

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO COM IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO ECOLÓGICA DE ESGOTO NO BAIRRO NOVO ALEIXO EM MANAUS/AM

Adalberto Miranda Sousa, Estudante de Engenharia Civil, Centro Universitário do Norte – UNINORTE, Manaus/AM

Mauro Frank Oguino Coelho, Orientador no Centro Universitário do Norte – UNINORTE, Manaus/AM

RESUMO

Com tantos problemas ambientais que os efluentes sem tratamento podem causar nos cursos d'água, existem algumas alternativas que amenizam os impactos causados pelo despejo de esgotos domésticos. Os sistemas de tratamento de esgoto sanitário são ações preventivas que visam reduzir e acabar com as cargas poluidoras existentes nas águas residuais. Diante disso, este trabalho apresenta uma unidade de tratamento ecológico de esgoto doméstico em uma quadra do bairro novo Aleixo, localizado no município de Manaus. Serão apresentadas as etapas da execução do sistema de esgotamento sanitário os cálculos de dimensionamento da vazão e do um reator anaeróbio com fluxo ascendente em combinação com uma sequência de filtros zona de raiz, as chamadas wetlands. A opção por este sistema se deu devido à sua simplicidade e a não necessidade de manutenção constante, sendo eficiente e estando em conformidade com a legislação ambiental. Após o efluente ser tratado pelo sistema e passar por análise laboratorial, o mesmo será lançado no igarapé do Mindu, como forma de disposição final. Este estudo visa demonstrar que as estações

tratamento de ecológicas de esgoto doméstico servem como alternativa de saneamento em locais onde não existe uma rede coletiva de coleta e tratamento de esgotos. O sistema de tratamento de esgoto terá prazo de um mês para execução e custara R\$ 376.655,46.

Palavras-chave: Rede de esgoto, Estação de tratamento de esgoto ecológico, Saneamento, Reator Anaeróbio, wetlands.

ABSTRACT

With so many environmental problems that untreated effluents can cause in the waterways, there are some alternatives that ease the impacts caused by the discharge of domestic sewage. Sanitary sewage treatment systems are preventive actions aimed at reducing and eliminating polluting loads in wastewater. Therefore, this work presents a unit of ecological treatment of domestic sewage in a block of the new neighborhood Aleixo, located in the municipality of Manaus. The stages of the execution of the sewage system will be presented, the flow dimensioning calculations and an upflow anaerobic reactor in combination with a sequence of root zone filters, the so-called wetlands. The option for this system was due to its simplicity and the need for constant maintenance, being efficient and in compliance with environmental legislation. After the effluent is treated by the system and passed by laboratory analysis, the same will be released in the igarapé of Mindu, as a form of final disposal. This study aims to demonstrate that the treatment stations of domestic sewage serve as an alternative to sanitation in places where there is no collective network for collection and treatment of sewage. The sewage treatment system will have a term of one month for execution and cost R \$ 376,655.46.

Key words: Sewage network, Ecological sewage treatment plant, Sanitation, Anaerobic reactor, wetlands

APRESENTAÇÃO

Segundo Martins (2003), mais de 120.000 km³ de água no mundo já se encontram com contaminações. Se esse ritmo de contaminação continuar, no ano de 2050 esse número poderá chegar a 180.000 km³, causando problemas à biodiversidade e à sociedade. O lançamento dos efluentes domésticos sem o devido tratamento representa a maior fonte poluidora dos corpos d'água. Mota (2006), cita que há uma má distribuição e perdas muito grandes de água e uma grande degradação dos recursos hídricos, principalmente causada por ações humanas. Com o aumento da população, o consumo de água tende a crescer cada vez mais, alterando, assim, a qualidade da mesma.

Desta forma, haverá uma modificação nas características da água, tornando-a imprópria para o consumo humano e outras atividades que dependam de água potável. A poluição, em função do lançamento dos efluentes domésticos, aumenta a eutrofização dos rios e igarapés, devida à grande quantidade de matéria orgânica depositada pelos efluentes decorrentes de atividades humanas. Com o aumento dos sais minerais ocorre à diminuição da transparência da água e, em função disso, a fotossíntese que é de grande importância para estes microrganismos não é realizada.

Os problemas ambientais que esses efluentes podem causar nos cursos d'água, existem algumas alternativas que diminuem os impactos causados pelo despejo de esgoto doméstico, ações preventivas que visam reduzir e acabar com as cargas poluidoras existentes, por meio da implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos domésticos. No Brasil existem várias técnicas, algumas mais sofisticadas e outras mais simples e economicamente viáveis e eficientes.

Com a carência de um sistema de coleta de esgoto pública, a população se sujeita a construção de fossas sépticas em suas residências, e em muitos casos há infiltração, provocando a poluição do lençol freático, alterando, assim, as qualidades físicas, químicas e biológicas da água.

Os sistemas de tratamento individuais têm sido muito utilizados nas áreas rurais como uma solução local, mas devido à falta de captação de esgoto doméstico na zona urbana tornou-se uma alternativa de tratamento eficiente e de baixo custo. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a implantação de um sistema de tratamento ecológica de esgoto em uma quadra, localizado no município de Manaus.

Devido ao fato de o bairro do novo Aleixo, onde não apresentar rede coletora de esgoto e, conforme as informações repassadas pelo proprietário, à baixa profundidade do lençol freático no local, o sistema proposto é uma alternativa de tratamento para o esgoto gerado atendendo a demanda do local de acordo com as exigências legais. A proposta do tratamento foi constituída sistema de tratamento ecológico de esgoto com um reator anaeróbico de fluxo ascendente seguida por um *wetland* como unidade de disposição final do efluente. Optou-se por este sistema devido à sua simplicidade e de não necessitar de manutenção constante, sendo eficiente, estando conforme a legislação ambiental. Após o efluente ser tratado pelo sistema, o mesmo será lançado em um afluente do do igarapé do mindu, como forma de disposição final.

1 LOCALIZAÇÃO DA AREA DE ESTUDO

O local fica localizado na Zona Norte do município de Manaus, no bairro Novo Aleixo próximo ao igarapé do Mindu Com latitude: 3°03'45.88"S e longitude: 59°57'36.5"W. sendo seu projeto composto por 64 casas com uma média de 03 quartos e 4 pessoas por casa. Ao todo, calculou-se que as instalações do sistema de esgotamento sanitário para abriguem aproximadamente 280 pessoas

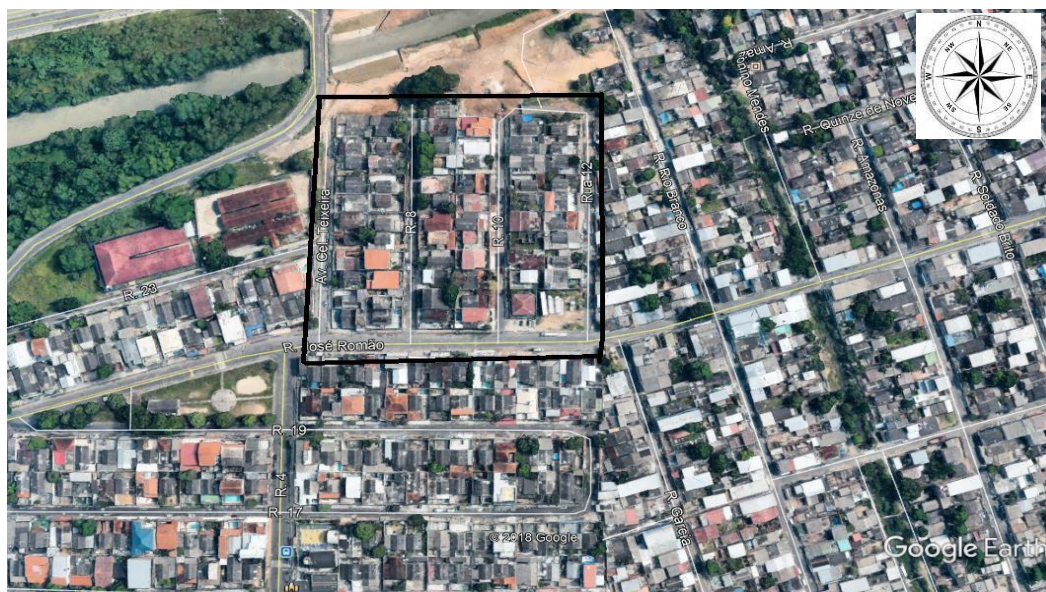


Figura 1 : Localização da Área do Projeto. Fonte: Google Earth, 2016



Figura 2: Identificação das ruas da área do projeto. Fonte: Google Earth, 2016.

2 OBJETIVO DO PROJETO

Planejar a implantação de um sistema de tratamento ecológico de esgoto com reator anaeróbico com fluxo ascendente em combinação com uma sequência de filtros zona de raiz (*wetlands*), numa quadra do bairro Novo s, zona norte de Manaus.

3 METODOLOGIA

3.1 Esgotos Sanitários

Figura 3: Esquemática do esgoto doméstico. Fonte: Campos, 2003.

De acordo com a ABNT NBR 9648, o esgoto doméstico é o despejo líquido que resulta da utilização da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas. É constituído de matéria orgânica e inorgânica. Os principais constituintes orgânicos são: proteínas, açúcares, óleos e gorduras, microorganismos, sais orgânicos e componentes dos produtos saneantes (VON SPERLING, 1996).

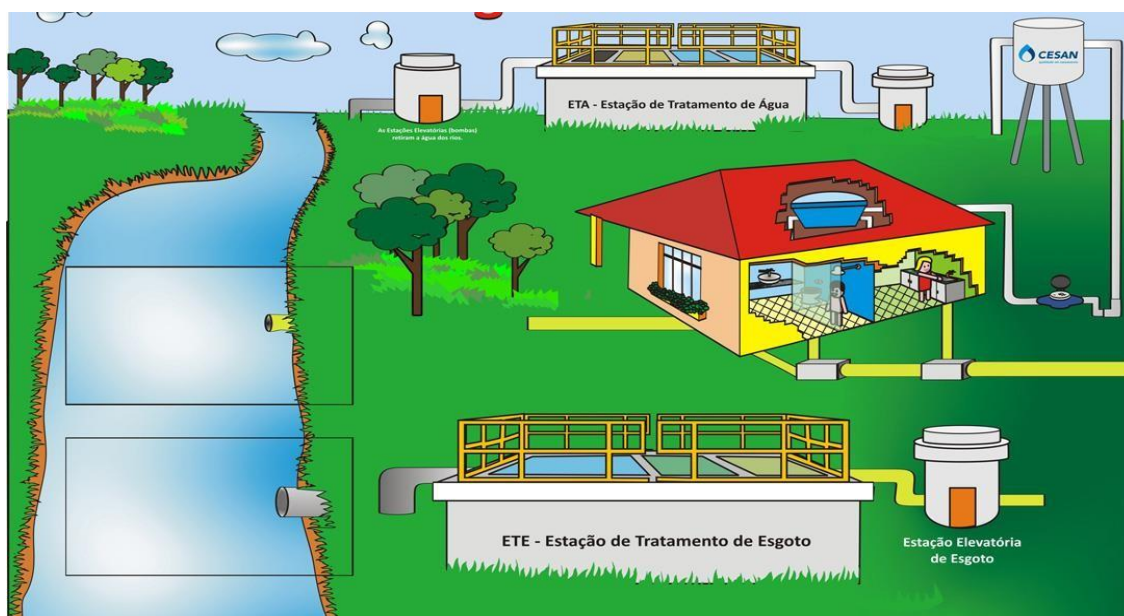


Figura 3: Esquemática do esgoto doméstico. Fonte: Campos, 2003.

Com a situação insatisfatória dos serviços de saneamento básico no Brasil oferecidos à população, com ênfase no esgotamento sanitário, são inúmeras as chances de a população ser contaminada com a utilização de água de poços ou rios, próximos dos bairros ou comunidades devido à inexistência do tratamento satisfatório aos despejos. O esgoto gerado assim sendo gerado doenças devido à tal contaminação.

Segundo Nuvolari et al. (2003), o destino do esgoto na maioria das vezes são as coleções de água natural, cursos d'água, lagos ou mesmo o oceano, mas também

pode ser o solo convenientemente preparado para receber a descarga de efluente do sistema.

Para prevenção de tais mal causada pelo não tratamento do esgoto sanitário deve ser implantado programas, leis ou projetos que vão desde a concepção de projetos de sistema de esgotamento sanitário com estação de tratamento para minoração dos danos causados a natureza e as pessoas, à educação sanitária da comunidade a fim de conscientizar do despejo correto e de acordo com a legislação local vigente e projeto executado.

3.2 Esgotamentos Sanitário Condominial

O sistema de esgoto condominial e um sistema aonde cada casa passa para uma canalização em comum andes de ser conduzida a rede pública ou sua própria estação de tratamento que e, mais comum em cidade que não existe sistema de esgoto apropriado.

Como mencionado por Rissoli (2011), no sistema condominial, ao contrário do sistema Convencional, a ligação deixa de ser individual e passa a ser coletiva, ou seja, o condomínio faz uma ligação ao sistema público de coleta (Rede Pública). Assim, a coleta, em cada condomínio, se realiza através do chamado Ramal Condominial.

Uma vez que cada condomínio tem sua própria rede, o ramal condominial, a Rede Pública é a parte coletiva do sistema de coleta. Essa rede não passa mais por todas as ruas para receber as ligações, como a rede convencional, bastando apenas tangenciar os condomínios, passando, sempre, na face mais baixa do mesmo, ou seja, no ponto de concentração do escoamento natural das águas, de modo a ofertar a melhor condição de ligação ao Ramal Condominial. Com isso, sua extensão é bastante reduzida e dificilmente ultrapassa um terço da extensão que teria uma rede convencional equivalente. A Figura 1, a seguir, ilustra a diferença entre a concepção da Rede Coletora Pública no Sistema Condominial e no Sistema Convencional:

Figura 1 – Comparativo entre ligações no sistema convencional e no sistema condominial Fonte: Rissoli (2011)

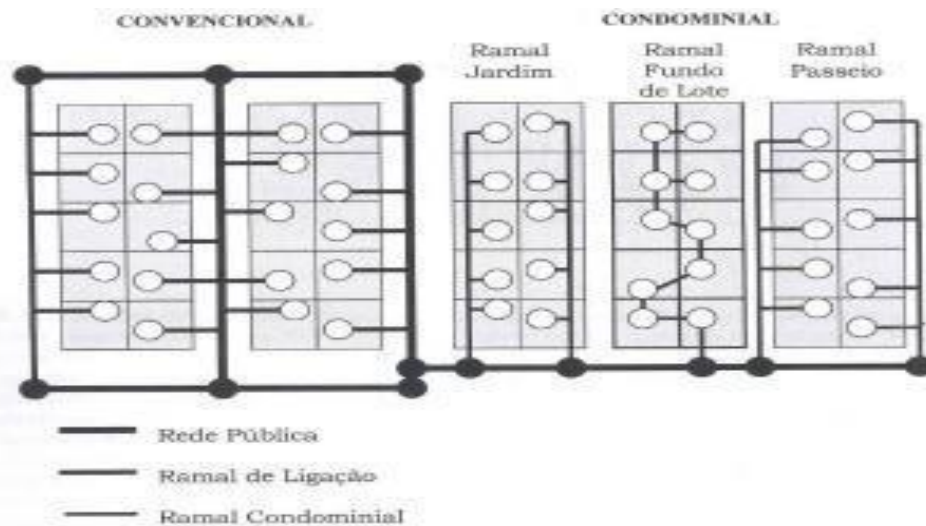


Figura 4: Rede condominial de Esgoto. Fonte: Nazareth, 1998

A adoção de um Sistema de Esgotos Condominiais (ou em co- propriedade) requer um conjunto de ações que possibilitem a mobilização, a educação, a organização e participação da população, demandando, também, o envolvimento do setor público, dos concessionários e da comunidade em novas formas de gestão e manutenção dos equipamentos (IBAM, 2008).

3.3 Memorial descritivo

3.3.1 Serviços Preliminares

Antes dos inícios da rede de esgoto devemos verificar em todos os aspectos técnicos, econômico e de segurança e fazer a verificação de todos esses aspectos como uso de um checklist com isso evitando transtorno após o início da execução que pode gerar custos não orçados.

3.3.2 Locação das Valas

Na implantação de novos empreendimentos as redes de coleta de esgoto e umas das primeiras obras a ser feitas ficando atrás somente da implantação do canteiro e da limpeza do terreno, levando em consideração isso a marcação dos eixos das valas por onde serão executadas as redes de coletas, seja o mais preciso possível, por isso a necessidade de topográfico para locação das valas para evitar que a rede fique

fora do seu alimento e invadindo terrenos ou sobrepondo as demais redes que virão a ser executadas.

Durante a locação da vala é necessário que o topógrafo estaqueie o local onde haverá o Poço de Visita (PV) e deixe marcado na estaca a sua profundidade de assentamento para que não seja esquecida pelos empreiteiros a execução de nenhum PV. Segundo Nuvolari (2011) é necessária à execução do nivelamento do terreno situado no eixo da vala para confirmar as cotas apresentadas no projeto já que a tubulação funciona por gravidade e uma discrepância nas cotas do terreno pode acarretar no mau funcionamento da rede.

A NBR 12266 (ABNT, 1992) trata da execução de valas apresentando as condições ideais para a locação das valas:

- (i) Em redes de água e esgoto que ficam situadas nas vias as mesmas devem ficar distantes no mínimo 1,00 m, sendo necessária a colocação da rede de água no mínimo de 0,20 m acima da rede coletora de esgoto;
- (ii) Quando executadas no passeio a distância mínima em entre a rede de água e esgoto é de 0,60 m, sendo necessária a colocação da rede de água no mínimo de 0,20 m a cima da rede coletora de esgoto;
- (iii) A distância mínima da rede de água para com a divisa do lote deve ser de 0,50 m;
- (iv) A distância mínima da rede de esgoto para a divisa do lote deve ser de 0,80 m

3.3.3 Escavação

A rede de coleta de esgoto deve ser executada da parte inferior do sistema para parte superior da ligação da estação de tratamento de esgoto pois uma vez feito a parte inferior, pois não é preciso o termino de toda a rede de esgoto para começar a utilização. Após a locação das valas feita pelo topográfico tem início a retirada de material do solo com o auxílio do operado do maquinário para executar a escavação, a marcação da vala para execução da escavação pode se feita com cal ou areia da forma que fique mais visível para operadore no casos do PV será feita uma bola na sua marcação. segundo NUVOLARI 2011), as regiões de implantação de PVs devem ser executadas a escavação de um quadrado de 2,20 x 2,20 m e para Tubo de Inspeção e Limpeza (TIL) 1,60 x 1,60 m, dependendo das dimensões do TIL é necessário somar o diâmetro com uma folga de 0,30 m de ambos os lados permitindo

assim o assentamento. Para os Tubo de Limpeza (TLs) e Caixas de Passagem (CPs) não há a necessidade de alagamento da vala.

NUVOLARI (2011) apresenta a especificação do maquinário a ser utilizado na abertura das valas, maquinário esse que trás um custo menor na implantação de redes quando se comparados com os métodos utilizados para a escavação subterrânea:

(i) Retroescavadeiras: valas com até 2,50 m de profundidade; (ii) Escavadeiras hidráulicas: valas com até 5,00 ou 6,00 m de profundidade; (iii) Drag-lines: raspagem de terrenos pouco estáveis.

Em relação à largura adotada para a escavação da vala a NBR 14486 (ABNT, 2000) especifica que:

- (i) Valas com até 1,50 m de profundidade a largura deverá ser de 0,60 m;
- (ii) Valas com profundidades superiores a 1,50 m deverão ter largura de 0,80 m.

Observações:

1. A NBR 9814 (ABNT, 1987) no item 5.3 diz que na região da escavação em áreas povoadas é necessário acrescentar 0,20 m de ambos os lados da vala até ultrapassar a espessura do pavimento para o leito carroçável e de 0,05 m para a região dos passeios a fim de evitar que partes fraturadas do pavimento se soltem e venham a atingir os operários.

2. Caso o solo da região escavada apresente uma qualidade insatisfatória o mesmo deve ser removido o mais brevemente possível do entorno da vala, se o mesmo for utilizado para o entupimento deve ser alocado com no mínimo 0,60 m de distância da borda da escavação (NUVOLARI, 2011).

3. Durante as escavações é de grande importância realizar a sinalização ao redor da vala, pois pedestres e até mesmo máquinas da obra podem cair dentro da vala, conforme cavalete de sinalização apresentado na NBR 12266 (ABNT, 1992).

3.3.4 Contenção

Durante a execução do projeto é importante notar quando a profundidade da tubulação bem como para o tipo de solo existente no local pois pode ocorrer a necessidade de escoramento laterais das valas A Norma Regulamentadora 18 (NR-18), Brasil (1978), no item 18.6, refere-se às recomendações no que diz respeito à segurança dos trabalhadores dentro das valas. Em escavações com

profundidades superiores a 1,25 m, devem ser executadas obrigatoriamente contenções laterais em solos com baixa estabilidade.

Observações segundo a SANEPAR (2012):

1. Para escavação mecânica escoramento pode ser executado com uma distância máxima de 2,00 m do último trecho executado.

2. As escoras só devem ser retiradas durante o reaterro da vala, caso não seja possível à retirada da contenção a mesma deve ser desfeita 0,90 m do nível final do terreno. A NBR 9814 (ABNT, 1987), no item 5.5 apresenta os tipos de escoramentos permitidos para a execução do escoramento sendo os quatro tipos de escoramentos a seguir os mais executados: (i) Pontaleteamento; (ii) Escoramento descontínuo; (iii) Escoramento contínuo e (iv) Escoramento especial. (i) Pontaleteamento – é colocado um par de pranchas de madeira distantes no máximo ,35 m entre eixo das pranchas, travando-as com estroncas de madeira devem ficar espaçadas verticalmente em até 1,00 m, devendo a mais profunda ficar distante 0,50 m do fundo da vala e a mais superior ficar a 0,20 m abaixo do terreno natural.(ii) Escoramento Descontínuo – os pares de pranchas de madeira são colocados distantes no máximo 0,60 m entre eixos das pranchas, sendo apoiados por longarinas horizontais, travadas por estroncas espaçadas no máximo 1,35 m salvo as extremidades que a estronca deve ser posicionada a 0,40 m. As estroncas de madeira devem ficar espaçadas verticalmente em até 1,00 m, devendo a mais profunda ficar distante 0,50 m do fundo da vala e a mais superior ficar a 0,20 m abaixo do terreno natural.

(iii) Escoramento Contínuo – as chapas são justapostas, verticalmente, de modo que revista toda a parede da vala sendo apoiadas por longarinas horizontais, travadas por estroncas espaçadas no máximo 1,35 m salvo as extremidades que a estronca deve ser posicionada a 0,40m. As estroncas de madeira devem ficar espaçadas verticalmente em até 1,00 m, devendo a mais profunda ficar distante 0,50 m do fundo da vala e a mais superior ficar a 0,20m abaixo do terreno natural.

(iv) Escoramento Especial – a chapa de madeira utilizada dispõe de cavas macho-êmea revestindo toda a parede da vala sendo apoiadas por longarinas horizontais, travadas por estroncas espaçadas no máximo 1,35m salvo as extremidades que a estronca deve ser posicionada a 0,40m.As estroncas de madeira distante verticalmente 1,00 m entre si, devendo ser a mais inferior ser instalada com no

máximo 0,50 m do fundo da cava e a mais superior ficar a 0,20m abaixo do terreno natural.

Observações:

1. A ficha dos escoramentos deve ser executada com 7/10 da largura da vala ou no mínimo 0,5 m, NBR 9814 (ABNT, 1987)
2. As estroncas devem ser feitas com madeiras bastante rígidas, tais como peroba sucupira, caso seja adotado o uso de estroncas em eucalipto o diâmetro mínimo deve ser de 0,20m, NBR 9814 (ABNT/ 1987).
3. O escoramento não deve ser retirado antes que o enchimento da cava alcance 0,60 m a cima do coletor ou 1,50 m abaixo da superfície, NBR 9814 (ABNT/ 1987).
4. O tipo de escoramento deve ser adotado levando-se em conta a profundidade escavada: (i) até 2,00 m de profundidade, (ii) até 3,00 m de profundidade, (iii) até 4,00 m de profundidade e (iv) profundidades superiores a 4,00 m (NUVOLARI, 2011)

3.3.5 Regularização do Fundo da Vala

Depois da escavação e contenção da vala iniciamos a regularização da vala no treco aonde a rede será implantada e esse processo é uns dos mais importantes pois garante um bom escoamento da rede e a regularização tem que respeitar a declividade do terreno e projeto. O método mais utilizado tanto para proceder à escavação quanto para regularização da vala e posterior assentamento dos condutos é o cruzetamento. A técnica consiste no transporte da declividade do fundo da vala para a linha de visada do operário que acompanha o nivelamento fora da vala, através de réguas fixadas em dois pontos conhecidos da rede (NUVOLARI, 2011)

3.3.6 Base Para Assentamento

As bases para o assentamento dos tubos são apresentadas com quatro exemplos, a seguir:

Direto – A tubulação é assentada diretamente no solo, desde que o terreno apresente uma capacidade de suporte satisfatória e o N.A. esteja abaixo do conduto.

Lastro de Brita – Deve ser utilizado quando o solo no fundo da cava é de boa qualidade só que o nível d'água é alto. Executar o lastro de brita no fundo a fim de

formar um colchão drenante, camada de brita deve ser composta por brita 3 e 4 (ABNT, 1987).

Laje – É adotada quando o terreno na região da obra é inconsistente e não apresenta capacidade de suporte, para sua execução, sendo necessário remover o terreno ruim se possível e executá-la em solo de melhor qualidade. Caso não seja possível para a região, a laje deve ser assentada sobre estacas cravadas até que se encontre solo resistente, abaixo da laje são executados um lastro de concreto magro e um colchão de pedra britada (NUVOLARI, 2011)

Lastro de Areia – É adotado quando o fundo da vala fica situado em regiões rochosas, sendo executado afim de não permitir que a tubulação fique em contato direto com a rocha, NBR 9814 (ABNT, 1987). Observação: 1. Para todos os berços é necessário fazer um rebaixo na base de assentamento na região da bolsa.

3.3.7 Execução da Rede

A execução da rede tem que ser executada mais breve possível pois a regularização da base e um pouco demorada e pode causar transtornos nas vias urbanas. A NBR 9814 (ABNT, 1987) no item 5.7 apresenta as precauções necessárias para proceder à instalação dos tubos:

- Tubos devem ser vistoriados antes da colocação na rede;
- A rede deve ser instalada de jusante para montante e a bolsa do tubo deve ficar direcionada para montante;
- Deve ser feita a limpeza tanto de ponta quanto de bolsa a fim de garantir a estanqueidade da ligação. É necessária atenção especial para com as juntas empregadas na ligação entre tubos ou e conexões, pois a tubulação não deve apresentar vazamento. Para verificar a estanqueidade da tubulação se pode proceder ao teste de fumaça, esse teste consiste em obstruir as extremidades da tubulação no trecho em execução e injetar fumaça observando possíveis falhas nas juntas (NUVOLARI, 2011).

Observação:

1. Durante a instalação da tubulação é necessário proceder ao cruzetamento da tubulação a fim de respeitar a declividade da rede.

3.3.8 Instalações de Acessórios

A instalação dos acessórios como PV's e CP's podem ser executados manualmente ou com auxílio de máquinas.

Poço de Visita (PV) e Caixa de Passagem (CP) - Pode ser executado em blocos de concreto ou barro, devidamente rebocados por dentro e por fora, tendo no seu interior o reboco tipo "cimento queimado" (SANEPAR, 2012). A laje de fundo pode ser armada ou não, devendo dispor de canaletas para caminhamento da água, PVs com profundidades de até 2,50 m do greide deve ser executado somente a câmara de trabalho, ficando necessária a execução de chaminé apenas para profundidades superiores NBR 9814(ABNT, 1987).

- Tubo de Inspeção e Limpeza (TIL) – Esse aparelho é instalado em substituição ao PV convencional. É necessária a execução de PVs quando houver uma grande sequência de TILs para que seja possível a visita da rede, já que o TIL é um órgão acessório não visitável (SANEPAR, 2012). O aparelho dispõe de cinco entradas distribuídas radialmente e uma única saída, contudo são permitidas apenas três contribuições por TIL se necessário for à execução de um PV convencional, o instalador deverá abrir as entradas que serão utilizadas dependendo do sentido que os afluentes chegam ao TIL .
- Poço de Visita (PV) Plástico – Esse aparelho é instalado em substituição ao PV convencional, tendo como vantagem principal quando se comparado ao TIL o fato de possibilitar a visita da rede, como no TIL a instalação é mais rápida quando comparado ao PV convencional. O aparelho dispõe de cinco entradas distribuídas radialmente e uma única saída, o instalador deverá abrir as entradas que serão utilizadas dependendo do sentido que os afluentes chegam ao TIL.
- Tubo de Limpeza (TL) – É instalado no início da rede tendo como função básica auxiliar a execução da limpeza no trecho da rede entre ele e o primeiro PV, sua execução é realizada com material e diâmetro iguais aos da rede no trecho. É recomendável a colocação de uma curva de raio longo na mudança da direção dos mesmos, pois facilita na introdução de ferramentas para a limpeza. Na região onde se situa a curva no TL deve ser colocada uma camada de areia média.

Observações:

1. É imprescindível o acompanhamento da execução dos PVs em alvenaria, pois os executores do serviço podem acabar não queimando o reboco no interior do PV e nem rebocando do lado de fora.
2. A instalação do TIL deve ser feita sobre uma base de 0,10 m de areia, pois a peça vem com quatro pés estabilizadores que são frágeis quebrando facilmente (SANEPAR, 2012), se o TIL for descarregado de qualquer modo do caminhão ou colocado de uma forma inadequada no fundo da vala algum desses pés pode se quebrar e abrir buracos no fundo causando vazamentos.
3. Para PVs em polietileno é necessário tomar os mesmos cuidados que são aplicados aos TILs e as linhas de tubo, já que o órgão acessório é feito de plástico sendo frágeis.
4. Antes da colocação do tampão do TIL nivelado com o greide da pista o mesmo deve ficar posicionado o mais profundo possível, pois a compactação da base poderá danificar o mesmo.
5. Após a execução dos órgãos acessórios, situados no leito carroçável, é necessário realizar a cravação de uma estaca em local que não acorrerá o risco de ser derrubada e marcar a distância do PV para aquele ponto com o intuito de minimizar os estragos causados quando o maquinário for localizar o PV para nivelá-lo com a rua/passeio.

3.3.9 Aterro da Vala

Para o reaterro da vala e uma vistoria minuciosa em todos os aspectos ao fim de verificar a qualidade da rede executada e para retirada de pedra, torrões e raízes que possa no futuro danificar a rede. A camada inicial do aterro que envolverá o conduto deve apresentar uma camada de 0,30 m, devendo ser compactada manualmente sem o uso de força excessiva, as demais camadas devem ter espessura de 0,20 m sendo compactadas mecanicamente ou manualmente desde que vigorosamente a fim de atingir grau de compactação próximo ao do solo vizinho (NBR 9814, ABNT, 1987).

Em situações onde o solo existente seja areia, para se realizar a compactação da mesma, uma vez que a coesão do material é nula, se deve proceder ao adensamento do material, colocando um grande volume de água no trecho até saturar a areia e posteriormente vibrá-la com placa vibratória ou vibrador de agulha,

até que os grãos se acomodem (NUVOLARI, 2011). Apresenta a sequência adotada para a retirada do escoramento das paredes laterais do solo, que só deve ser iniciada após o reaterro da vala, para isso é necessário proceder ao reaterro até o nível da primeira estronca (estronca mais próxima ao fundo da vala), retirando a estronca e a longarina dependendo do tipo de escoramento adotado, tal processo deve ser executado até o nível desejado, as pranchas verticais só serão retiradas no término do reaterro.

Observação:

1. No momento de o aterramento atentar para que não ocorra o entupimento da vala, em função da movimentação das máquinas ou falta de atenção dos operários, não respeitando o estabelecido pela norma.

3.3.10 Estação de Tratamento de Esgoto Ecológica

Os sistemas de tratamento serão constituídos por uma estação de tratamento através de processo ecológico de efluente sanitário-ETEE. A ETEE servirá aos moradores e funcionários de acordo com a rede de esgotamento sanitário de projeto.

A estação terá um sistema de entrada, pre-tratamento e tratamento primário, constituída por uma caixa com gradeamento e desarenação dotada por injeção cíclica de alta eficiência, juto com biodigestor com chicana específico para vazão da rede de coleta.

A condição básica e termos os parâmetros do efluente enquadrados nos requisitos legais (Resolução Conama 375/2005, Resolução Conama 430/2011, Resolução Manaus/AM- Condema 131/2006, Portaria Manuas/AM-SEMMA 11/2007 e Lei municipal Manaus/AM -1.192 de 31.12.207 – “Pro-Águas”) e farão parte integrante de sua estrutura.

Uma caixa desarenadora e gradeamento (Pré-tratamento)

Um digestor anaeróbio com chicana (Tratamento Primário)

Mínimo de três filtros de raiz (Tratamento secundário)

Um ou dois elementos para desinfecção solar (Desinfecção)

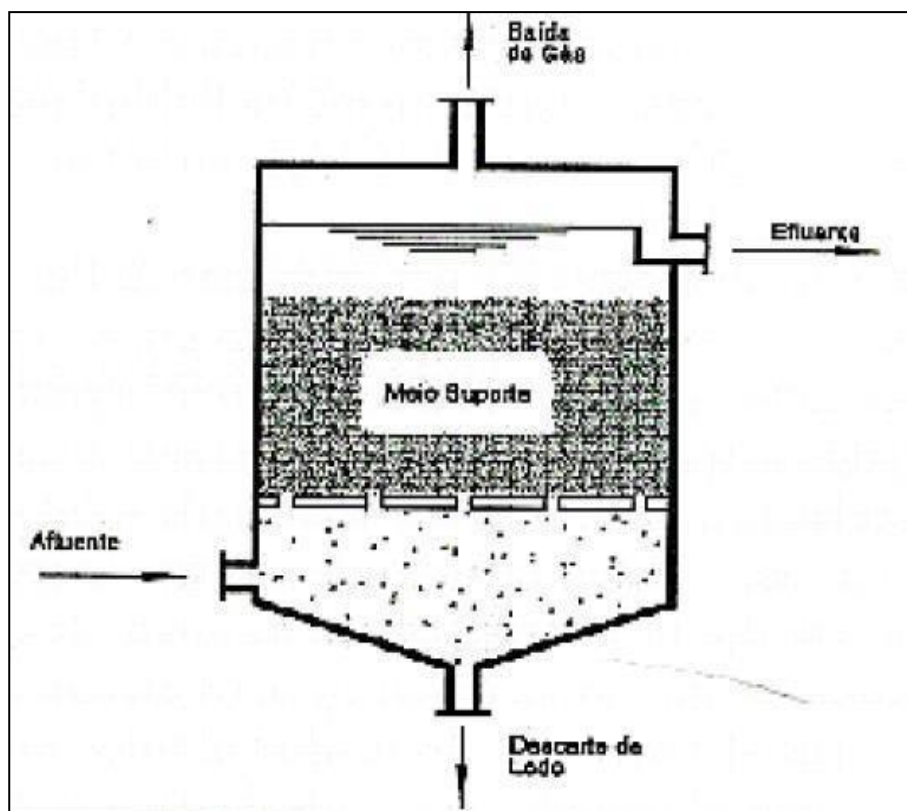


Figura 5: Filtro Anaeróbico de fluxo ascendente Fonte: Chernicharo (1997)

As valas serão escavadas ou montadas (Rip-Rap) em até 3,0m de profundidade e serão executadas com movimentação de terra manual (eventualmente mecânica), com precisão e forma artesanal, para adaptação e montagem dos diversos elementos de processo do STEE, podendo utilizar-se de solo-cimento acondicionado, em função das dificuldades geotécnicas locais. Para proteção do meio ambiente, o sistema é isolado de geomembrana especial para esgoto, com espessura compatível para cada função, cada elemento de impermeabilização será para revestimento dos tanques de processamento do efluente, formando de contaminação ambiental, bem como do aquífero.

A ancoragem do geotêxtil será confeccionada na obra, e servirá para fixação da geomembrana, fixando suas bordas e garantindo condições ideais de trabalho para a construção e operação dos tanques de processo. Faz parte do escopo, o fornecimento e montagem de parede de contato e filtragem(septo) e cortina da chicana, através da elaboração de elementos especiais, com a função de separar o compartimento de reação em fluxo laminar e ionizar e corrigir o nível catiônico bivalente, na passagem do tanque de tratamento anaeróbico. O fornecimento e

montagem de cortina anti-escuma será através da fabricação de septo em material sintético e, sua montagem próxima ao teto do tanque anaeróbio, para retenção da espuma, para garantir a manutenção e o processo da depuração anaeróbia.

Será montado caixa de retenção de sólidos, tipo 500 L que trabalhará com peneira com fluxo circular em caixa de miolo de 150 L, inserido na caixa anteriormente descrita. As janelas com a função de reter sólidos grosseiros, de tamanhos superiores a 20mm, deverão ser retirados periodicamente por manutenção preventiva. Para o complemento ajustes bioquímicos serão aplicados, elementos de correção biotecnológica, que serão preparados com substrato mineral ou resíduos sólidos adequados, com carga iônica compatível e ensacados, sendo dispostos nos tanques de processamento de efluente sanitário, a fim de estimular a atividade microbiana decompositora. As diversas colônias microbianas se instalarão em material que será fornecido e aplicado com carga iônica oposta, servindo de substrato, para suporte e para ativação de enzimas, maximizando as suas propriedades decompositoras

As caixas de inspeção e amostragem em material sintético serão incluindo a adaptação e montagem dos recipientes e partes, para controle e monitoramento da eficácia do processo de depuração do esgoto. Será aplicado substrato para vegetação semiaquática através da colocação de material de fixação e estímulo das raízes de plantas. Sobre os substratos serão aplicadas vegetação semiaquática com espécies adaptadas a inundações permanente da parte radicular. Serão utilizadas espécies autóctones adaptadas ao ambiente artificial específico. A entrada do efluente será através de sistema de injeção em PVC, constituída por tubulação preparada para aplicação do efluente a ser tratado de maneira difusa e fluxo laminar, do mesmo modo haverá um sistema de coleta subsuperficial, por um conjunto de dutos preparados para drenar por fluxo laminar e uniforme o esgoto tratado dos segmentos de filtração radicular.

Ao final serão instalados e aplicados um ou dois desinfectores solares bio-redutores que, através de irradiação solar, diminuirão títulos de microrganismos no esgoto tratado, além de efetuar o último estágio de foto oxidação e redução de metais. Os reatores anaeróbios terão como selos, tampas de concreto armado pré-moldado ou moldado no local, revestidos por manta impermeável criando ambiente com fechamento hermético e adequando os locais às melhores condições à atividade microbiana anaeróbia. Será instalado um by-pass, através de tubo em pvc esgoto

150mm para eventual reparo ou manutenção. A cercadura poderá ser em concreto ou elemento compatível para as diversas fases e canteiros, emoldurando a ETEE e assim evitando o comprometimento do processo pelas águas pluviais e outras interferências externas a destinação final dos efluentes da ETEE será retornando ao meio-ambiente por via subsuperficial e extravasamento eventual ao corpo receptor intermitente. Não havendo necessidade da comprovação da permeabilidade do solo, visto que tais efluentes servirão como irrigação continua da vegetação tanto da área verde como da área de preservação permanente -APP compensando assim em parte, falta de nutrientes pela intervenção local.

3.4 Memorial de Calculo

3.4.1 Dimensionamento da Rede

Por se tratar de uma rede de pequeno porte foram considerados valores mínimos de acordo com os parâmetros da NBR 9649, sendo assim:

Dados do projeto:

- População no início do plano: $P_i = 280$ hab.
- População no final do plano: $P_f = 280$ hab.
- Extensão da rede coletora no início do plano: $L_i = 780$ m
- Extensão da rede coletora no final do plano: $L_f = 780$ m
- Consumo *per capita*: $q = 200$ l/hab.dia
- Coeficiente do dia de maior consumo: $K_1 = 1,2$
- Coeficiente da hora de maior consumo: $K_2 = 1,5$
- Taxa de infiltração: $T_I = 0,5$ l/s x km
- Diâmetro mínimo: $D_{min} = 150$ mm.

- Coeficiente de contribuição linear inicial

- Vazão doméstica inicial

$$Q = \frac{C \cdot K_2 \cdot P_i \cdot q}{86400} = \frac{0.8 \times 1,5 \times 280 \times 200}{86400}$$

$$Q = 7,77 \text{ l/s}$$

Extensão da rede coletora inicial: $L_i = 780 \text{ m}$

- Coeficiente de contribuição linear inicial

$$T = \frac{Q}{L_i} \pm TI = \frac{7,77}{780} \pm 0,0005 = 0,010 \text{ l/s} \times \text{m}$$

Profundidade mínima nos coletores: 1,20 m

Vazão a montante

- $Q_i = 0 \text{ l/s}$
- $Q_f = 0 \text{ l/s}$

Vazão no trecho

- $Q_i = 0,0021 \times 100 = 0,21 \text{ l/s}$
- $Q_f = 0,0030 \times 100 = 0,30 \text{ l/s}$

Vazão a jusante

- $Q_i = 0,21 \text{ l/s}$
- $Q_f = 0,30 \text{ l/s}$

Q_i e $Q_f < 1,5 \text{ l/s}$ \ será adotado $Q_i = Q_f = 1,5 \text{ l/s}$

- Declividade do terreno (I_t):

$$I = \frac{800 - 798,60}{100} = 0,014 \text{ m/m}$$

- Declividade mínima do coletor:

$$I_{\min} = 0,0055 - = \times i / Q = 0,0055 \times 1,5 - 0,47 = 0,0045 \text{ m/m}$$

$I_t > I_{\min}$ \ adotar $I = I_t = 0,014 \text{ m/m}$

| Prédio | Unidade | Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf) | |
|--|-----------------|--|-------|
| | | | |
| 1. Ocupantes permanentes | | | |
| - residência | | | |
| Padrão alto | Pessoa | 160 | 1 |
| Padrão médio | Pessoa | 130 | 1 |
| Padrão baixo | Pessoa | 100 | 1 |
| - hotel (exceto lavanderia e cozinha) | Pessoa | 100 | 1 |
| - alojamento provisório | Pessoa | 80 | 1 |
| 2. Ocupantes temporários | | | |
| - fábrica em geral | Pessoa | 70 | 10,30 |
| - escritório | Pessoa | 50 | 0,20 |
| - edifícios públicos ou comerciais | Pessoa | 50 | 0,20 |
| - escolas (externatos) e locais de longa permanência | Pessoa | 50 | 0,20 |
| - bares | Pessoa | 6 | 0,10 |
| - restaurantes e similares para refeição | Refeição | 25 | 0,10 |
| - cinemas, teatros e locais de curta permanência | Lugar | 2 | 0,02 |
| - sanitários públicos(A) | Bacia sanitária | 480 | 4,0 |

Tabela 1: Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante.
Fonte: ABNT NBR 7229 (1993)

3.4.2 Dimensionamento da Estação de Tratamento Ecológico de Esgoto

No quadro abaixo observa-se a contribuição diária de esgoto gerada por habitante, determinada pela norma NBR 7229 (1993). No quadro abaixo, está apresentado o tempo de detenção hidráulica conforme a norma NBR 7229 (1993).

| Contribuição diária (Q) (L/d) | Tempo de Detenção (TDH) | |
|----------------------------------|-------------------------|-----|
| | (d) | (h) |
| Até 1500 | 1,00 | 24 |
| De 1501 a 3000 | 0,92 | 22 |
| De 3001 a 4500 | 0,83 | 20 |
| De 4501 a 6000 | 0,75 | 18 |
| De 6001 a 7500 | 0,67 | 16 |
| De 7501 a 9000 | 0,58 | 14 |
| Acima de 9000 | 0,50 | 12 |

Tabela 2: Tempo de detenção hidráulica dos esgotos Fonte: ABNT NBR 7229 (1993)

Utilizando dados retirados da NBR 7229 /93 calculou-se que a vazão gerada será de 6105 litros por dia e a sua a concentração da DBO é de 12,49 g/m³ divididos em duas ETEES. Utilizando o padrão médio de ocupantes permanentes, observado no quadro 2, a contribuição per capita é igual a 130 (L/hab.d).

A vazão doméstica estimada é de:

$$Q = \text{und} \times \text{CPC} / 1000(\text{m}^3.\text{d}^{-1})$$

$$Q = 587 \times 130 / 1000 Q = 76,31(\text{m}^3.\text{d}^{-1}) / 2 = 38,15 (\text{m}^3.\text{d}^{-1})$$

A DBO estimada é de:

$$\text{Carga (kg/d)} = \text{habitações} \times \text{carga per capita (g/hab.d)} / 1000 (\text{g/kg}) \text{ Carga (kg/d)} = 587 \times 130 / 1000 (\text{g/kg})$$

$$\text{Carga (kg/d)} = 76,31\text{kg/d} / 2 = 38,15 \text{ kg/d}$$

$$\text{Concentração (g/m}^3) = \text{carga(kg/d)} \times 1000(\text{g/kg}) / \text{vazão (m}^3.\text{d}^{-1}) \text{ DBO} = 76,31 (\text{m}^3.\text{d}^{-1}) \times 1000\text{mg/g} / 61,05 \text{ m}^3.\text{d}^{-1}$$

$$\text{DBO} = 12,49 / 2 = 6,24 \text{ g/m}^3$$

Volume:

$$V = 1,60 \times N \times C \times \text{THD}$$

$$V = 1,60 \times 587 \times 130 \times 0,50$$

$$V = 61048\text{L} = 61,05 \text{ m}^3 / 2 = 30,52\text{m}^3$$

Seção Horizontal:

$$S=V/1,80$$

(2)

$$S = 61,05 / 1,80$$

$$S = 33,91 \text{ m}^3 / 2 = 16,95\text{m}^3$$

Diâmetro: $V= \pi. r^2. H$

$$61,05 = 3,1416 . r^2 . 1,80$$

$$3,1416 . r^2 . 1,80 = 61,05 \quad r = 61,05/5,65$$

$$r = 10,79\text{m} / 2 = 5,39$$

Os parâmetros para cálculo de dimensionamento do filtro anaeróbio foram baseados na ABNT NBR 7229/82.

Cálculo do volume útil de acordo com a equação 1:

$$V = 1,60 \times N \times C \times \text{THD} \quad (1)$$

$$V = 1,60 \times 587 \times 130 \times 0,50 \quad V = 61,05\text{m}^3 / 2 = 30,52\text{m}^3$$

Onde:

V= volume total do filtro (m^3);

N= número de unidades de contribuição;

C= contribuição de despejos, em litro/unidade x dia (Quadro 2). TDH= período de detenção, em dias (Quadro 3).

Seção Horizontal (S) de acordo com a equação 2:

$$S=V/1,80$$

(2)

$$S = 61,05/1,80$$

$$S = 33,91\text{m}^3 / 2 = 16,95\text{m}^3$$

Onde:

V= volume útil calculado (m^3), na equação (1). H= profundidade útil do ltro (1,80 m).

Cálculo da área de acordo com a equação 3:

$$V = A \times H$$

$$61,05 = A \times 1,80$$

$$A \times 1,80 = 61,05 \quad A = 61,05/1,80$$

$$A = 33,91\text{m}^2 / 2 = 16,95\text{m}^2$$

Onde:

A= área total filtro anaeróbio.

H= profundidade útil do filtro (1,80 m).

Cálculo Diâmetro de acordo com a equação 4:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

(4)

$$61,05 = \pi \cdot r^2 \cdot 1,80$$

$$11,304r = 61,05 \quad r = 61,05 / 11,304$$

$$r = 5,40\text{m} / 2 = 2,70\text{m}$$

Onde:

V= volume total do filtro (m³), calculado na equação (1). H= profundidade útil do filtro (1,80 m).

4 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

| TAREFA | | 01/11 | 02/11 | 05/11 | 06/11 | 07/11 | 08/11 | 09/11 | 08/11 | 09/11 | 12/11 | 13/11 | 14/11 | 15/11 | 19/11 | 20/11 | 21/11 | 22/11 | 23/11 | 26/11 | 27/11 | 28/11 | 29/11 | 30/11 | |
|--------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| AV. CEI. TEIXEIRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | LOCAÇÃO DA VALA | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ESCAVAÇÃO DA VALA | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CONTENÇÃO DA VALA | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | REGULARIZAÇÃO DO FUNDO DA VALA | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | EXECUÇÃO DA REDE | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | INSTALAÇÃO DE ASCESSORIOS (CI's) | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | REATERRO DA VALA | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| RUA 08 | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | LOCAÇÃO DA VALA | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ESCAVAÇÃO DA VALA | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CONTENÇÃO DA VALA | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

| OBRA: - SISTEMA DE ESGOTO COM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO ECÓLOGICO BAIRRO: NOVO ALEIXO CIDADE: MANAUS AM BASE DE PREÇO: Base de preço (DNIT II) OBSERVAÇÃO: | | | | | | |
|---|---|------------|-----|---------|--------------|----------------------|
| ITEM | DESCRIÇÃO DOS ITENS | ESPÉCIE | UND | QTD. | UNITÁRIO | TOTAL |
| 01. REDE COLETORA DE ESGOTO | | | | | | R\$127.649,14 |
| 1 | Levantamentos topográficos | M.O. | mês | 2,00 | R\$ 7.000,00 | R\$14.000,00 |
| 2 | Pasta lubrificante para tubo de PVC | MAT. | kg | 0,011 | R\$15,48 | R\$0,17 |
| 3 | Tubo coletor ocre JEI PB, Ø 150 mm | MAT. | m | 1,00 | R\$20,54 | R\$20,54 |
| 4 | Assentamento de tubo de TUBO PVC esgoto 150mm | EMPREITADA | m | 1145,00 | R\$11,25 | R\$12.881,25 |
| 5 | Encanador | M.O. | h | 176,00 | R\$14,34 | R\$2.524,67 |
| 6 | Ajudante de encanador | M.O. | h | 175,00 | R\$6,73 | R\$1.177,70 |
| 7 | Anel de borracha DN 150mm | MAT. | un | 33,000 | R\$3,47 | R\$114,51 |
| 8 | Luva de correr vinilfort DN 150mm | MAT. | un | 33,000 | R\$27,60 | R\$910,80 |
| 9 | AREIA para o berço | MAT. | m3 | 237,600 | R\$25,00 | R\$5.940,00 |
| 10 | AREIA (envelope) | MAT. | m3 | 382,080 | R\$25,00 | R\$9.552,00 |
| 11 | CONCRETO estrutural dosado em central, fck 15 MPa - envelope tubo | SER.CG | m3 | 56,780 | R\$356,00 | R\$20.213,82 |
| 12 | Concreto dosado em central convencional brita 1 e 2 (resistência: 15 MPa) | MAT. | m3 | 1,05 | R\$339,05 | R\$356,00 |
| 13 | CAIXA DE INSPEÇÃO EM TUBO DE CONCRETO ARMADO DN 80MM, H=1,00M | SER.CG | un | 68,000 | R\$423,41 | R\$28.792,11 |
| 14 | Empreitada - Escavação, tampa e reaterro | M.O. | m3 | 1544,46 | R\$5,37 | R\$8.293,75 |
| 15 | FORMA P/VIGA, PILAR E PAREDE EM CHAPA RESINADA E=10MM - CIVILCORP | SER.CG | m2 | 0,754 | R\$54,81 | R\$41,33 |
| 16 | Servente | M.O. | h | 172,00 | R\$5,78 | R\$994,16 |
| 17 | Prego 17 x 27 com cabeça (comprimento: 62,1 mm / diâmetro: 3,00 mm) | MAT. | kg | 20,00 | R\$7,62 | R\$152,40 |

| | | | | | | |
|---|--|------------|----|---------|----------------|----------------------|
| 18 | Desmoldante de fôrmas para concreto | MAT. | l | 60,00 | R\$3,56 | R\$213,60 |
| 19 | Chapa compensada resinada (comprimento: 2200 mm / espessura: 10 mm / largura: 1100 mm) | MAT. | m2 | 48,960 | R\$62,00 | R\$3.035,52 |
| 20 | Peça de madeira nativa/regional 7,5 X 7,5CM (3x3) | MAT. | m | 174,00 | R\$5,74 | R\$998,76 |
| 21 | Tabua madeira 2,5 X 20,0CM (1 X 8") | MAT. | m | 96,00 | R\$5,36 | R\$514,56 |
| 22 | Carpinteiro | M.O. | h | 172,00 | R\$7,87 | R\$1.352,88 |
| 23 | CONCRETO estrutural dosado em central , fck 15 MPa | SER.CG | m3 | 0,129 | R\$373,80 | R\$48,22 |
| 24 | Concreto dosado em central convencional brita 1 e 2 (resistência: 15 MPa) | MAT. | m3 | 1,05 | R\$356,00 | R\$373,80 |
| 25 | ARMADURA de aço para estruturas em geral, CA-50, diâmetro 8,0 mm, corte e dobra na obra | SER.CG | kg | 3,52 | R\$3,74 | R\$13,16 |
| 26 | Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm) | MAT. | un | 11,40 | R\$1,20 | R\$13,68 |
| 27 | Barra de aço CA-50 5/16" (bitola: 8,00 mm / massa linear: 0,395 kg/m) | MAT. | kg | 1,10 | R\$3,40 | R\$3,74 |
| 28 | Armador | M.O. | h | 172,00 | R\$7,97 | R\$1.370,00 |
| 29 | Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18 BWG) | MAT. | kg | 50,00 | R\$7,58 | R\$379,00 |
| 30 | Ajudante de armador | M.O. | h | 0,08 | R\$6,73 | R\$0,54 |
| 31 | Tubo de concreto armado PA-2 para águas pluviais (diâmetro da seção: 600 mm) | MAT. | m | 68,00 | R\$190,00 | R\$12.920,00 |
| 32 | Empreitada envelopamento de tubulações | EMPREITADA | m | 270,590 | R\$1,65 | R\$446,47 |
| 02 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETEE) - 280l usuario e 4 pessoas/lote | | | | | | R\$172.000,00 |
| | ESTAÇÃO DE TRATAMENTO ECOLÓGICO DE EFLUENTES (MONT. E INST.) | SER.MO | un | 1,000 | R\$ 172.000,00 | R\$172.000,00 |
| 03. Canteiro de obra | | | | | | R\$40.101,62 |

| | | | | | | |
|---|--|--------|----|-----|------------|---------------|
| 1 | Placa de obra em chapa de aço galvanizado | MAT. | m2 | 2 | R\$ 363,36 | R\$ 726,72 |
| 2 | Barracão de obra em chapa de madeira compensada com banheiro, cobertura em fibrocimento 4mm, incluso instalações hidrosanitárias e elétricas | SER.MO | m2 | 20 | R\$ 163,20 | R\$ 3.264,00 |
| 3 | Galpão aberto de canteiro de obras em madeira de lei | MAT. | m2 | 30 | R\$ 199,11 | R\$ 5.973,30 |
| 5 | Retroescavadeira diesel com operador | SER.MO | m2 | 320 | R\$ 94,18 | R\$ 30.137,60 |

| | |
|---------------------------------------|----------------------|
| Sub-Total | R\$299.649,14 |
| BDI (26,70 %) | R\$379.655,46 |
| Taxa de Administração (0,00 %) | R\$379.655,46 |
| Total | R\$379.655,46 |

Tabela 5: Orçamento. Fonte: Próprio autor

REFERÊNCIAS

CARLOS AUGUSTO DE LEMOS CHERNICHARO, 1997 - reatores anaeróbios – departamento de engenharia sanitária e ambiental – desa universidade federal de minas gerais

COOPER, P.F. AND B.C.FINDLATER, 1990 - constructed wetlands in water pollution control, proceedings of the international conference on the use of constructed wetlands in water pollution control, held in cambridge, uk, 24-28 september 1990, pergamon press, pp.558.

CARLOS HENRIQUE BATISTA, 2008, dissertação – estudo do processo de desinfecção de água via energia solar utilizando um reator experimental – universidade tiradentes – unit – aracajú, se

NBR 9.648 — Estudo de Concepção de sistemas de Esgoto Sanitário, que estabelece terminologia e condições gerais para este tipo de estudo, promulgado em 1986;

NBR 9.649 - Projeto de Redes Coletoras de esgoto Sanitário, que estabelece terminologia e critérios de dimensionamento para elaboração de projeto hidráulico sanitário de redes coletoras de esgoto sanitário, promulgada em 1986;

NBR 570 — Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário, que estabelece condições para a elaboração de projeto hidráulico-sanitário de estações de tratamento de esgotos promulgado em 1990.

NBR 9648 - Estudo de Concepção de Esgoto Sanitário.

NBR 14063/1998 - Óleos e graxas - Processos de tratamento em efluentes de mineração.

NBR ABNT 7229/1982 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.

NUVOLARI, Ariovaldo.; TELLES, Dirceu, D.A.; RIBEIRO, José, T.; MIYASHITA, Nelson,

NETO, Cícero O. de A. Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

SANEPAR, Companhia de Saneamento do Paraná: Manual de Obras de Saneamento, 4ª ed. 2012.

SPERLING, Marcos V.; BARROS, Raphael T. de V.; Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. Belo Horizonte, MG: SEGRAG, 2003.

UVOLARI, A.: Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola. - 2ª ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Blucher, 2011. 565p.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos - Princípios de Tratamento Biológico de águas Residuárias. Vol.1 Belo Horizonte: DESA-UFMG. 1996.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos - Princípios de Tratamento Biológico de águas Residuárias. Vol.1 Belo Horizonte: DESA-UFMG. 1996.

VITERBO JUNIOR. Ênio. Sistema Integrado de Gestão Ambiental: como implementar um sistema de gestão ambiental que atenda a norma ISO 14001, a partir de um sistema baseado na norma ISO 9000. São Paulo: Aquariana, 1998.