

ÍNDICE

	Pág.
1 OBJETIVO.....	3
2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
2.1 Internos.....	3
2.2 Externos.....	3
3 DEFINIÇÕES E SIGLAS	4
4 CONDIÇÕES GERAIS.....	4
4.1 Responsabilidade e Autoridade	4
5 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES	6
5.1 Tratamento Preliminar.....	6
5.2 Gradeamento	6
5.3 Caixa de Areia.....	7
5.4 Medidor de vazão	7
5.5 Lagoa anaeróbia	7
5.5.1 Memorial de Cálculo	8
5.6 Lagoa facultativa aeróbia	10
5.6.1 Memorial de calculo.....	12
6 ANEXO 1	15

	SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO	Código: MD-SAMA-SGA-MA-0001	Data: 12/11/2015
Assunto: MEMORIAL DESCRITIVO DA ETE – LAGOA ANAERÓBIA E LAGOA FACULTATIVA AERÓBIA		Revisão: 0	Folha: 3 de 16

1 OBJETIVO

O presente relatório tem a finalidade de apresentar as premissas adotadas no dimensionamento da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE do Canteiro de Obras da UHE São Manoel localizado no município de Jacareacanga – Estado do Pará, tendo como objetivo principal a remoção de sólidos em suspensão e matéria orgânica (DBO₅) dos efluentes gerados no canteiro de obra, de modo que o efluente tratado a ser lançado no Rio Tele Pires tenha suas características físicas, químicas e biológicas em conformidade com a Legislação Ambiental.

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

2.1 Internos

PE-SAMA-SGA-MA-0001 – Procedimento para Tratamento de Efluentes

2.2 Externos

- a) Licença de Instalação IBAMA nº 1.017/2014 de 14/08/2014;
- b) OHSAS 18.001:2007: Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho – Especificações;
- c) Norma NBR ISO 14.001:2004: Sistemas de Gestão Ambiental - Especificações e Diretrizes para o uso;
- d) Resolução CONAMA Nº 357/05, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (revoga a Resolução CONAMA Nº 20/86; Complementada pela Resolução nº 393/09);
- e) Resolução CONAMA Nº 397/08, que altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução CONAMA Nº 357/05 (Alterada pela Resolução nº 410, de 2009);
- f) Resolução CONAMA Nº 430/11, dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA;
- g) Lei Nº 6.391/94, que dispõe sobre informações quanto à qualidade de águas dos rios e lagos de Mato Grosso;
- h) Lei Complementar Nº 38/95 – Mato Grosso, que dispõe sobre o Código Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências;
- i) Lei Nº 6.945/97, que dispõe sobre a Lei de Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências;
- j) Plano Ambiental da Construção – PAC;

	SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO	Código: MD-SAMA-SGA-MA-0001	Data: 12/11/2015
Assunto: MEMORIAL DESCRITIVO DA ETE – LAGOA ANAERÓBIA E LAGOA FACULTATIVA AERÓBIA		Revisão: 0	Folha: 4 de 16

k) Anexo Contratual I.3 – Segurança e Meio Ambiente

3 DEFINIÇÕES E SIGLAS

ETE- Estação de Tratamento de Esgoto

4 CONDIÇÕES GERAIS

A Estação de Tratamento dos Esgotos foram dimensionadas para atender uma população final de 5.000 habitantes, onde o consumo per capita de água considerado foi de 150 l/habxdia, de acordo com PAC, já que a população do canteiro de obras utiliza água potável nas diversas funções de sua rotina normal, que são higiene pessoal, lavagem de roupas, alimentação e utilização de sanitários.

Temos em nosso canteiro de obra, duas unidades de tratamento compactas, compostas por reatores anaeróbio tipo UASB, reatores aeróbio tipo FBS, filtros de areia e carvão ativado e cloradores, cuja capacidade de tratamento implantada dessas duas unidades não é suficiente para tratar todo o efluente gerado no pico da obra. Como precaução optou-se por acrescentar outro sistema de tratamento de efluentes constituído por lagoas, de forma a garantir sempre a qualidade do efluente a ser lançado no corpo hídrico.

As lagoas são compostas por:

- Um tratamento preliminar com gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão tipo Parshall;
- Uma Lagoa Anaeróbia;
- E uma Lagoa Facultativa Aeróbia.

4.1 Responsabilidade e Autoridade

	SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO	Código: MD-SAMA-SGA-MA-0001	Data: 12/11/2015
Assunto: MEMORIAL DESCRITIVO DA ETE – LAGOA ANAERÓBIA E LAGOA FACULTATIVA AERÓBIA		Revisão: 0	Folha: 5 de 16

Diretor do contrato:

- a) Prover recursos humanos, financeiros e comportamentais para executar a atividade conforme este procedimento;
- b) Apoiar e dar condições de trabalho para a realização do processo e monitorar as ações;
- c) Tomar medidas administrativas e ações de correção em casos de negligência, imprudência ou imperícia, afim de que as normas e boas práticas sejam cumpridas.

Gerência de QSMS-RS:

- a) Manter a sinergia com os setores, identificando e desenvolvendo soluções técnicas, que contribuam na melhoria das condições de meio ambiente no local das atividades;
- b) Fornecer a infraestrutura e os recursos para a realização das atividades de operação das estações de tratamento de efluentes compactas e por lagoas, acompanhamento e análises dos efluentes gerados nas unidades.

Gerência de Engenharia:

- a) Garantir o cumprimento deste procedimento por toda equipe, proibindo interferências na execução das atividades.

Gerência de Produção:

- a) Realizar a obra de acordo com as especificações e diretrizes especificadas em projeto.

Equipe de Meio Ambiente

- a) Fazer o levantamento dos efluentes dos processos existentes na obra, elaborar a planilha de corrente hídrica e mantê-la atualizada. Levantar fornecedores; caso seja necessário; na correta destinação dos efluentes e monitorar suas licenças (quando aplicável);
- b) Operação das instalações que tratam esse procedimento; com o intuito de mantê-las em perfeito estado.
- c) Inspeccionar e aplicar Listas de Verificação – SPOT CHECK periodicamente nos sistemas de tratamento de efluentes líquidos;
- d) Monitorar o processo de gerenciamento de efluentes líquidos do Canteiro, mantendo os devidos registros gerados;

	SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO	Código: MD-SAMA-SGA-MA-0001	Data: 12/11/2015
Assunto: MEMORIAL DESCRITIVO DA ETE – LAGOA ANAERÓBIA E LAGOA FACULTATIVA AERÓBIA		Revisão: 0	Folha: 6 de 16

5 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES

O sistema de tratamento de esgotos sanitários implantado consiste de tratamento preliminar, composto de gradeamento, caixa de areia e medição de vazão, lagoa anaeróbia, lagoa facultativa aeróbia e posterior lançamento no corpo receptor, que é o Rio Teles Pires.

Este sistema foi adotado pela sua alta eficiência em altas temperaturas onde temos as características de invernos quentes e elevada insolação, como o nosso caso, proporcionando uma taxa de aplicação superficial que fica entre 240 a 350 kgDBO₅/há.dia e necessita de uma área inferior a uma única lagoa facultativa, além de seu custo ser bem inferior às unidades compactas implantadas.

A lagoa facultativa implantada possui uma área de 1,32 há o que nos proporciona uma taxa de aplicação superficial de 265,15 Kg DBO₅/ há.dia, ficando dentro dos parâmetros necessários para um bom funcionamento.

Somadas as duas lagoas terão um tempo de detenção hidráulica de 31 dias com uma vazão de 750 m³/dia. Porém esta vazão só será atingida em caso de extrema necessidade, quando, por motivos fortuitos as duas unidades já instaladas não vierem a funcionar.

As principais características das unidades do sistema de lagoas estão detalhadamente apresentadas a seguir.

5.1 Tratamento Preliminar

Nesta fase, utilizamos as estruturas implantadas das ETE's compactas.

5.2 Gradeamento

O gradeamento utilizado é o das ETE's compactas já instaladas e operantes no canteiro de obras (sai), onde contamos com gradeamento grosso e fino, sendo assim o efluente é direcionado para as lagoas depois de passado por estas unidades livres de materiais particulados grosseiros que possam interferir no bom funcionamento das unidades.

	SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO	Código: MD-SAMA-SGA-MA-0001	Data: 12/11/2015
Assunto: MEMORIAL DESCRITIVO DA ETE – LAGOA ANAERÓBIA E LAGOA FACULTATIVA AERÓBIA		Revisão: 0	Folha: 7 de 16

5.3 Caixa de Areia

A remoção da areia se dará na caixa de recalque das estações compactas, onde temos um volume de armazenamento de 82 m³, sendo assim o efluente é bombeado para as lagoas sem a presença deste material que decanta nos reservatórios de recalque.

5.4 Medidor de vazão

O medidor de vazão será implantado na saída da lagoa aeróbia facultativa. “O medidor é do tipo Parshall, em fibra de vidro, com largura de garganta igual a 3”, para faixa de leitura de vazão $Q_{min} = 0,85$ l/s e $Q_{max} = 53,8$ l/s.

5.5 Lagoa anaeróbia

A lagoa anaeróbia é a primeira estrutura a receber o efluente gerado. Optou-se por esse sistema devido à disponibilidade de área e também pelas altas temperaturas da localidade, cujo fator temperatura é de extrema importância, pois colabora na multiplicação de microrganismos que realizarão a decomposição da matéria orgânica dos efluentes.

Ela é relativamente menor que a outra unidade com um volume de 4.487,725 m³, pois possui uma profundidade maior e seu tempo de detenção é de aproximadamente seis dias para a vazão de 750 m³ dia.

Essa lagoa possui uma profundidade de 5,00 m para que a influência de luminosidade seja menor, favorecendo a proliferação de microrganismos anaeróbios. Esta unidade, também serve como lagoa de decantação onde os sólidos suspensos ficam retidos, diminuindo a sua influência na lagoa facultativa aeróbia.

Óleos e graxas e escumas também são retidas na mesma, evitando assim que este material seja transportado para a lagoa facultativa diminuindo a influência solar, que é de extrema importância para a lagoa facultativa.

Não há modelos matemáticos que possibilitem uma estimativa de concentração de efluente de DBO das lagoas anaeróbias. Por este motivo, esta lagoa foi dimensionada segundo critérios empíricos que, segundo Mara (1997), propõe as eficiências de remoção de DBO em função da temperatura como o quadro e a figura a seguir demonstram.

Código: MD-SAMA-SGA-MA-0001	Data: 12/11/2015
Revisão: 0	Folha: 8 de 16

Assunto:
MEMORIAL DESCRITIVO DA ETE – LAGOA ANAERÓBIA E LAGOA FACULTATIVA AERÓBIA

Quadro 1: Eficiência em remoção de DBO em lagoas anaeróbias, em função da temperatura.

Temperatura média do ar no mês mais frio - T (°C)	Eficiência de remoção de DBO - E (%)
10 a 25	2T + 20
> 25	70

Fonte: Mara (1997)

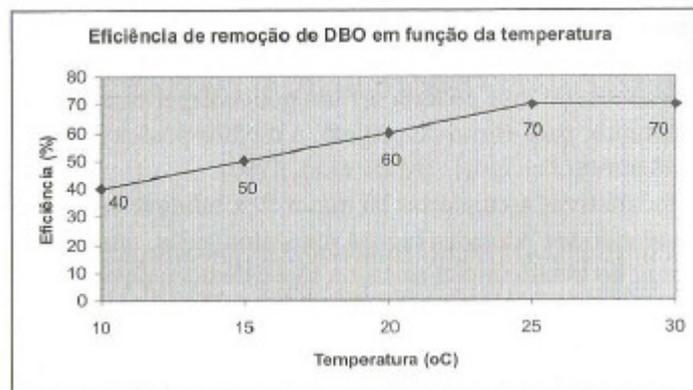


Fig. 1: Relação de eficiência de remoção de DBO em lagoas anaeróbias e a temperatura, segundo Mara (1997).

5.5.1 Memorial de Cálculo

- Volume de Efluente diário para o pico considerando 5.000 habitantes

$$Q = \text{consumo} \times \text{população}$$

$$Q = 150 \times 5.000$$

$$Q = 750.000 \text{ l/dia}$$

$$Q = 750 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Dimensões da Lagoa Anaeróbia

- Medidas superiores:

$$L = 50,50 \text{ m}$$

$$B = 23,40 \text{ m}$$

- Medidas inferiores:

$$l = 14 \text{ m}$$

$$b = 42 \text{ m}$$

- Área Lagoa Anaeróbia

- Área superior:

$$A_m = L \times B$$

$$A_m = 20,50 \times 23,40$$

$$A_m = 1181,7 \text{ m}^2$$

- Área Inferior:

$$A_m = l \times b$$

$$A_m = 14 \times 42$$

$$A_m = 588 \text{ m}^2$$

- Volume da Lagoa Anaeróbia

$$V = \frac{h}{3} * (A + a + \sqrt{A * a})$$

$$V = \frac{5}{3} * (1181,7 + 588 + \sqrt{1181,7 * 588})$$

$$V = 4338,78 \text{ m}^3$$

- Tempo de detenção hidráulica

$$\Theta_h = V/Q$$

$$\Theta_h = 4338,78 / 750$$

$$\Theta_h = 5,78 \text{ dias}$$

- Carga de DBO

$$L = \frac{S_o * Q}{1000}$$

$$L = \frac{500 * 750}{1000}$$

$$L = 375 \text{ kg DBO/dia}$$

- Taxa de aplicação volumétrica

$$V = \frac{L}{L_s}$$

$$L_s = \frac{375}{43338,78}$$

$$L_s = 0,1 \text{ kg DBO / m}^3 \cdot \text{dia}$$

- Estimativa de Remoção de DBO

$$DBO_{efl} = S_o * (1 - E/100)$$

$$DBO_{efl} = 500 * (1 - 70/100)$$

$$DBO_{efl} = 150 \text{ mg/l}$$

5.6 Lagoa facultativa aeróbia

Para a ocorrência de fotossíntese é necessário uma fonte de energia luminosa, neste caso o sol. Por esta razão, locais com elevada radiação solar e baixa nebulosidade são bastante propícios para a implantação de lagoas facultativas.

A fotossíntese, por depender de energia solar, é mais elevada na seção próxima à superfície da lagoa. À medida que se aprofunda, a penetração da luz é menor, o que ocasiona a predominância do consumo de oxigênio (respiração) sobre sua produção (fotossíntese) com a eventual ausência de oxigênio dissolvido a partir de certa profundidade.

Sendo assim, o processo de lagoas facultativas é essencialmente natural, não necessitando de nenhum equipamento. Por esta razão, a estabilização da matéria orgânica se processa de maneira mais lenta, necessitando assim de maiores tempos de detenção

	SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO	Código: MD-SAMA-SGA-MA-0001	Data: 12/11/2015
Assunto: MEMORIAL DESCRITIVO DA ETE – LAGOA ANAERÓBIA E LAGOA FACULTATIVA AERÓBIA		Revisão: 0	Folha: 11 de 16

hidráulica (usualmente superior a 20 dias). A fotossíntese, para que seja efetiva, necessita de grandes áreas para exposição para o melhor aproveitamento da energia solar pelas algas.

O efluente de lagoas facultativas apresenta as seguintes características:

- Cor verde devida às algas;
- Elevado teor de oxigênio dissolvido;
- Sólidos em suspensão, embora praticamente estes não sejam sedimentáveis (as algas praticamente não sedimentam em teste de cone Imhoff).

A lagoa facultativa aeróbia foi projetada com uma profundidade de 1,5 m, promovendo uma boa incidência solar, acarretando uma boa aeração e remoção de patógenos. Esta apresenta um tempo de detenção hidráulica de 25,7 dias, com vazão máxima de 750 m³/dia.

Influência das Condições Ambientais	
Radiação solar	Velocidade da fotossíntese
Temperatura	Velocidade da fotossíntese Taxa de decomposição bacteriana Solubilidade e transferência de gases Condições de mistura
Vento	Condições de mistura Reaeração atmosférica

O processo de tratamento do efluente ocorre devido a fatores climáticos como vento e diferencial de temperatura, sendo este último fator, de extrema importância para a eficiência de remoção de patógenos, pois evita curtos circuitos hidráulicos minimizando zonas estagnas.

	SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO	Código: MD-SAMA-SGA-MA-0001	Data: 12/11/2015
Assunto: MEMORIAL DESCRITIVO DA ETE – LAGOA ANAERÓBIA E LAGOA FACULTATIVA AERÓBIA		Revisão: 0	Folha: 12 de 16

Promovem boa distribuição da DBO, algas e oxigênio por toda a sua área, e para melhorar estes fatores, a lagoa não deverá sofrer nenhum tipo de bloqueio por obstáculos naturais ou artificiais.

5.6.1 Memorial de calculo

- Dimensões da Lagoa Aeróbia

- Medidas Superiores:

$$L = 161 \text{ m}$$

$$B = 82 \text{ m}$$

- Medidas Inferiores:

$$l = 158 \text{ m}$$

$$b = 79 \text{ m}$$

- Área da lagoa facultativa aeróbia

- Área superior

$$A_m = L \times B$$

$$A_m = 161 \times 82$$

$$A_m = 13202 \text{ m}^2$$

- Área Inferior

$$A_m = l \times b$$

$$A_m = 158 \times 79$$

$$A_m = 12482 \text{ m}^2$$

- Volume da Lagoa Facultativa Aeróbia

$$V = \frac{h}{3} * (A + a + \sqrt{A * a})$$

$$V = \frac{1,5}{3} * (13202 + 12482 + \sqrt{13202 * 12482})$$

$$V = 19274,1 \text{ m}^3$$

- Tempo de detenção hidráulica

$$\Theta_h = V/Q$$

$$\Theta_h = 19274,1 / 750$$

$$\Theta_h = 25,69 \text{ dias}$$

- Eficiência de remoção de DBO mistura completa
- Número de Dispersão (d)

$$d = 1 / \left(\frac{L}{B} \right)$$

$$d = 1 / \left(\frac{161}{82} \right)$$

$$d = 0,5$$

- Regularizando o valor de Kt

$$L_s = 350 * (1,107 - 0,002 * T_m)^{(T_m - 25)}$$

$$L_s = 350 * (1,107 - 0,02 * 27)^{(27 - 25)}$$

$$L_s = 388,1 \text{ kg DBO/há.dia}$$

$$k_{20} = 0,091 + 2,05 * 10^{-4} * L_s$$

$$k_{20} = 0,091 + 2,05 * 10^{-4} * 388,1$$

$$k_{20} = 0,17 - d$$

$$k_t = k_{20} * \theta^{(T_m - 20)}$$

$$k_t = 0,17 * 1,05^{(27 - 20)}$$

$$kt = 0,24 - d$$

- Cálculo de a

$$a = \sqrt{(1 + 4 * kt * d)}$$

$$a = \sqrt{(1 + 4 * 0,24 * 0,5)}$$

$$a = 3,5$$

- Eficiência estima para remoção de DBO

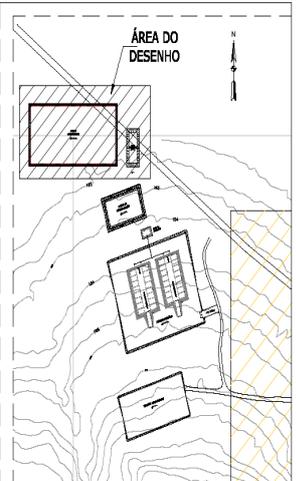
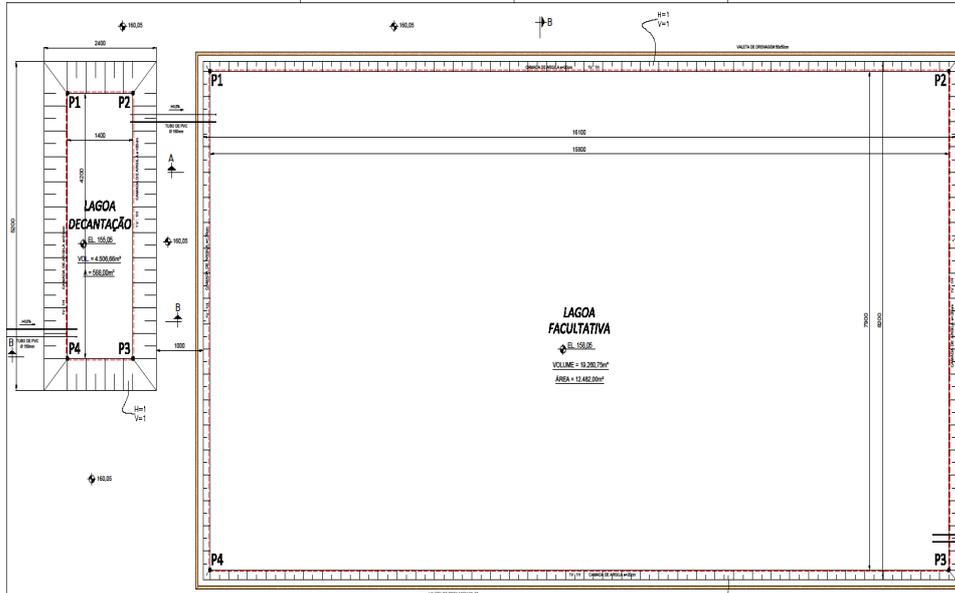
$$S = S_o * \frac{4ae^{\left(\frac{1}{2d}\right)}}{(1+a)^2 e^{\left(\frac{4}{2d}\right)} - (1-a)^2 e^{\left(-\frac{a}{2d}\right)}}$$

$$S = 23,9 \text{ mg/l}$$

"TODO DOCUMENTO É DINÂMICO E SUJEITO A REVISÕES".

Sugestões e comentários que contribuam para o seu aprimoramento devem ser encaminhadas à Coordenação Técnica e Coordenação do Setor de QSMS - Obra.

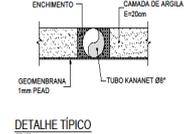
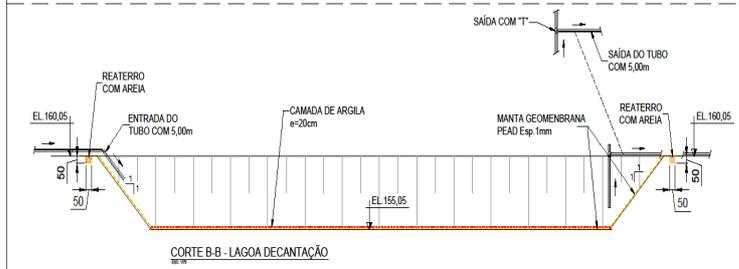
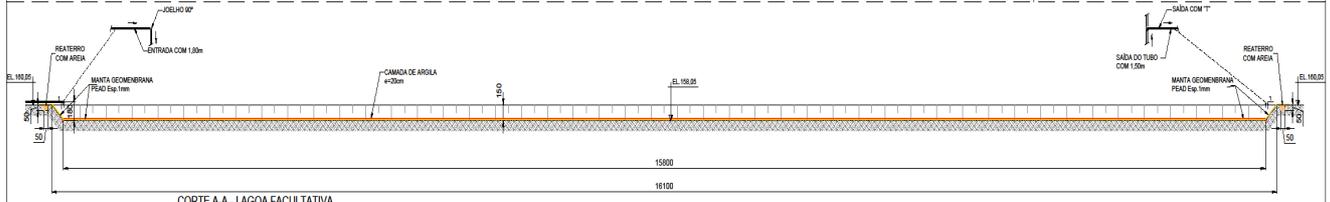
6 ANEXO 1



RELAÇÃO DE MATERIAIS PARA AS LAGOAS DE DECANTAÇÃO E FACULTATIVA

QUANTIDADE	UNIDADE	DESCRIÇÃO
01	100,00	M³
02	2.000,00	M²

PLANTA - LAGOA DE DECANTAÇÃO / LAGOA FACULTATIVA



LAGOA DECANTAÇÃO		LAGOA FACULTATIVA	
PONTO	COORDENADAS	PONTO	COORDENADAS
P1	N=4987462,727 E=498116,329	P1	N=4987465,903 E=498078,32
P2	N=4987462,727 E=498102,992	P2	N=4987465,903 E=498200,32
P3	N=4987504,727 E=498102,992	P3	N=4987546,903 E=498200,32
P4	N=4987504,727 E=498116,329	P4	N=4987546,903 E=498078,32

DESCRIÇÃO DE OBRAS	QUANTIDADE	UNIDADE	DESCRIÇÃO
1	1	ADICIONADO OBTAS EXTERNAS LAGOA	1211010
2	5	SMERÇÃO MICAL	8580210

DESENHOS DE REFERÊNCIA
1- BARRAGEM DE RECALQUE DO CANAL DE RECALQUE
2- BARRAGEM DO PULO ANAERÓBIO (SAMA) - P. 0001

NOTAS
1- TODAS AS MEDIDAS SÃO EM CENTÍMETROS E AS UNIDADES EM METROS CASO CONTRÁRIO INDICAR

- USE EPIs (CAPACETE, BOTAS, LUVA, ETC.)
- MANTENHA O LOCAL DE TRABALHO LIMPO E ORGANIZADO.
- NÃO SE ARRISQUE, USE O CINTO DE SEGURANÇA.
- OBEDIÇA A SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA E VIDA.

CANTONEIRO DE OBRAS
LAGOA DE DECANTAÇÃO / LAGOA FACULTATIVA - ETE
PLANTAS, CORTES, DETALHE E LOCAÇÃO