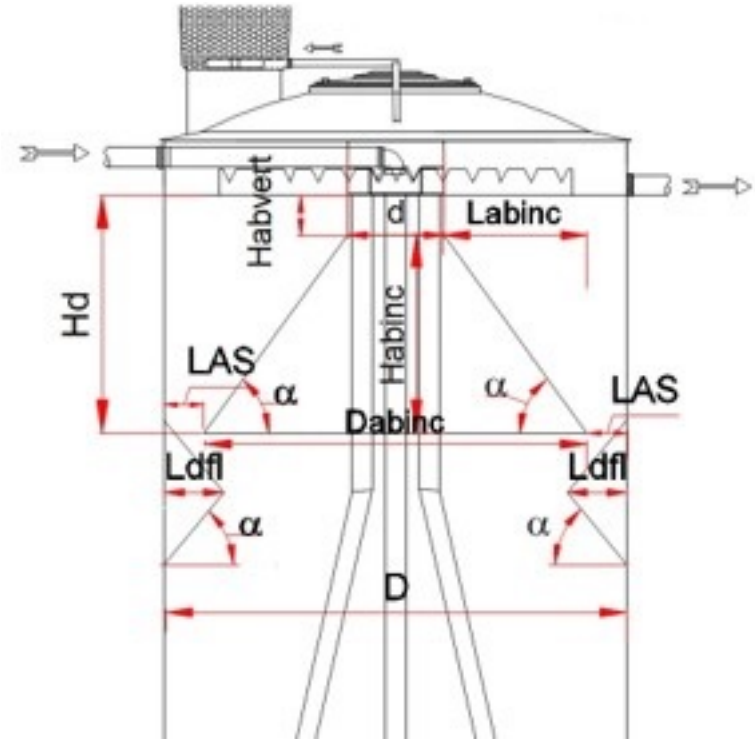
2 - SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO



Fonte: Sistemas Urbanos Engenharia

Carga ORGÂNICA VOLUMÉTRICA, COV = (Qmed1R * DBO Entrada) / V1R = 0.01 Kg DBO/(m³*d)
Área de influencia tubo, A1t = 0.75m²
VALORES DE ÁREA DE INFLUÊNCIA DOS TUBOS DISTRIBUIDORES EM FUNÇÃO DA COV:
CARGA ORGÂNICA VOLUMÉTRICA < 1.0 --- ÁREA DE INFLUÊNCIA DE CADA DISTRIBUIDOR (m²) = 0.5 a 1.0
CARGA ORGÂNICA VOLUMÉTRICA ENTRE 1.0 a 2.0 --- ÁREA DE INFLUÊNCIA DE CADA DISTRIBUIDOR (m²) = 1.0 a 2.0
CARGA ORGÂNICA VOLUMÉTRICA > 2.0 --- ÁREA DE INFLUÊNCIA DE CADA DISTRIBUIDOR (m²) = 2.0 a 3.0
Número de tubos, Nt = A1R / A1t = 13
Vazão por tubo, Q1t = Qmed1R / Nt = 0.03 m³/d
Diâmetro Interno Tubo Calculado, D1 = [(4* Q1t / Pi * vdesc) ^ 1/2] * 1000 = 3 mm
Diâmetro Interno Tubo Adotado, D1adt = 75 mm
Diâmetro mínimo do tubo: 75 mm
Vel. desc. real, v1t = Q1t / [(Pi * D1adt)^2 /4] = 0.00 m/s

3 - COMPARTIMENTO DE DECANTAÇÃO UASB



Fonte: Sistemas Urbanos Engenharia

3.1 - Velocidades no Final do Compartimento de Digestão e Início do Compartimento de Decantação

Largura da abertura simples, LAS = 0.30 m

Diametro da abertura, Dabinc = D - (2 * LAS) = 2.90 m

Área da abertura, A = (pi * (D^2 - $Dabinc^2$)) / 4 = 3.02 m^2

Velocidade média de passagem pelas aberturas, vmedabe = Qmed1R / (A * 24) = 0.03 m/h

vmedabe <= 2.5 m/h, Fonte: NBR 12.209 (2011) - item 6.4.9

Velocidade máxima de passagem pelas aberturas, vmaxabe = Qmax1R / (A * 24) = 0.06 m/h

vmaxabe <= 4.00 m/h, Fonte: NBR 12.209 (2011) - item 6.4.9

Largura do defletor, Ldfl = 0.45 m

Transpasse, Transp = LAS - Ldfl = 0.15 m

Tansp >= 0.15m, Fonte: NBR 12.209 (2011)

3.2 - Tempo de Detenção Hidrálica no Compartimento de Decantação

Largura da Aba Inclinada, Labinc = [(D - d) / 2] - LAS = 1.08 m

Angulo de Inclinação, alfa = >= 50º = 50.00 grau, Fonte: NBR 12.209 (2011)

Altura da Aba Inclinada, Habinc = Labinc * tan (Alfa) = 1.29 m

Altura da Aba Vertical, Habvert = Hd - Hbinc = 0.71 m

Volume Total do Compartimento de Decantação, Vdec =

(A * Hd) + [(Pi * $Dabinc^2$ / 4) * Hd] / 3 - [Pi * (d^2 / 4) * Habvert] / 3 - [(Pi * d^2) / 4 * Habinc] + [Pi * (D - LAS)^2 / 4 - Pi * d^2 / 4] * Habvert = 12.99 m^3

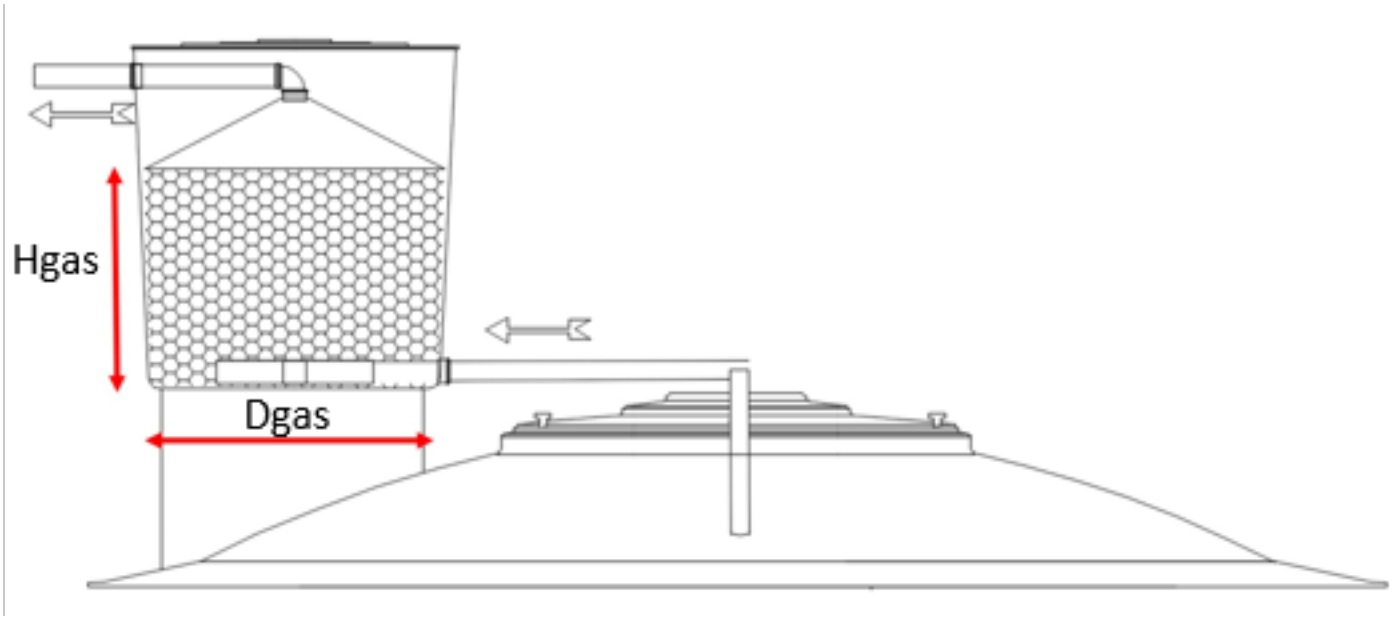
Tempo de Detenção Hidráulica para Qmed, TDHmeddec = (Vdec / Qmed1R) * 24 = 155.88 h

TDHmeddec >= 1.50h, Fonte: NBR 12.209 (2011) - item 6.4.12

Tempo de Detenção Hidráulica para Qmax, TDHmaxdec = (Vdec / Qmax1R) * 24 = 73.01 h

TDHmaxdec >= 1.00h, Fonte: NBR 12.209 (2011) - item 6.4.12

4 - PRODUÇÃO DE GÁS

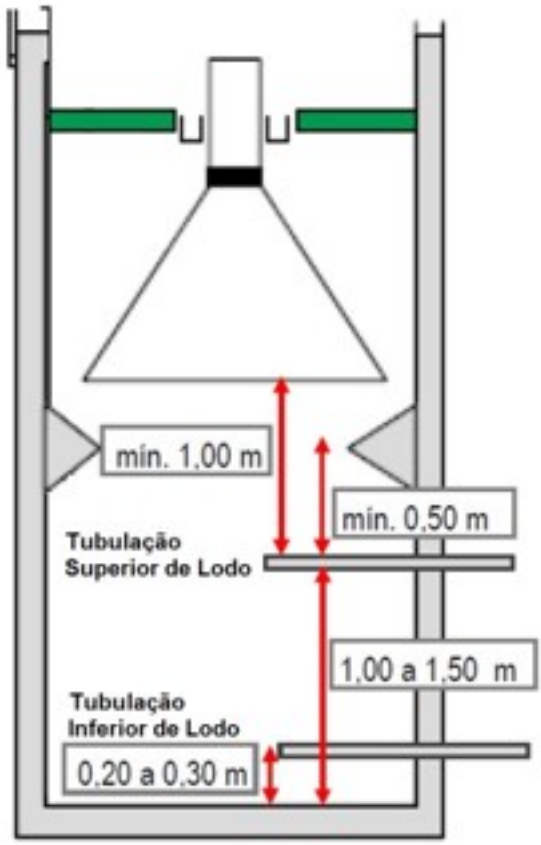


Fonte: Sistemas Urbanos Engenharia

---

y = 0.21 Ref: CHERNICHARO, C. A. L. (2007)
DQO Saída = 48 mg/L
Carga ORGÂNICA de DQO diária transformada em CH4, DQOCH4
DQOCH4 = Qmed * (DQO Entrada - DQO Saída) - y * Qmed * DQO Entrada = 0.85 Kg/d
P = 1 atm
Temperatura operacional do reator, T = 22 ºC
DQO correspondente a um mol de CH4, gDQO = 64 gDQO/mol
R = Constante dos gases = 0.08206 atm.L/mol.K
Fator de correção para a temperatura operacional do reator, f(T)
f(T) = P * gDQO / [R * (273 + T)] = 2.64 KgDQO/m^3
Produção volumétrica diária de metano, QCH4 = DQOCH4 / f(T) = 0.32 m^3/d
Vazão diária de gás, Qgás = 1.2 * QCH4 = 0.38 m^3/d
Diametro do tanque de carvão ativado, Dgas = 0.70 m
Altura do tanque de carvão ativado, Hgas = 0.60 m
Volume do tanque de carvão ativado, Vgas = [(pi * Dgas^2) / 4] * Hgas = 0.23 m^3
Tempo de detenção do gás, TDgas = Vgas / Qgas = 871.58 min

5 - PRODUÇÃO E DESCARTE DE LODO

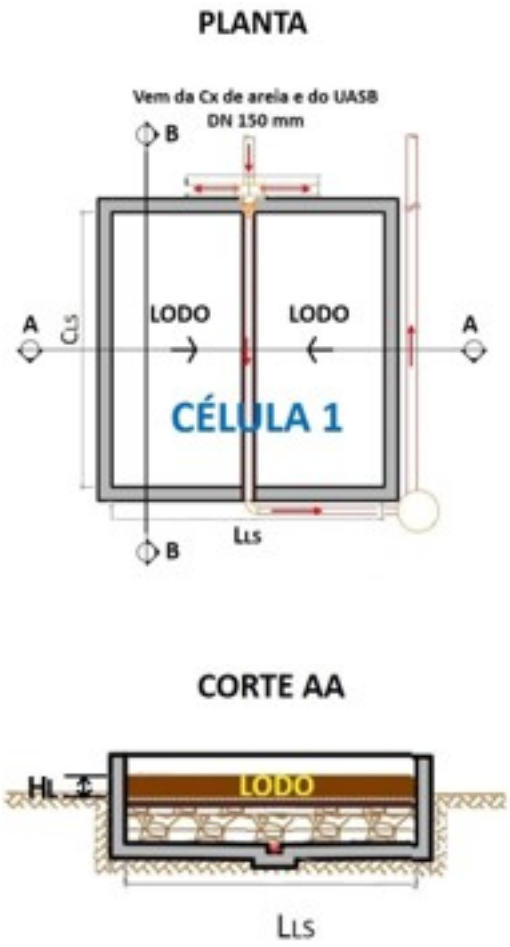


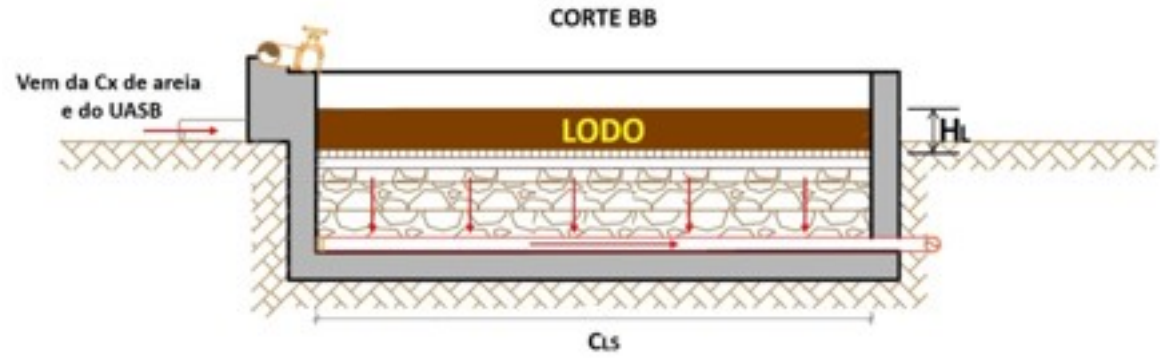
Carga ORGÂNICA diária, CDQO = Qmed * DQO Entrada = 0.60 Kg/d
Coeficiente de produção diária de Lodo, Y = MLododia / CDQO = 0.2 Recomenda-se 0.11 < Y < 0.23
Massa de Lodo diária, MLododia = Y * CDQO = 0.12 Kg/d
Frequencia de descarte, fd = 30 dias
Massa de Lodo a ser descartado, MLodo = MLododia * fd = 3.60 Kg
Teor Sólidos do Lodo superior, Tsup = 2 %
Teor de Sólidos do Lodo = 5 %
Densidade do Lodo, DLodo = 1030 Kg/m³ onde: 1020 Kg/m³ < DLodo < 1040 Kg/m³
Percentual de Descarte de Lodo superior, Psup = 50 %
Percentual de descarte de Lodo inferior, Pinf = 100 - Psup = 50 %
Volume de Lodo superior a ser descartado,
Vsup = [MLododia * fd * (Psup/100)] / [DLodo * (Tsup/100)] = 0.09 m³
Volume de Lodo inferior a ser descartado,
Vinf = [MLododia * fd * (Pinf/100)] / [DLodo * (Tinf/100)] = 0.03 m³
Volume de Lodo a ser descartado, VLodo = Vinf + Vsup = 0.12 m³

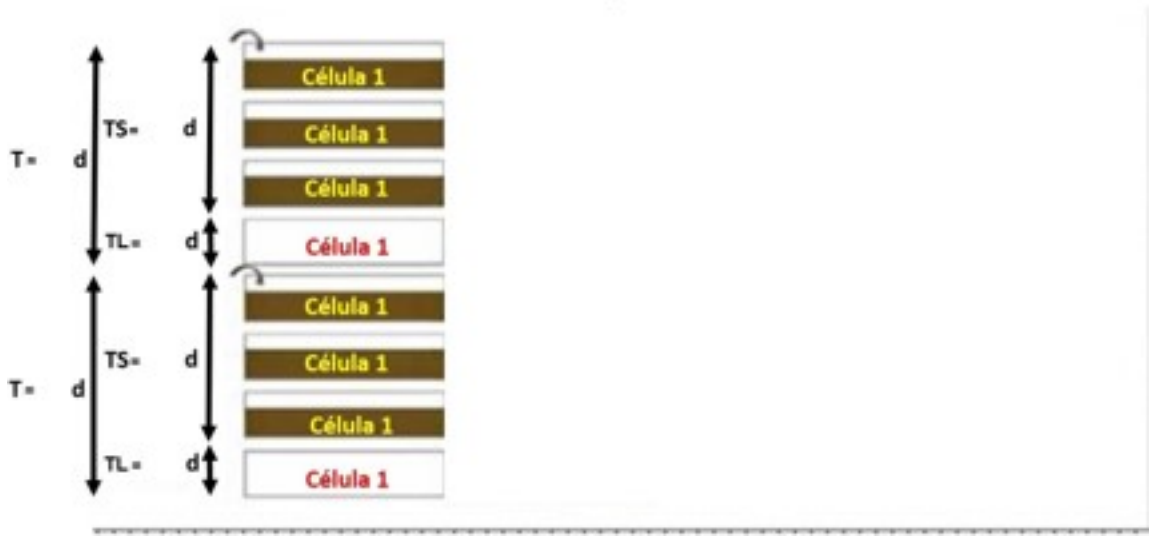
6 - LEITO DE SECAGEM

6.1 - DIMENSIONAMENTO DO LEITO DE SECAGEM

Tempo de Secagem, TS = 20 dias
Tempo de Limpeza, TL = 1 dias
Duração do ciclo de operação, T = TS + TL = 21 dias
Frequencia de descarte, fd = 30 dias
Número de células, Nc = 1
Largura adotada de cada célula, LLS = 10.00 m
Taxa Nominal de Aplicação de sólidos, Tx = 10.00 Kg/m² Recomenda-se: Txmax = 15 kg/m² Ref: NBR 12.209
Massa de Lodo a ser descartada em cada célula, MlodoCel = Mlodo / Nc = 3.60 Kg
Área necessária de secagem de cada célula, ALS = MLodoCel / Tx = 0.36 m²
Comprimento mínimo de cada célula, CLSmin = (ALS / LLS) / Nc = 0.04 m
Comprimento adotado de cada célula, CLS = 0.04 m
Área adotada total, ATLS = Nc * LLS * CLS = 0 m²
Volume de Lodo a ser descartado em cada célula, VLodo = 0.12 m³
Altura da lamina de Lodo após a carga no leito, HL = VLodo / (CLS * LLS * Nc) = 0.30 m




CORTE BB
Vem da Cx de areia
e do UASB
LODO
HL
CLS


T=
d
TS=
d
Célula 1
Célula 1
Célula 1
TL=
d
Célula 1
T=
d
TS=
d
Célula 1
Célula 1
Célula 1
TL=
d
Célula 1

7 - EFICIENCIA UASB

7.1 - EFICIENCIA UASB DBO

K DBO = 0.70 Ref: CHERNICHARO, C. A. L. (2007)

a DBO = 0.50 Ref: CHERNICHARO, C. A. L. (2007)

E DBOcalc = 100 * [1 - KDBO * TDHmed^(-aDBO)] = 97 %

E DBOadot = 97 %

DBO Entrada = 300 mg/L

DBO Saída = [1 - (EDBO / 100)] * DBOEntrada = 9.00000000000001 mg/L

7.2 - EFICIENCIA UASB DQO

K DQO = 0.68 Ref: CHERNICHARO, C. A. L. (2007)

a DQO = 0.35 Ref: CHERNICHARO, C. A. L. (2007)

E DQOcalc = 100 * [1 - KDQO * TDHmed^(-aDQO)] = 92 % Ref: CHERNICHARO, C. A. L. (2007)

E DQOadot = 94 %

DQO Entrada = 600 mg/L

DQO Saída = [1 - (EDQO / 100)] * DQOEntrada = 48 mg/L

DQO Saída < 200 mg/L Ref: Portaria SEMACE Nº 154/2002

7.3 - EFICIENCIA UASB SST

E SST = 65% Normalmente 65% < E SST < 80% Ref: VON SPERLING (2005)

SST Entrada = 174.60 mg/L

SST Saída = [1 - (E SST / 100)] = 61.11 mg/L

SST Saída < 50 mg/L Ref: Portaria SEMACE Nº 154/2002

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHERNICHARO, C. A. L.; Reatores Anaeróbios. Vol. 5. 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, n. I), 2007.

JORDÃO, E.P e PESSÔA, C.A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 7ª ed. Rio de Janeiro: ABES , 2014.

LOBATO, L. C. da S. et al. Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário - Parte 3: Gerenciamento de lodo e escuma. Revista DAE: Nº 214, vol 66, Edição Especial - Novembro, 2018

METCALF,L.;EDDY,H. P. Wastewater Engineering-Treatment Disposal and Reuse. 4º Edição. Nova York: McGraw-Hill Book Company, inc., p 1819, 2003.

NBR 12.209 (2011)

SEMACE, Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará, Portaria Nº 154 de 22 de julho de 2002.

VON SPERLING, M. Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos, 4ª Edição, UFMG, 2005.