



Adquirir e colocar na obra todos os materiais constantes das listas de material.

Permitir a inspeção e o controle por parte da fiscalização, de todos os serviços, materiais e equipamentos, em qualquer época e lugar, durante a construção das obras. Tais inspeções não isentam o construtor das obrigações contratuais e das responsabilidades legais, dos termos do artigo 1245 do código civil brasileiro.

A execução das obras seguirá em todos os seus pormenores as presentes especificações, bem como os desenhos do projeto técnico, que serão fornecidos em cópias ao construtor, em tempo hábil para a execução das obras, e que farão parte integrante do projeto.

Todos os detalhes das obras que constarem destas especificações sem estarem nos desenhos, ou que, estando nos desenhos, não constem explicitamente destas especificações, deverão ser executados e/ou fornecidos pelo construtor como se constasse de ambos o documento.

O construtor se obriga a executar quaisquer trabalhos de construção que não estejam eventualmente detalhados ou previstos nas especificações ou desenhos, direta ou indiretamente, mas que sejam necessários a devida realização das obras em apreço, de modo tão completo como se estivessem particularmente delineados e escritos. O construtor empenhar-se-á em executar tais serviços em tempo hábil para evitar atrasos em outros trabalhos que deles dependam.

#### 10.3.1.9 Administração Das Obras

O construtor compromete-se a manter, em caráter permanente, a frente dos serviços, um engenheiro civil de reconhecida capacidade, e um substituto, escolhidos por eles e aceitos pela SECRETARIA DAS CIDADES. O primeiro terá a posição de residente e representará o construtor, sendo todas as instruções dadas a ele válidas como sendo ao próprio construtor. Esses representantes, além de possuírem os conhecimentos e capacidade profissional requerido, deverão ter autoridades suficientes para resolver qualquer assunto relacionado com as obras a que se referem a presentes especificações. O residente só poderá ser substituído com o prévio conhecimento e aprovação da SECRETARIA DAS CIDADES.

O Construtor será inteiramente responsável por tudo quanto for pertinente ao pessoal necessário à execução dos serviços e particularmente:

Pelo cumprimento da legislação social em vigor no Brasil.



Pela proteção de seu pessoal contra acidentes de trabalho, adotando para tanto as medidas necessárias para prevenção dos mesmos.

#### 10.3.1.10 Proteção Das Obras, Equipamentos E Materiais

O construtor deverá a todo o momento proteger e conservar todas as instalações, equipamentos, maquinaria, instrumentos, provisões e materiais de qualquer natureza, assim como todas as obras executadas até sua aceitação final pela fiscalização.

O construtor responsabilizar-se-á durante a vigência do contrato até a entrega definitiva das obras, por quaisquer danos pessoais ou materiais causados a terceiros por negligência ou imperícia na execução das obras.

O construtor deverá executar todas as obras provisórias e trabalhos necessários para drenar e proteger contra inundações as faixas de construções dos diques e obras conexas, estações de bombeamento, fundações de obras, zonas de empréstimos e demais zonas onde a presença da água afete a qualidade da construção, ainda que elas não estejam indicadas nos desenhos nem tenham sido determinadas pela fiscalização.

Deverá também prover e manter nas obras, equipamentos suficientes para as emergências possíveis de ocorrer durante a execução das obras.

A aprovação pela fiscalização, do plano de trabalho e a autorização para que execute qualquer outro trabalho com o mesmo fim, não exime o construtor de sua responsabilidade quanto a este. Por conseguinte, deverá ter cuidado para executar as obras e trabalhos de controle da água, durante a construção, de modo a não causar danos nem prejuízos ao contratante, ou a terceiros, sendo considerado como único responsável pelos danos que se produzam em decorrência destes trabalhos.

#### 10.3.1.11 Remoção De Trabalhos Defeituosos Ou Em Desacordo Com O Projeto E/Ou Especificações

Qualquer material ou trabalho executado, que não satisfaça às especificações ou que difira do indicado nos desenhos do projeto ou qualquer trabalho não previsto, executado sem autorização escrita da fiscalização serão considerados como não aceitáveis ou não autorizados, devendo o construtor remover, reconstruir ou substituir o mesmo em qualquer parte da obra comprometida pelo trabalho defeituoso ou não autorizado, sem direito a qualquer pagamento extra.



Qualquer omissão ou falta por parte da fiscalização em rejeitar algum trabalho que não satisfaça às condições do projeto ou das especificações não eximirá o construtor da responsabilidade em relação a estes.

A negativa do construtor em cumprir prontamente as ordens da fiscalização, de construção e remoção dos referidos materiais e trabalho, implicará na permissão à SECRETARIA DAS CIDADES para promover, por outros meios, a execução da ordem, sendo os custos dos serviços e materiais debitados e deduzidos de quaisquer quantias devidas ao construtor.

#### 10.3.1.12 Critérios De Medição

Somente serão medidos os serviços previstos em contrato, e realmente executados, no projeto ou expressamente autorizados pelo contratante e ainda, desde que executado mediante o de acordo da fiscalização com a respectiva "ordem de serviço", e o estabelecido nestas especificações técnicas.

Salvo observações em contrário, devidamente explicitada nessa Regulamentação de Preços, todos os preços, unitários ou globais, incluem em sua composição os custos relativos a:

#### 10.3.1.13 Materiais

Fornecimento, carga, transporte, descarga, estocagem, manuseio e guarda de materiais.

#### 10.3.1.14 Mão-De-Obra

Pessoal, seu transporte, alojamento, alimentação, assistência médica e social, equipamentos de proteção, tais como luvas, capas, botas, capacetes, máscaras e quaisquer outros necessários à execução da obra.

#### 10.3.1.15 Veículos E Equipamentos

Operação e manutenção de todos os veículos e equipamentos de propriedade da contratada e necessária à execução das obras.

#### 10.3.1.16 Ferramentas, Aparelhos E Instrumentos



Operação e manutenção das ferramentas, aparelhos e instrumentos de propriedade da contratada e necessária à execução das obras.

#### 10.3.1.17 Materiais De Consumo Para Operação E Manutenção

Combustíveis, graxas, lubrificantes e materiais de uso geral.

#### 10.3.1.18 Água, Esgoto E Energia Elétrica

Fornecimento, instalação, operação e manutenção dos sistemas de distribuição e de coleta para o canteiro assim como para a execução das obras.

#### 10.3.1.19 Segurança E Vigilância

Fornecimento, Instalação e operação dos equipamentos contrafogo e todos os demais destinados a prevenção de acidentes, assim como de pessoal habilitado à vigilância das obras.

#### 10.3.1.20 Ônus Diretos E Indiretos

Encargos sociais e administrativos, impostos, taxas, amortizações, seguros, juros, lucros e riscos, horas improdutivas de mão-de-obra e equipamento e quaisquer outros encargos relativos a BDI - Bonificação e Despesas indiretas.

### 10.4 Serviços Preliminares

#### 10.4.1 Desmatamento, Destocamento E Limpeza Do Terreno

O preparo de terrenos, com vegetação na superfície, será executado de modo a deixar a área da obra livre de tacos, raízes e galhos.

O material retirado será queimado ou removido para local apropriado, a critério da fiscalização, devendo ser tomados todos os cuidados necessários a segurança e higiene pessoal e do meio ambiente.

Deverão ser preservadas as árvores, vegetação de qualidade e grama, localizadas em áreas que pela situação não interfiram no desenvolvimento dos serviços.

Será atribuição da contratada a obtenção de autorização junto ao órgão competente para o desmatamento, principalmente no caso de árvores de porte.



## 10.5 Obra Civil

### 10.5.1 Assentamentos De Tubos E Peças

### 10.5.2 Locação E Abertura De Valas

A tubulação deverá ser locada de acordo com o projeto respectivo, admitindo-se certa flexibilidade na escolha definitiva de sua posição em função das peculiaridades da obra.

A vala deve ser escavada de modo a resultar uma seção retangular. Caso o solo não possua coesão suficiente para permitir a estabilidade das paredes, admitem-se taludes inclinados.

A largura da vala deverá ser de no mínimo 0,40m. Estas serão escavadas segundo a linha do eixo, obedecendo ao projeto. A escavação será feita pelo processo mecânico ou manual julgado mais eficiente, sendo sua profundidade mínima 0,60m.

O material escavado será colocado de um lado da vala, de tal modo que, entre a borda da escavação e o pé do monte de terra, fique pelo menos um espaço de 0,40m.

A Fiscalização poderá exigir escoramento das valas abertas para o assentamento das tubulações.

O escoramento poderá ser do tipo contínuo ou descontínuo a juízo da Fiscalização.

#### 10.5.2.1 Movimento De Terra

#### 10.5.2.2 Vala

A vala deve ser escavada de forma a resultar uma seção retangular. Caso o solo não possua coesão suficiente para permitir a estabilidade das paredes, admitem-se taludes inclinados a partir do dorso do tubo, desde que não ultrapasse o limite de inclinação de 1:4 quando então deverá ser feito o escoramento pelo Construtor.

Nos casos em que este recurso não seja aplicável, pela grande profundidade das escavações, pela consistência do solo, pelas proximidades de edificações, nas escavações em vias e calçadas etc., serão aplicados escoramentos conforme determinação por parte da fiscalização.

Os serviços de escavação poderão ser executados manual ou mecanicamente. A definição da forma como serão executadas as escavações ficará a critério da fiscalização e/ou projeto em função do volume, situação da superfície e subsolo, posição das valas e rapidez pretendida para execução dos serviços, e outros pareceres técnicos julgados pertinentes.



Nos casos de escavações em rocha, serão utilizados explosivos, e para tanto o Construtor deverá dispor de pessoal especializado.

O material retirado (exceto rocha, modelo e entulho de calçada) será aproveitado para o reaterro, devendo-se, portanto, depositá-lo em distância mínima de 0,40m da borda da vala, de modo a evitar o seu retorno para o interior da mesma. A terra será, sempre que possível colocada em um dos lados da vala.

Quando a escavação for mecânica, as valas deverão ter os seus fundos regularizados manualmente, antes do assentamento da tubulação.

As valas deverão ser abertas e fechadas no mesmo dia, principalmente nos locais de grande movimento, travessias e acessos. Quando não for possível, tornar os devidos cuidados para evitar acidentes.

As valas serão escavadas com a mínima largura possível e para efeito de medição, salvo casos especiais, devidamente verificados e justificados pela FISCALIZAÇÃO, tais como: Terrenos acidentados, obstáculos superficiais, ou mesmos subterrâneos, serão considerados as larguras de 0,50m e as profundidades do projeto.

Sendo necessário colocar colchão de areia para proteção do tubo.

### 10.5.2.3 Natureza Do Material De Escavação

#### Material de 1ª Categoria

Terra em geral, piçarra, rocha mole em adiantado estado de decomposição, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,10m ou qualquer que seja o teor de umidade que possuam, susceptíveis de serem escavados com equipamentos de terraplanagem dotados de lâmina ou enxada, enxadão ou extremidade alongada se for manualmente.

#### Material de 2ª categoria

Material com resistência à penetração mecânica inferior ao granito, argila dura, blocos de rocha inferior a 0,50m<sup>3</sup>, matacões e pedras de diâmetro médio de 0,15m, rochas compactas em decomposição susceptíveis de serem extraídas com o emprego com equipamentos de terraplanagem apropriados, com o uso combinado de rompedores pneumáticos.

#### Material de 3ª Categoria (Escavação em Rocha)

Rochas são materiais encontrados na natureza que só podem ser extraídos com o emprego de perfuração e explosivos. A desagregação da rocha é obtida utilizando-se da força



Rúbrica

de expansão dos gases devido à explosão. Enquadramos as rochas duras com as rochas compactas vulgarmente denominadas, cujo volume de cada bloco seja superior a 0,50m<sup>3</sup> proveniente de rochas graníticas, gnisse, sienito, grés ou calcário duro e rocha de dureza igual ou superior a do granito.

Neste tipo de extração dois problemas importantíssimos chamam a atenção: Vibração e lançamentos produzidos pela explosão. A vibração é resultado do número de furos efetuados na rocha com martetele pneumático e ainda do tipo de explosivos e espoletas utilizados. Para reduzir a extensão, usa-se uma rede para amortecer o material da explosão. Deve ser adotada técnica de perfurar a rocha com as perfuratrizes em pontos ideais de modo a obter melhor rendimento de volume expandido, evitando-se o alargamento desnecessário, o que denominamos de derrocamento.

Estas cautelas devem fazer parte de um plano de fuga elaborado pela contratada onde possam estar indicados: As cargas, os tipos de explosivos, os tipos de ligações, as espoletas, método de detonação, fonte de energia (se for o caso).

As escavações com utilização de explosivos deverão ser executadas por profissional devidamente habilitado e deverão ser tornadas pelo menos as seguintes precauções:

A aquisição, o transporte e a guarda dos explosivos deverão ser feitos obedecendo às prescrições legais que regem a matéria.

As cargas das minas deverão ser reguladas de modo que o material por elas expelido não ultrapasse a metade da distância do desmonte à construção mais próxima. A detonação da carga explosiva é precedida e seguida de sinais de alerta.

Destinar todos os cuidados elementares quanto à segurança dos operários, transeuntes, bens móveis, obras adjacentes e circunvizinhanças e para tal proteção usar malha de cabo de aço, painéis etc., para impedir que os materiais sejam lançados à distância. Essa malha protetora deve ter a dimensão de 4m x 3 vezes a largura da cava, usando-se o seguinte material: Moldura em cabo de aço de 3/4", malha de 5/8". A malha é quadrada com 10 cm de espaçamento.

A malha é presa com a moldura, por braçadeira de aço, parafusada e por ocasião do fogo deverá ser atirantada nos bordos cobrindo a cava.

Como auxiliares serão empregadas também umas baterias de pneus para amortecimento da expansão dos materiais.

A carga das minas deverá ser feita somente quando estiver para ser detonada e jamais na véspera e sem a presença do encarregado do fogo (Blaster).



Devido a irregularidades no fundo da vala proveniente das explosões é indispensável a colocação de material que regularize a área para assentamento de tubulação. Este material será: Areia, pó de pedra ou outro de boa qualidade com predominância arenosa.

A escavação em pedra solta ou rocha terá sua profundidade acrescida em até 0,15m para colocação de colchão (lastro ou berço) de material selecionado totalmente isento de pedra.

#### Escavação em Qualquer Tipo de Solo Exceto Rocha

Este tipo de escavação é destinado à execução de serviços para construção de unidades tais como: Reservatórios, escritórios, ETAs, etc. Somente para serviços de rede de água, esgoto e adutora se faz distinção de solo. As escavações serão feitas de modo a não permitir o desmoronamento. As cavas deverão possuir dimensões condizentes com o espaço mínimo necessário.

O material escavado será depositado a uma distância das cavas que não permita o seu retomo, por escorregamento ou enxurrada.

As paredes das cavas serão executadas em forma de taludes, e onde isto não seja possível em terreno de coesão insuficiente, para manter os cortes apurados, fazer escoramentos.

As escavações podem ser efetuadas por processo manual ou mecânico de acordo com a conveniência do serviço. Não será considerada altura das cavas, para efeito de classificação e remuneração.

#### Reaterro compactado

Os reaterros para serviços de abastecimento d'água ou rede coletora de esgoto serão executados, com material remanescente das escavações, à exceção do solo de 2a categoria (parcial) e escavação em rocha.

O material deverá ser limpo, isento de matéria orgânica, raízes, rocha, moledo ou entulho, espalhado em camadas sucessivas de: 0,20m se apiloadas manualmente; 0,40m, se apiloadas através de compactador tipo: sapo mecânico ou placa vibratória ou similar. Em solos arenosos consegue-se boa compactação com inundação da vala.

O reaterro deverá envolver completamente a tubulação, não sendo tolerados vazios sob a mesma; a compactação das camadas mais próximas à tubulação deverá ser executada cuidadosamente, de modo a não causar danos ao material assente.

O reaterro deverá ser executado logo em seguida ao assentamento dos tubos, não sendo permitidos que as valas permaneçam abertas de um dia para o outro, salvo casos



autorizados pela fiscalização, sendo que para isso, serão deixados espaços suficientes, de acordo com instruções específicas dos órgãos competentes.

Os serviços de abertura de valas devem ser programados de acordo com a capacidade de assentamento de tubulações, de forma a evitar que, no final da jornada de trabalho, valas permaneçam abertas por falta de tubulações assentadas.

Em casos de terreno lamacento ou úmido, far-se-á o esgotamento da vala. Em seguida consolidar-se-á o terreno com pedras e então, como no caso anterior, lança-se uma camada de areia ou terra convenientemente apiloada.

A compactação deverá ser executada até atingir-se o máximo de densidade possível e ao final da compactação, será deixado o excesso de material, sobre a superfície das valas, para compensar o efeito da acomodação do solo natural ou pelo tráfego de veículos.

Somente após a devida compactação, será observado que o tráfego de veículos não seja prejudicado, pela formação de buracos nos leitos das pistas, o que será evitado fazendo-se periodicamente a restauração da pavimentação.

#### Reaterro com Material Transportado de Outro Local

Uma vez verificado o material, que retirado das escavações, não possui qualidades necessárias para ser usado em reaterro, ou havendo volumes a serem aterrados maiores que os materiais à disposição no canteiro, serão feitos empréstimos. Os mesmos serão provenientes de jazidas cuja distância não será considerada pela fiscalização.

Não será aproveitado como reaterro o material escavado de vala cujo solo seja de 2ª categoria parcial e rocha.

Os materiais remanescentes de escavações cuja aplicação não seja possível na obra serão retirados para locais apropriados, a critério da fiscalização.

#### 10.5.2.4 Assentamento

Antes do assentamento, os tubos devem ser dispostos linearmente ao longo da vala, bem como as conexões e peças especiais.

Para a montagem das tubulações serão obedecidas, rigorosamente as instruções dos respectivos fabricantes.

Sempre que houver paralisação dos trabalhos de assentamento, a extremidade do último tubo deverá ser fechada para impedir a entrada de corpos estranhos.



A imobilização dos tubos durante a montagem deverá ser conseguida por meio de terra colocada ao lado da tubulação e adensada cuidadosamente, não sendo permitida a introdução de pedras e outros corpos duros.

No caso de assentamento de tubulação com materiais diferentes, deverão ser utilizadas peças especiais (adaptadores) apropriados.

Nas extremidades das curvas das linhas e nas curvas acentuadas será executado um sistema de ancoragem adequado, a fim de resistir ao empuxo causado pela pressão interna do tubo.

Após a colocação definitiva dos tubos e peças especiais na base de assentamento, começa-se a execução do reaterro.

O adensamento deverá ser feito cuidadosamente com soquetes manuais, evitando choque com tubos já assentados de maneira que a estabilidade transversal da canalização fique perfeitamente garantida.

Em seguida o preenchimento continuará em camadas de 0,10m de espessura, com material ainda isento de pedras, até cerca de 0,30m acima da geratriz superior da tubulação. Em cada camada será feito um adensamento manual somente nas partes laterais, fora da zona ocupada pelos tubos.

O reaterro descrito acima, numa primeira fase, não será aplicado na região das juntas, estas só serão cobertas após o cadastro das linhas e os ensaios hidrostáticos a serem realizados.

A tubulação deve ser testada por trechos com extensões não superiores a 500m.

#### 10.5.2.5 Cadastro

Deverá ser apresentado o cadastro das tubulações constando o mesmo de plantas e perfis na escala indicada pela fiscalização, codificando todos os pontos onde houver peças apresentando detalhes das mesmas devidamente referenciadas para fácil localização.

#### 10.5.2.6 Caixas De Registros E Ventosas

As caixas de registros e ventosas serão executadas de acordo com o projeto específico.

#### 10.5.2.7 Armazenamento De Materiais



Os tubos poderão ser armazenados ao tempo. Peças, conexões e anéis ficarão no interior do almoxarifado e deverão ser estocados em grupos, de acordo com o seguinte critério: Tipo de peças e diâmetro.

#### 10.5.2.8 Transporte, Carga E Descarga De Materiais

O veículo utilizado no transporte deve ser adaptado ao tipo de material a transportar. Quando se tratar de tubos transportados por caminhão, a sua carroceria deverá ter as dimensões necessárias para que não sobrem partes dos tubos fora do veículo.

A carga e descarga dos materiais devem ser feitas manualmente ou com dispositivos compatíveis com os mesmos. As operações devem ser feitas sem golpes ou choques.

Ao proceder-se a amarração da carga no veículo deve-se tomar precauções para que as amarras não danifiquem os tubos. A fixação deve ser firme, de modo a impedir qualquer movimento da carga em trânsito.

Somente será permitida a descarga manual para os materiais que possam ser suportados por duas pessoas. Para os materiais mais pesados, deverão ser utilizados dispositivos adequados como pranchões, talhas, guindastes, etc.

Jamais será permitido deixar cair o material sobre o solo ou se chocar com outros materiais.

Na descarga, não será permitida a formação de estoque provisório. Deverá os materiais ser encaminhados aos lugares preestabelecidos para a estocagem definitiva.

A movimentação dos materiais deve ser feita com cuidados apropriados para que não sejam danificados.

Não será permitido que fossem arrastados pelo chão, devendo para tanto ser empregadas talhas, carretas, guinchos, etc.

Para movimentação dos materiais, não devem ser empregados guinchos, cabos de aço e correntes com patolas desprotegidas. Os ganchos devem ser envolvidos com borracha ou lona.

### 10.6 Serviços De Concretos

#### 10.6.1 Concreto Simples

O concreto simples, bem como os seus materiais componentes, deverá satisfazer as normas, especificações e métodos da ABNT.



O concreto pode ser preparado manual ou mecanicamente.

Manualmente, se for concreto magro nos traços 1:4:8 para base de piso, lastros, sub-bases de blocos e cintas, etc., em quantidade até 350 litros de amassamento.

Mecanicamente, se for concreto gordo no traço 1:3:6 para blocos de ancoragens, base de caixas de visitas, peças pré-moldadas etc.

Normalmente adota-se um consumo mínimo de 175 kg de cimento/m<sup>3</sup> de concreto magro e 220 kg de cimento/m<sup>3</sup> para concreto gordo.

O concreto simples poderá receber adição de aditivos impermeabilizantes ou outros aditivos quando for o caso.

### 10.7 Concreto Estrutural

O consumo de cimento não deve ser inferior a 300 kg por m<sup>3</sup> de concreto.

A pilha de sacos de cimento não poderá ser superior a 10 sacos e não devem ser misturados aos lotes de recebimento de épocas diferentes, de maneira a facilitar a inspeção, controle e emprego cronológico deste material básico. Todo cimento com sinais indicativos de hidratação será rejeitado.

O emprego de aditivos é frequentemente utilizado e o preparo é exclusivamente mecânico, salvo casos especiais.

- **Dosagem**

A dosagem poderá ser não experimental ou empírica e racional. No primeiro caso, o consumo mínimo é de 300 kg de cimento/m<sup>3</sup> de concreto, a tensão de ruptura  $T_c = 28$  deverá ser igual ou maior que 125 kg/cm<sup>2</sup>, previstos nos projetos. A proporção de agregado miúdo no volume total será fixada entre 30% e 50%, de maneira a obter-se um concreto de trabalhabilidade adequada a seu emprego. A quantidade de água será mínima e compatível com o ótimo grau de estanqueidade.

- **Amassamento ou mistura**

O concreto deverá ser misturado mecanicamente, de preferência em betoneira de eixo vertical, que possibilite maior uniformidade e rapidez na mistura.

A ordem de colocação dos diferentes componentes do concreto na betoneira é o seguinte:

Camada de brita;

Camada de areia;

A quantidade de cimento;

RUA CEL. ANTÔNIO JOAQUIM, N.º 2.121, CENTRO, LIMOEIRO DO NORTE/CE, CEP 62930-000

E-mail: [sosp@limoeirodonorte.ce.gov.br](mailto:sosp@limoeirodonorte.ce.gov.br)



O restante da areia e da brita.

Depois do lançamento no tambor, adicionar a água com aditivo, o tempo de revolução da betoneira deverá ser no máximo de 2 minutos com todos os agregados.

- **Transporte**

O tempo decorrido entre o término de alimentação da betoneira e o término do lançamento do concreto na fôrma deve ser inferior ao tempo de pega.

O transporte do concreto deverá obedecer a condições tais que evitem a segregação dos materiais, a perda da argamassa e a compactação do concreto por vibração.

Os equipamentos usados são carro-de-mão, carro transporte tipo dumper, e equipamentos de lançamento tipo bomba de concreto, e caminhões betoneira.

O concreto será lançado nas fôrmas, depois das mesmas estarem limpas de todos os detritos.

- **Lançamento**

Deverá ser efetuado o mais próximo possível de sua posição final, evitando-se incrustações de argamassas nas paredes das fôrmas e nas armaduras.

A altura de queda livre não poderá ultrapassar a 1,5m, e para o caso de concreto aparente o lançamento deve ser feito paulatinamente. Para o caso de peças estreitas e altas, o concreto deverá ser lançado por janelas abertas na parte lateral da fôrma, ou por meio de funis ou trombas.

Recomenda-se lançar o concreto em camadas horizontais com espessura não superior a 45 cm, ou 3/4 do comprimento da agulha do vibrador. Cada camada deve ser lançada antes que o precedente tenha tido início de pega, de modo que as duas sejam vibradas conjuntamente.

Se o lançamento não for direto dos transportes, deverá a quantidade de concreto transportado ser lançado numa plataforma de 2,0m x 2,0m, revestido com folha de aço galvanizado e com proteção lateral, numa altura de 0,15m para evitar a saída da água.

- **Adensamento**

O adensamento do concreto deve ser feito por meio de vibrador. Os vibradores de agulha devem trabalhar e ser movimentados verticalmente na massa de concreto, devendo ser introduzidos rapidamente e retirados lentamente, em operação que deve durar de 5 a 10 segundos. Devem ser aplicados em pontos que distem entre si cerca de 1,5 vezes o seu raio de ação.



O adensamento deve ser cuidadoso, para que o concreto preencha todos os recantos da fôrma.

Durante o adensamento deverão ser tomadas as precauções necessárias para que não se formem nichos ou haja segregações dos materiais; dever-se-á evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízo à aderência.

Os vibradores de parede só deverão ser usados se forem tomados cuidados especiais, no sentido de se evitar que as armaduras saiam da posição. Não será permitido empurrar o concreto com vibrador.

- **Cura**

Deverá ser feita por qualquer processo que mantenha as superfícies úmidas e dificulte a evaporação da água de amassamento do concreto. Deve ser iniciada tão logo as superfícies expostas o permitirem (após o início da pega) e prosseguir pelo menos durante os sete primeiros dias, após o lançamento do concreto, sendo recomendável a continuidade por mais tempo.

- **Junta de concretagem**

Este tipo de junta ocorre quando, devido a paralisação prevista ou imprevista na concretagem, o concreto da última camada lançada iniciou a pega, não permitindo, portanto, que uma nova camada seja lançada e vibrada com ela.

As juntas devem ser preferivelmente localizadas nas seções tangenciais mínimas, ou seja:

Nos pilares devem ser localizados na altura das vigas;

Nas vigas bi apoiadas devem ser localizadas no terço central do vão;

Nos blocos devem ser localizadas na base do pilar;

Nas paredes bi engastadas devem ser localizadas acima do terço inferior;

Nas paredes em balanço devem ser localizadas a uma altura, no mínimo igual a largura da parede.

A junta deve ser tratada por qualquer processo que elimine a camada superficial de nata de cimento, deixando os grãos de atestado parcialmente expostos, a fim de garantir boa aderência do concreto seguinte.

Pode-se empregar qualquer dos métodos seguintes:

Jato de ar e água na superfície da junta após o início do endurecimento;

Jato de areia, após 12 horas de interrupção;

Picotamento da superfície da junta, após 12 horas de interrupção;

RUA CEL. ANTÔNIO JOAQUIM, N.º 2.121, CENTRO, LIMOEIRO DO NORTE/CE, CEP 62930-000

E-mail: [sosp@limoeirodonorte.ce.gov.br](mailto:sosp@limoeirodonorte.ce.gov.br)



Passar a escova de aço e logo após, lavar a superfície e aplicar argamassa de concreto ou pintura tipo colmax 2 mm de camada; O lançamento do novo concreto deve ser imediatamente precedido do lançamento de uma nova de 01 a 03cm de argamassa sobre a superfície da junta. O traço dessa argamassa deve ser o mesmo do concreto, excluído o agregado miúdo.

- **Reposição do concreto falho**

Todo e qualquer reparo que se faça necessário executar para corrigir defeitos na superfície do concreto e falhas de concretagem, deverão ser feitos pela empreiteira, sem ônus para a SRH, executados após a desforma e teste de operação de estrutura, a critério da fiscalização.

São discriminados a seguir os principais tipos de falhas:

Cobertura insuficiente de armadura.

Deve ser adotada a seguinte sistemática:

Demarcação de área a reparar;

Apiloamento da superfície e limpeza;

“Chapisco com peneira 1/4”, com argamassa de traço igual ao concreto (optativo);

Aplicativo de adesivo estrutural na espessura máxima de 1mm sobre a superfície perfeitamente seca;

Aplicação de argamassa especialmente dosada, por gunitagem ou 1º ufo (chapeamento);

Proteção da superfície contra ação de chuva, sol e vento;

Aplicação da segunda demão de argamassa para uniformizar a superfície, após 24 horas de aplicação da primeira demão;

Alisamento da superfície com desempenadeira metálica;

Proteção da superfície contra intempérie usando-se verniz impermeabilizante, cobertura plástica ou camada de areia, molhando-se periodicamente durante 5 dias.

Obs.: No caso de paredes e tetos, a espessura de cada camada em cada aplicação, não deve exceder a 1cm.

- **Desagregação de concreto**

Esta falha, que resulta num concreto poroso, deve ser corrigida pela remoção da porção defeituosa ou pelo preenchimento dos vazios, com nata ou argamassa especial e aplicação adicional de uma camada de cobertura, para proteção de armadura. A solução deve ser adotada, tendo em vista a extensão da falha, sua posição (no piso, na parede ou no teto



da estrutura) e sua influência na resistência ou na durabilidade da estrutura. Para recomposição da parte removida, deve-se adotar a mesma sequência já referida.

- **Impermeabilização**

Toda e qualquer impermeabilização realizada nas obras deverá obrigatoriamente ser realizada com a aplicação de manta asfáltica, de espessura mínima de 4 mm, executada por pessoal qualificado. É obrigatória a entrega de termo de garantia dos serviços de impermeabilização.

- **Vazamentos**

Será adotada a seguinte sistemática:

- ✓ Demarcação, na parte externa e na parte interna, da área de infiltração;
- ✓ Remoção da porção defeituosa;
- ✓ Mesma sequência já referida.

- **Trincas e fissuras**

É necessário verificar se há movimento na trinca ou fissura, e qual a amplitude desse movimento, para escolha do material adequado para vedação.

Quando a trinca ou fissura puder ser transformada em junta natural, adota-se a seguinte sequência:

Demarcação da área a tratar: abertura da trinca ou fissura, de tal modo que seja possível introduzir o material de vedação;

Na amplitude máxima da trinca introduzem-se cunhas de aço inoxidável a fim de criar tensões que impeçam o fechamento;

Aplicação de material de plasticidade perene, fortemente aderente ao concreto. Esses materiais são elastômeros, cuja superfície de contato com o ar se polimeriza obtendo resistência física e química, mantendo, entretanto, a flexibilidade e elasticidade.

Quando deve ser medida a continuidade monolítica da estrutura, adotar a seguinte sistemática:

Repetem 1; 2; e 3 do item anterior;

Aplica-se uma película de adesivo estrutural;

Aplica-se argamassa especial semisseca, que permita adensamento por percussão, na qual se adiciona aglutinante de ruga rápida e adesivo expensor.

Quando não há tensões a considerar e é desejado apenas vedar a trinca, adotar a seguinte sistemática;

*[Handwritten signature]*



Executam-se furos feitos com broca de diamante ao longo da trinca, espaçados de 10 cm e com 5 cm de profundidade, sem atingir a armadura;

Cobre-se a trinca com um material adesivo, posicionando os tubinhos de injeção;

Injeta-se material selante adesivo (epóxi) com bomba elétrica ou manual apropriado.

### 10.8 Fôrmas

Todas as fôrmas para concreto armado serão confeccionadas em folhas de compensado com espessura mínima de 12mm, para utilização repetidas no máximo 4 vezes. A precisão na colocação de formas será de 5mm (mais ou menos).

Para o caso de concreto não aparente, se aceita o compensado resinado, entretanto, visando a boa técnica, a qualidade e aspecto plastificado, pode-se adotar preferencialmente o compensado plastificado.

Serão aceitos, também formas em virolas, tábuas de pinho, desde que sejam para concreto rebocado e estrutura de até 2 pavimentos de obras simples. Não são válidas para obras em que haja a montagem de equipamentos vibratórios.

Nas costelas não serão admitidos ripões, devendo ser as mesmas preparadas a partir da tábua de pinho ou virola de 1" de espessura.

Nas lajes onde houver necessidade de emendas de barrotes, as mesmas não deverão coincidir com suas laterais.

No escoramento (cimbramento) serão utilizados de preferência barrotes de seção quadrada com 10cm ou cilíndrico tipo estronca com 12cm de diâmetro.

As fôrmas deverão ter as amarrações e escoramentos necessários, para não sofrerem deslocamento ou deformações quando do lançamento do concreto e não se deformarem, também sob a ação das cargas e das variações de temperatura e umidade.

As passagens de canalizações através de quaisquer elementos estruturais deverão obedecer rigorosamente às determinações do projeto, não sendo permitida a mudança de posição das mesmas, salvo em casos especiais.

As peças que transmitirão os esforços de barroteamento das lajes para escoramento deverão ser de madeira de pinho de 3" ou virola, com largura de 15cm e espessura de 1". O escoramento da laje superior deverá ser contra ventado no sentido transversal, a cada 3,0m de desenvolvimento longitudinal, com peças de madeira de pinho de 3" ou virola e espessura de 1". A posição das fôrmas (prumo e nível) será objeto de verificação permanente, principalmente durante o lançamento do concreto.



Para um bom rendimento do madeirite, facilidade de desforma e aspecto do concreto, as formas devem ser tratadas com molde liso ou similar, que impeçam aderência do concreto à fôrma. Os pregos serão rebatidos de modo a ficarem embutidos nas fôrmas.

Por ocasião da desforma não serão permitidos choques mecânicos. Será permitida a amarração das fôrmas com parafusos especiais devidamente distribuídos, se for para concreto aparente, ou a introdução de ferros de amarração nas fôrmas através da ferragem do concreto.

Deverão ser observadas, além da reprodução fiel do projeto, a necessidade ou não de contra flecha, superposições de pilares, nivelamento das lajes e vigas, verificação do escoramento, contraventamento dos painéis e vedação das formas para evitar a fuga da nata de cimento.

O caibramento será executado de modo a não permitir que, uma vez definida as posições das formas, seus alinhamentos, e prumadas ocorrem seções e prumadas, ocorram deslocamentos de qualquer espécie antes, durante e após. Deverão ser feitos estudos de posicionamento e dimensionamento do conjunto e seus componentes, para que por ocasião da desforma, sejam atendidas as seções e cotas determinadas em projetos. As peças utilizadas para travesso contranivelamento etc. deverão possuir seção condizente com as necessidades. Nenhuma peça componente deverá possuir mais que uma emenda em 3m e esta emenda situa-se sempre fora do terço médio. O caibramento poderá também ser efetuado com estrutura de aço tubular.

Prazo mínimo para retirada das formas: Faces laterais 3 dias; Faces inferiores 14 dias com escoras; Faces inferiores 21 dias com pontalete.

## 10.9 Armaduras

Observar-se-á na execução das armaduras se o dobramento das barras confere com projeto das armaduras o número de barras e suas bitolas, a posição correta dos mesmos amarração e recobrimento.

Não será permitido o número de barras, diâmetros, bitolas e tipos de aço, a não ser com autorização por escrito do autor do projeto.

As armaduras, antes de serem colocadas nas formas, deverão ser perfeitamente limpas de quaisquer detritos ou excessos de oxidação. As armaduras deverão ser colocadas nas formas de modo a permitir um recobrimento das mesmas pelo concreto. Para tanto



poderão ser utilizados calços de concreto, pré-moldados ou plásticos. Estes calços deverão ser colocados com espaçamento conveniente.

As emendas de barras da armadura deverão ser feitas conforme o projeto. O não previsto só poderão ser localizadas e executadas conforme o item 6.3.5 da NB-1 (ABNT).

As armaduras a serem utilizadas deverão obedecer às prescrições da EB-3, e EB-233, da ABNT.

## 10.10 Tubos, Conexões E Acessórios

### 10.10.1 Ferro Fundido

#### Geral

Todos os tubos e conexões de ferro fundido deverão ser revestidos com argamassa de cimento, exceto aqueles usados para drenos, os quais não receberão revestimento.

#### Tubos

Os tubos de ferro fundido deverão ser fabricados pelo processo de centrifugação, de acordo com as Especificações Brasileiras EB-137 e EB-303.

As juntas do tipo ponta e bolsa elástica (com anel de borracha), e juntas mecânicas (do tipo Gibault) deverão estar em conformidade com as especificações EB-137 e EB-303, classe normal da ABNT.

As juntas flangeadas deverão obedecer a Norma PB-15 da ABNT.

O assentamento das tubulações deverá obedecer às normas da ABNT-126 e ao indicado no item especial das presentes especificações.

#### Conexões

Todas as conexões de ferro fundido deverão ser fabricadas de conformidade com a Norma PB-15 da ABNT.

Os tipos de juntas de ligação para as conexões serão as mesmas especificadas para os tubos e deverão obedecer às normas já citadas para os tubos.

As arruelas para as juntas flangeadas serão fabricadas em placas de borracha vermelha.

Os anéis de borracha para as juntas mecânicas e elásticas deverão estar de acordo com a Norma EB-137 da ABNT.

#### PVC Rígido



Os tubos de PVC rígido correr ponta bolsa e anel de borracha (PBA) deverão ser da classe indicada no projeto.

Classe 12 para pressão de serviço até 60 m.c.a.

Classe 15 para pressão de serviço até 75 m.c.a.

Classe 20 para pressão de serviço até 100 m.c.a.

Fabricados de acordo com a EB-123 da ABNT, corre Diâmetro Nominal (DN) conforme indicado no projeto.

O assentamento das tubulações deverá obedecer a PNB-115 da ABNT.

### **Válvulas E Aparelhos**

#### **Registro De Gaveta Chato Com Flanges E Volante**

Registro de gaveta, série métrica chata, corpo e tampa em feno fundido dúctil NBR 6916 classe 42012, cunha e anéis do corpo em bronze fundido ASTM 862, haste fixa corri rosca trapezoidal em aço inox, conforme a ASTM A-276 GR410, junta corpo/tampa, em borracha ABNT EB362, gaxeta em amianto grafitado, extremidades flangeadas conforme ISO 2531 PN 16 (pressão de trabalho 16 BAR) e acionamento através de volante. Padrão construtivo ABNT PB 816 partes 1.

#### **Ventosas Simples Com Flange Ou Com Rosca (Conf. Projeto)**

Ventosas simples com flange ISO 2531 PN10, corpo, tampa e flange em feno fundido dúctil NBR 6916 classe 42012, niple de descarga em latão, flutuador esférico é junta em borracha, padrão construtivo barbará ou similar.

### **Ensaio Da Linha**

Serão efetuados de acordo com as exigências das normas da ABNT.

#### **Ensaio De Pressão Hidrostática**

Deverá ser observada a seguinte sistemática:

Enche-se lentamente de água a tubulação;

Aplica-se pressão de ensaio de acordo com a pressão de serviço com que a linha irá trabalhar;

O ensaio deverá ter a duração de uma hora;

Durante o teste a canalização deverá ser observada em todos os seus pontos.

#### **Ensaio De Estanqueidade**

Uma vez concluído satisfatoriamente o ensaio de pressão, deverá ser verificado se, para manter a pressão de ensaio foi necessário algum suprimento de água.

RUA CEL. ANTÔNIO JOAQUIM, N.º 2.121, CENTRO, LIMOEIRO DO NORTE/CE, CEP 62930-000

E-mail: [sosp@limoeirodonorte.ce.gov.br](mailto:sosp@limoeirodonorte.ce.gov.br)



Se for o caso, este suprimento deverá ser medido e a aceitação da adutora ficará condicionada a que o valor obtido seja inferior ao dado pela fórmula:  $Q = NDP \cdot 1.3992$  onde:

Q = vazão em litros/hora;

N = número de juntas da tubulação ensaiada;

D = diâmetro da tubulação;

P = pressão média do teste em kg/cm.

### **Limpeza E Desinfecção**

O construtor fornecerá todo o equipamento, mão-de-obra e materiais apropriados para a desinfecção das tubulações assentadas.

A desinfecção será pelo fechamento das válvulas ou por tamponamento adequados.

A desinfecção se processará da seguinte forma:

Utilizando-se um alimentador de solução de água e cloro, isto é, um tipo de clorador, à medida que a tubulação for cheia de água, mas de tal forma que a dosagem aplicada não seja superior a 50 mg /l.

Cuidados especiais deverão ser tomados para evitar que fortes soluções de água clorada, aplicada as tubulações em desinfecção, possam refluir a outras tubulações em uso.

Com o teste simultâneo de vazamento, será considerada a vazão de água clorada que entrar na tubulação em desinfecção, menos a vazão resultante medida nos tamponamentos, ou nas válvulas situadas nas extremidades opostas às extremidades de aplicação de água clorada.

O índice de vazamento tolerado não deverá ultrapassar a 4 litros para cada 1600 m de extensão da tubulação em teste, durante 24 horas. A fiscalização, para cada teste dará o seu pronunciamento.

A água clorada para desinfecção deverá ser mantida na tubulação o tempo suficiente, a critério da fiscalização, para a sua ação germicida. Este tempo será, no mínimo de 24 horas consecutivas. Após o período de retenção da água clorada, os resíduos de cloro nas extremidades dos tubos e outros representativos, serão no mínimo, de 25 mg/l. O processo de cloração especificado será repetido, se necessário e a juízo da fiscalização, até que as amostras demonstrem que a tubulação está esterilizada.

Durante o processo de cloração da tubulação, as válvulas e outros acessórios serão mantidos sem manobras, enquanto as tubulações estiverem sob cargas de água fortemente clorada. As válvulas que se destinarem a ligações com outros ramais do sistema



permanecerão fechadas até que os testes e os resultados dos trechos em carga estejam finalizados.

Após a desinfecção, toda a água de tratamento será esgotada da tubulação e suas extremidades.

Análises bacteriológicas das amostras serão feitas pela Contratante e caso venham a demonstrar resultados negativos da desinfecção das tubulações, o Construtor ficará obrigado a repetir os testes, tantas vezes quantas exigidas pela fiscalização e correção por sua conta integral, não somente a obrigação de fornecer a Contratante as conexões e aparelhos necessários para a retirada das amostras de água, como também as despesas para repetição do processo de desinfecção.

Na lavagem deverão ser utilizadas, sempre que possível velocidade superior a 0,75 m/s.

## 10.11 Conjunto Moto Bombas

### 10.11.1 Fornecimento E Instalações De Sistemas De Bombeamento

- **Geral**

Os conjuntos motobombas submersos a serem fornecidos seguirão as exigências da SECRETARIA DAS CIDADES e demais normas de fabricantes instalados no Brasil, com as seguintes características básicas:

Motores rebobináveis, trifásico ou monofásico, potência adequada ao consumo do bombeador. Opcionalmente os conjuntos motobombas com potencias até 3cv, poderão ser fornecidos com motores tipo blindados, totalmente em aço inoxidável, hermeticamente fechado.

O bombeador deverá ser multe estágio, cujo dimensionamento seguirá sempre a faixa ótima de rendimento do modelo, com a apresentação da planilha de teste de performance por equipamento.

As características complementares do bombeador e do motor estão expressas na tabela abaixo:

## BOMBEADOR

COMPONENTES	ESPECIFICAÇÕES
-------------	----------------



Eixo	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 420 ou 304
Corpo da Bomba	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 304
Estágios	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Corpo da válvula de retenção	Aço inox AISI 304 ou Bronze
Corpo de Sucção	Aço inox AISI 304 ou Níquel
Rotores	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Difusores	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Bucha de desgaste	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Bucha de guia	Aço inox AISI 304 ou Borracha Nítrica
Acoplamento	Aço inox AISI 304 ou Bronze

**MOTOR**

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICAÇÕES
Eixo	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 420 ou 306 ou 304
Extrator	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 304 ou Aço silício
Mancal Axial	Aço inox AISI 304 ou Cerâmica carbonato
Suporte superior	Aço inox AISI 304
Suporte inferior	Aço inox AISI 304
Carcaça	Aço inox AISI 304

- **Pintura dos Equipamentos**

Todas as superfícies metálicas, não condutoras de corrente elétrica, deverão ser pintadas e submetidas tratamento adequado, o qual deverá proporcionar boa resistência a óleos e graxas em geral, garantindo durabilidade, inalterabilidade das cores, resistência à corrosão, boa aparência e fino acabamento.

Os armários dos painéis dos quadros de comando deverão receber pintura eletrostática e acabamento em pintura sintética.

- **Abrigo para quadro de comando**



A construção do abrigo será executada com fechamento em alvenaria de tijolo maciço assentado de meia vez com reboco constituído de argamassa de cimento e areia e deverá ser pintado com tinta branca à base de cal até três demãos.

Deverá ser instalado, na parte externa, pontos de luz sobre a porta, abaixo da laje de cobertura e através da instalação de um cachimbo de PVC que deverá servir para entrada da fiação do quadro elétrico. Estes serviços deverão ser executados rigorosamente de acordo com o projeto, dimensões e padrões contidos nos desenhos de detalhes, levando-se em consideração a distância das unidades.

- **Proteção para poços tubulares**

A proteção do poço tubular consistirá em dois anéis pré-moldados de concreto e tampa também em concreto. O assentamento dos anéis deverá ser feito sobre a laje de proteção construída conforme especificado em projeto. Feita a colocação dos anéis, deverá ser colocada a tampa com sub-tampa que servirá de acesso às instalações. A sub-tampa deverá ser alinhada verticalmente com a boca do poço.

- **Serviços Hidráulicos e Elétricos para montagem de Equipamentos**

Para instalação de bombas submersas serão necessários dois pares de braçadeiras, adequadas ao diâmetro externo dos tubos de recalque, bem como de um dispositivo de elevação confiável (tipo tripé) com capacidade de carga adequada aos serviços.

Antes de a instalação verificar se o conjunto motobomba não foi danificado no transporte; se o cabo não sofreu ruptura na isolação e examinar a voltagem do equipamento (placa de identificação) para ver se corresponde à voltagem da rede onde será ligada.

Para união dos cabos das bombas submersas com os cabos de alimentação que estiverem dentro do poço, em contato com a água, será necessária a utilização de isolamento tipo mufla, apropriado e recomendado para uso dentro da água.

A ligação do cabo elétrico ao conjunto motobomba deve ser feita antes da ligação ao painel de comando elétrico.

Para içar e descer o conjunto motobombas deverá ser usado um pendurador ou cabeçote, bem como trava mecânica para interromper a descida e fazer a conexão dos tubos.

Não se esquecer de encher a bomba com água antes de descê-la.

- **Quadro Elétrico de Comando e Proteção**

Os quadros deverão ser instalados no interior da casa de proteção de um só compartimento, construída em alvenaria e seu acesso se fará através de portinhola com trinco ou maçaneta, conforme projeto.



Os quadros de comando e proteção dos conjuntos motobombas, a serem fornecidos seguirão os padrões da secretaria das cidades, com as seguintes características básicas:

Dimensionamento de acordo com a potência do equipamento de bombeio ao sistema, e composto com:

Para conjuntos até 3,0cv (inclusive): contator, relê bimetalico, relê falta de fase, relê de nível com eletrodos, timer de programação, ohmímetro, voltímetro, chave comutadora, chave seccionadora, botoeira liga/desliga, chave seletora manual/automático, fusíveis de força, e comando.

Para conjuntos acima de 5,0cv: contator, relê bimetalico, relê falta de fase, relê de nível com eletrodos, timer de programação, horrífero 220 v 6 dígitos, voltímetro 96x96 com comutador, transformador de corrente, amperímetro 96x96 com comutador, chave softstarter, chave seccionadora tripolar, botoeira liga/desliga, chave seletora manual/automático, canaleta de proteção de fios, fusíveis de força, e comando.

- **Garantia**

A contratada deverá apresentar, juntamente com os equipamentos, um “Termo de Garantia”, fornecido pelo fabricante, que deverá cobrir quaisquer defeitos de projeto, fabricação, falha de material, relativamente ao fornecimento.

Este “Termo de Garantia” deverá ter validade mínima de 12 meses a partir da data de entrega.



## 11. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DOS EQUIPAMENTOS

### 11.1 Introdução

Os equipamentos são fabricados em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV), também conhecido como "fiberglass". Trata-se de um material estrutural leve, resistente e durável, com excelentes propriedades mecânicas e químicas, sendo amplamente utilizado em diversas aplicações industriais. O PRFV pode apresentar-se em formas variadas, transparente, translúcido, opaco colorido, com geometria plana ou complexa, e em diferentes espessuras, permitindo ampla versatilidade de uso.

O material é composto por uma matriz de resina poliéster reforçada com fibras de vidro, semelhantes ao reforço de ferro no concreto. A fabricação é realizada a partir de moldes, onde sucessivas camadas de PRFV são aplicadas até atingir a espessura desejada, resultando em um laminado ou produto moldado.

### 11.2 Processo de Fabricação

As placas são produzidas por meio do processo de laminação por planomoldagem, utilizando simultaneamente a aplicação de resina poliéster e fibra de vidro diretamente no molde. A estrutura das chapas é composta por camadas alternadas de mantas e tecidos de fibra de vidro, todas impregnadas com a resina previamente especificada.

### 11.3 Barreira Química (Liner)

A barreira química corresponde à superfície interna dos equipamentos, cuja função é proteger a estrutura contra hidrólise e agentes corrosivos. Ela é formada por uma camada de gel-coat isoftálico com NPG (Neopentil Glicol), incolor, com espessura entre 0,6 e 0,7 mm, seguida de uma camada dupla de véu de superfície impregnado com a mesma resina. Esta barreira apresenta alto teor de resina (aproximadamente 80% do peso) e espessura média de 2 mm.

### 11.4 Camada Estrutural

A camada estrutural externa confere resistência mecânica ao costado, fundo, tampa, emendas e bocais dos equipamentos. É composta por resina poliéster ortoftálica reforçada com manta, roving e tecido de fibra de vidro. Essa estrutura é aplicada sobre a barreira



química e atende às exigências das normas técnicas ASTM D-3299, ASTM C-581 e BS 4994, com espessura dimensionada conforme os requisitos de resistência à tração e flexão.

## 11.5 ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS DE FABRICAÇÃO

### 11.5.1 Resina ISO/NPG

Utilizada no gel-coat e na camada de véu da barreira química dos equipamentos e filtros, essa resina é um poliéster insaturado isoftálico com Neopentil Glicol, polimerizável, rígido, de média reatividade, baixa viscosidade, tixotrópico e não acelerado.

#### Principais características:

- Excelente resistência à hidrólise, blistering e intempéries;
- Alta temperatura de distorção térmica;
- Boas propriedades físico-químicas em ambientes ácidos e alcalinos.

#### Propriedades da Resina Isoftálica com NPG (Especificações):

Características (Método de Análise)	Especificações
Viscosidade Brookfield à 25° C - (PP 01-124)	320 – 480 cps
Matéria Seca a 105°C – (PP 01-035)	55 – 57 %
Índice de Tixotropia	Mínimo 1,10
Índice de Acidez – (PP 01-003)	Max. 10 mgKOH/g
Tempo Mín. de Cura – (PP 01-296)	22 – 32 min
Pico Exotérmico	170-190°C
Tempo de Gel <sup>(1)</sup> – (PP 01-296)	6 – 8 min

#### Propriedades Típicas na Aplicação:

Características	Valores Típicos
Resistência Máxima à tração (Mpa)	60
Módulo de Elasticidade em Tração (Mpa)	3.200
Elongação máxima (%)	2,0
Resistência Máxima à Flexão (Mpa)	115
Módulo de Elasticidade em Flexão (Mpa)	3.900
Deformação Máxima (%)	3,0
Dureza Barcol	40
Contração Linear (%)	2,0
Temperatura de Termodistorção (°C)	110



### 11.5.2 Resina Ortoftálica

Aplicada na camada estrutural externa dos equipamentos, essa resina é do tipo ortoftálica, rígida, tixotrópica, pré-acelerada, de média reatividade e baixa viscosidade.

#### Características principais:

- Alta temperatura de distorção térmica;
- Boa resistência química à hidrólise.

#### Propriedades da Resina

Características (Método de Análise)	Especificações
Viscosidade Brookfield à 25° C - (PP 01-124)	250 – 350 cps
Matéria Seca a 105°C – (PP 01-035)	48 – 52 %
Índice de Tixotropia – (PP 01-124)	Mínimo 1,10
Índice de Acidez – (PP 01-003)	Max. 30 mgKOH/g
Tempo de Gel <sup>(3)</sup> – (PP 01-371)	10 – 13 min

#### Propriedades da Resina na Aplicação

Características	Valores Típicos
Resistência Máxima à tração (Mpa)	50
Módulo de Elasticidade em Tração (Mpa)	3.600
Elongação máxima (%)	1,5
Resistência Máxima à Flexão (Mpa)	80
Módulo de Elasticidade em Flexão (Mpa)	3.300
Deformação Máxima (%)	1,5
Dureza Barcol	45
Contração Linear (%)	2,0
Temperatura de Termodistorção (°C)	90
Resistência ao impacto (método IZOD) com entalhe (J/m)	18

### 11.5.3 Fibras de Vidro

As fibras de vidro são os principais materiais de reforço utilizados nos plásticos reforçados. Suas principais características incluem:

- Baixo coeficiente de dilatação térmica
- Elevadas propriedades mecânicas
- Resistência a altas temperaturas
- Alto alongamento na ruptura

As fibras de vidro atuam como reforço das resinas e não devem ser expostas ao ambiente agressivo.

#### Propriedades das Fibras de Vidro



Características	Valores Típicos
Peso Específico	2.54
Dureza (esc. MOH)	6.5
Densidade (g/dm <sup>3</sup> )	2627
Ângulo de Contato com Água (graus)	0
Coefficiente de Fricção com Vidro	1.0
Absorção de Umidade Superficial (%máx)	0.3
Retenção de Umidade	Nenhuma
Resistência a tração (psi) a 22 C/a 370 C/ a 540 C	500.000/380.000/250.000
Módulo de Elasticidade (psi) a 22 C	10.5 x 10 <sup>6</sup>
Alongamento Máximo até Ruptura (%)	4.8
Recuperação da Elasticidade (%)	100
Índice de Refração, 500 milimicrons a 32 C	1.549
Clareza	Transparente
Transmissão Ultravioleta	Opaca
Permissividade Relativa a 22 C, 60 Hz	6.5 a 6.8
Fator de Dissipação a 22 C, 60 Hz a 10 MHz	0.002 a 0.005
Resist. Volumét. a 22C a 500 VDC (OHMS-cm)	10 <sup>15</sup> - 10 <sup>16</sup>
Resist. Superf. a 22C a 500 VDC (OHMS)	10 <sup>13</sup> - 10 <sup>16</sup>
Coefficiente de expansão linear (por F)	2.8 x 10 <sup>-6</sup>
Coefficiente de Condutividade (BTU-IN/HR/SQ.FT/F)	6.0
Calor Específico a 22 C	0.197
Velocidade de Propagação do Som (m/s)	5.500
Impedância (gm/cm/s)	1.4 x 10 <sup>6</sup>

#### 11.5.4 Manta

Composta por fibras de vidro cortadas (5 cm), distribuídas aleatoriamente e unidas por ligantes, permitindo formação de laminados isotrópicos. Utilizada na construção do costado dos equipamentos.

#### Características:

Características	Especificação
Umidade (%)	0.00 - 0.20
PAF (%)	2.45 - 4.55
Gramatura	373.0 - 526.0

#### 11.5.5 Tecido

Os tecidos de fibra de vidro são obtidos da tecelagem plana de rovings. São aplicados no costado dos equipamentos intercalando com as mantas e impregnados com a resina Ortoftálica/Pet, conforme as normas já mencionadas, com o objetivo de permitir aos equipamentos altas propriedades mecânicas principalmente resistência ao impacto. O tecido



COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
Fls. 2297  
Rúbrica

especificado para os equipamentos é o TECIDO WOVEN ROVEN 600 g/m<sup>2</sup>, tem teor de vidro médio de 40% e compatibilidade com a resina poliéster empregada.

**Características:**

Característica	Especificação
Umidade (%)	0.00 – 0.10
PAF (%)	0.30 – 0.70
Gramatura	540.00 – 660.00

**11.5.6 Gel-Coat**

Revestimento de acabamento e proteção da superfície interna dos equipamentos. Forma parte da barreira química, oferecendo resistência à umidade e intempéries. O gel-coat utilizado é do tipo isoftálico com NPG, incolor, formulado a partir de resina poliéster insaturado.



## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12211: **Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro, p.14.1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12213: **Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público**. Rio de Janeiro, p. 5.1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12216: **Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, p. 18.1992.
- DI BERARDO, Luiz; SABOGAL PAZ, Lyda Patricia. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água**. Vol. 1. São Carlos: Editora LDIBE LTDA, 2168.
- PORTO, Rodrigues de Melo. **Manual de Hidráulica Básica**. 4ª ed. São Carlos: EESC – USP, 2166.
- TOBERGTE, D. R.; CURTIS, S. Abastecimento de água. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2013.
- VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 3 ed. v.1 Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2165. 452 p.



### 13. MEMORIAL DE CÁLCULO

#### 13.1 Vazões de Projeto

##### DEMANDAS DE VAZÃO ETA

###### Estudo de População

P= População calculada

Nº unid. Número de ligações ..... 2350

Tx= número de ocupantes por ligação ..... 4,0

$$P = \text{N}^\circ \text{unid. Hab.} \cdot \text{Tx. Ocupação} =$$

P= 

9400	início projeto
------	----------------

Ou seja, população atual multiplicado pela taxa de ocupação que em situação é de 4,0 pessoas por ligação totalizando 9.400 hab.

Já a demanda de crescimento será utilizada de acordo com o a taxa crescimento de 2%

Pp=População de projeto hab.

P=População atual ..... 9400

Tc=Taxa de crescimento 2%..... 2,00

Projeção de Atendimento em anos ..... 20

$$Pp = P \times (1 + Tc)^{20}$$

Pp= 13968

Para esse projeto usa-se o valor para 20 anos com total de

13968	Habitantes
-------	------------

##### DEMANDA DE CONSUMO

###### VAZÃO MEDIA DE CONSUMO

Qm=Vazão média l/s

Pp=População de projeto ..... 13968

Consumo per capita em l/hab./dia ..... 100

Tempo em segundos dias ..... 86400

$$Qm = (Pp \times \text{consumo per capita}) / 86400$$

Qm= 

16,17	L/S
-------	-----

Qm= 

58,20	m³/h
-------	------

##### VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO

Qmd=Vazão média diária l/s

Qm=Vazão média ..... 16,17

K1= coeficiente adotado para DIMENSIONAMENTO ..... 1,2



$$Qmd = Qm * K1 \quad 16,17 \times 1,2$$

Qmd=	19,40	L/s
Qmd=	69,84	m³/h

### VAZÃO DA HORA DE MAIOR CONSUMO

Qmh=Vazão máxima horaria - l/s

Qmd=Vazão do dia de maior consumo -l/s ..... 19,40

K2 - coeficiente de DIMENSIONAMENTO ..... 1,5

$$Qmh = Qmd * K2 \quad 19,40 \times 1,5$$

Qmh =	29,10	L/s
Qmh =	104,76	m³/h

### VAZÃO DE ADUÇÃO

Qa=Vazão de adução l/s

Qmd=Vazão do dia de maior consumo ..... 19,40

T= horas de funcionamento indicação edital ..... 16

$$Qa = (Qmd \times 24) / t$$

Qa=	29,10	L/s
Qa=	104,76	m³/h

No caso é preciso acrescentar 5% de acréscimo para usar na lavagem do filtro

Qau=Vazão de adução usada l/s

Qa=Vazão de adução

$$Qau = Qa \times (1+0,5) \quad 29,10 \text{ L/s} \quad 29,10 \times (1,05)$$

Qau=	30,56	L/s
Qau=	110,00	m³/h

*[Handwritten signature]*



## 13.2 Floculador Hidráulico

### 1. Dados para o dimensionamento

Vazão	110,00 m <sup>3</sup> /h	30,56 l/s
	0,03056 m <sup>3</sup> /s	
Gravidade	9,80886 m/s <sup>2</sup>	
Peso específico	9782,65 N/m <sup>3</sup>	
Viscosidade absoluta	0,001008 N.s/m <sup>2</sup>	
Viscosidade cinemática	0,000001 m <sup>2</sup> /s	

Para o dimensionamento hidráulico foi definir o número de floculadores necessários para realizar a floculação da água, para a vazão estabelecida.

Dessa forma, adotou-se **2,0** floculador, resultando em uma vazão individual de **0,01528 m<sup>3</sup>/s**

### 1.1. Escolha do tipo de floculador

Adotou-se um Floculador hidráulico, do tipo de bandejas perfuradas descritos em Vianna (2014).

### 3. Escolher quantidade de bandejas a serem perfuradas

Adotou-se **3** Bandejas

### 4. Adotar velocidade nos orifícios em cada bandeja

Vianna (2014) recomenda que as velocidades da água ao passar pelos orifícios das placas sejam maiores ou iguais a 10 cm/s.

Adotou-se

V1	0,6	m/s
V2	0,4	m/s
V3	0,2	m/s

cm/s	m/s
1	0,01
70	0,7

### 5. Calcular área total dos orifícios em cada bandeja (Ato)

BANDEJA 01			BANDEJA 02			BANDEJA 03		
Q	0,015	m <sup>3</sup> /s	Q	0,015	m <sup>3</sup> /s	Q	0,015	m <sup>3</sup> /s
V	0,6	m/s	V	0,4	m/s	V	0,2	m/s
Ato1	<b>0,025</b>	m <sup>2</sup>	Ato2	<b>0,038</b>	m <sup>2</sup>	Ato3	<b>0,076</b>	m <sup>2</sup>



**6. Adotar diâmetro dos orifícios (Do)**

$$Ato = \frac{Q}{V}$$

Adotou-se	25 mm	35 mm	40 mm
	0,025 m	0,035 m	0,040 m

**7. Calcular área individual do orifício (Aind)**

$$Aind = \pi \frac{D^2}{4}$$

Do	0,025 m	0,035 m	0,040 m
Aind	0,0005 m <sup>2</sup>	0,0010 m <sup>2</sup>	0,0013 m <sup>2</sup>

**8. Calcular número de orifícios por bandeja**

BANDEJA 01			BANDEJA 02			BANDEJA 03		
Ato1	0,025	m <sup>2</sup>	Ato2	0,038	m <sup>2</sup>	Ato3	0,076	m <sup>2</sup>
Aind	0,0013	m <sup>2</sup>	Aind	0,0013	m <sup>2</sup>	Aind	0,0013	m <sup>2</sup>
Nº orifícios	<b>20,26</b>	orifícios	Nº orifícios	<b>30,39</b>	orifícios	Nº orifícios	<b>60,79</b>	orifícios
Nº orifícios	<b>30,0</b>	orifícios	Nº orifícios	<b>31,0</b>	orifícios	Nº orifícios	<b>61,0</b>	orifícios
Nova área	<b>0,038</b>	m <sup>2</sup>	Nova área	<b>0,039</b>	m <sup>2</sup>	Nova área	<b>0,077</b>	m <sup>2</sup>
Nova velocidade	<b>0,41</b>	m/s	Nova velocidade	<b>0,39</b>	m/s	Nova velocidade	<b>0,20</b>	m/s

$$\text{Nº orifícios} = \frac{Ato}{Aind}$$

**9. Nº de Reynolds**

BANDEJA 01			BANDEJA 02			BANDEJA 03		
Do	0,040	m	Do	0,040	m	Do	0,040	m
v1	0,41	m/s	V1	0,39	m/s	V1	0,20	m/s
v	0,000001	m <sup>2</sup> /s	v	0,000001	m <sup>2</sup> /s	v	0,000001	m <sup>2</sup> /s
Re1	<b>16.210</b>		Re2	<b>15.687</b>		Re3	<b>7.972</b>	

$$Re_D = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

**10. Espaçamento entre os furos**



$\frac{X}{S}$	S1	0,20	m
	S2	0,20	m
	S3	0,20	m

Encontrar distância para interferência dos jatos (X) pela relação X/S

BANDEJA 01			BANDEJA 02			BANDEJA 03		
X/s	<b>4,35</b>		X/s	<b>4,40</b>		X/s	<b>4,43</b>	
S1	0,20		S2	0,20		S3	0,20	
X1	<b>0,88</b>	m	X2	<b>0,88</b>	m	X3	<b>0,89</b>	m
Xadotad	<b>0,30</b>	m	Xadotad	<b>0,90</b>	m	Xadotad	<b>1,10</b>	m

### 11. Coeficiente de descarga (Cd)

Em orifícios circulares o Cd varia dentre 0,8 e 0,9 (VIANNA, 2014)

Adotou-se Cd **0,90**

### 12. Gradiente de velocidade

BANDEJA 01			BANDEJA 02			BANDEJA 03		
D	0,0400	m	D	0,0400	m	D	0,040	m
S	0,2000	m	S	0,2000	m	S	0,2000	m
v1	0,405	m/s	v1	0,392	m/s	v1	0,199	m/s
u	0,000001		u	0,000001		u	0,000001	
Cd	0,9000		Cd	0,9000		Cd	0,9000	
X	0,3000	m	X	0,9000	m	X	1,100	m
G	<b>65,58</b>	s-1	G	<b>36,04</b>	s-1	G	<b>11,81</b>	s-1

$$G = \frac{D}{S} \sqrt{\frac{\pi \cdot v^3}{8 \cdot v \cdot C_d^2 \cdot X}}$$

5.9.2.2 Não sendo realizados ensaios, deve ser previsto gradiente de velocidade máximo, no primeiro compartimento de 70 s<sup>-1</sup> e mínimo, no último, de 10 s<sup>-1</sup>.

### 13. Profundidade da lâmina líquida do floculador (hf)

$hf = X1 + X2 + X3$	X1	0,30	m
	X2	0,90	m
	X3	1,10	m
	hf	<b>2,30</b>	m



Entretando foi adotado hf =

**5,00** m

**14. Adotar diâmetro do floculador (Df)**

Adotou-se um diâmetro de

**2,50** m

**15. Cálculo da área do floculador (Af)**

$$Af = \pi \frac{D^2}{4}$$

Df 2,50 m

**Af 4,91 m<sup>2</sup>**

**16. Cálculo do Volume do floculador (Vf)**

$$Vf = Af \times hf$$

Af 4,91 m<sup>2</sup>

hf 5,00 m

**Vf 24,54 m<sup>3</sup>**

**13) Tempo de floculação (TDH)**

$$TDH = \frac{Vf}{Q}$$

Vf 49,09 m<sup>3</sup>

Q 0,03056 m<sup>3</sup>/s

TDH 1606,50 s

**TDH 26,78 min**

**NBR 12216**

5.9.2.1 Dependendo do porte da estação e a critério do órgão contratante, não sendo possível proceder aos ensaios destinados a determinar o período de detenção adequado podem ser adotados valores entre 20 min e 30 min, para floculadores hidráulicos, e entre 30 min e 40 min, para os mecanizados.



### 13.3 Decantador de Alta Taxa

#### UNIDADE DE SEDIMENTAÇÃO: DECANTADOR DE ALTA TAXA

##### Justificativa:

\* Foi adotado como unidade de sedimentação com decantador de alta taxa com módulos tubulares paralelos com a finalidade de clarificação do meio líquido, ou seja, permitir a separação da fase sólida (formada pelos flocos originados nas unidades anteriores) da líquida.

\* O decantador foi projetado circular e pré-fabricado em fibra de vidro

Para o dimensionamento adotou-se o seguinte procedimento;

\* Foi definido a velocidade crítica de sedimentação (Vs) das partículas a serem 100% removidas, que é numericamente igual à taxa de escoamento superficial do decantador;

\* Velocidade de escoamento dentro do duto

#### 1. DECANTADOR DE ALTA TAXA

	Valor	Unidade	Valor	Unidade
1.1. Vazão da ETA	30,56	L/s	0,030556	m <sup>3</sup> /s
1.2. Quantidade de decantadores	2,00			
1.3. Módulos por decantador	1,00			
1.4. Quantidade de calhas por decantador (ver dimensionamento das calhas)	1,00			
1.5. Velocidade de escoamento no interior do duto	15,00	cm/min	0,003	m/s
1.6. Velocidade de sedimentação	1,50	cm/min	21,600	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> xdia)
1.7. Espessura da parede do duto	e 1,00	mm	0,001	m
1.8. Area livre dos dutos				
	l1 90,00	mm	0,090	m
				x
	h1 50,00	mm	0,050	m
	l2 75,00	mm	0,075	m
				x
	h2 50,00	mm	0,050	m
1.9. Base inferior do tronco de pirâmide invertida	1,50	m		
1.10. Diâmetro do modulo de decantação adotada	3,50	m		
1.11. Inclinação dos dutos com a horizontal	60,00	°	1,047	Rad
1.12. Ângulo de inclinação da parede da descarga hidráulica (na direção da largura)	60,00	°	1,047	Rad
1.13. Número de dutos por m <sup>2</sup> de seção transversal dos dutos	117,00			
1.14. Espaçamento entre as calhas de coleta em cada decantador	0,60	m		
1.15. Perímetro dos dutos	0,54	m		
1.16. Área das paredes por m <sup>2</sup> de seção transversal dos dutos	0,06	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>		
1.17. Vazão por decantador	0,01528	m <sup>3</sup> /s	15,278	L/s
1.18. Vazão por modulo	0,01528	m <sup>3</sup> /s	15,278	L/s
1.19. Área necessária de dutos	6,52	m <sup>2</sup>		

*[Handwritten signature]*



1.20. Área horizontal dos dutos em cada decantador	7,53	m <sup>2</sup>		
1.21. Comprimento necessário dos dutos	1,00	m		
1.22. Comprimento extra devido à inclinação dos dutos	0,50	m		
1.23. Comprimento em cada decantador	2,65	m		
1.24. Verificação do Diâmetro adotado	3,10	m		
1.25. Vazão por metro de vertedor	2,18	L/(sxm)	0,002183	m <sup>3</sup> /(sxm)
1.26. Altura de poço de armazenamento de lodo (H <sub>p1</sub> )	1,73	m		
1.27. Distância entre a extremidade superior do poço e dutos (H <sub>p2</sub> ) (adotado)	0,30	m		
Velocidade de escoamento no orifício, ve	0,12	m/s		
Diâmetro do orifício (tubulação de entrada)	0,08	m		
Velocidade de escoamento no orifício máx. Vex.max	0,02	m/s		
Vex	0,00	m/s		
Vex/Vor	0,01			
r	0,69	m		
h	1,39	m		
1.28. Altura dos dutos inclinados (H <sub>p3</sub> )	0,87	m		
1.29. Largura da calha de coleta	0,20	m		
1.30. Altura interna calha de coleta	0,20	m		
1.31. Distância entre a extremidade superior dos dutos e a calha de coleta (H <sub>p4</sub> )	0,20	m		
1.32. Altura das calhas (externa)	0,20	m		
1.33. Altura útil do decantador	3,30	m		
1.34. Cálculo hidráulico de calhas, ver item: "Calhas coletoras de água decantada"				

## 2. ENTRADA NO DECANTADOR

### 2.1. Verificação do gradiente de entrada ao adensador

	Valor entrada	Unidade
Vazão Q do sistema	0,01528	m <sup>3</sup> /s
Diâmetro adotado:	300,00	mm
Velocidade média	0,2161	m/s
Massa específica da água γ	997,100	Kg/m <sup>3</sup>
Temperatura da água	25,00	°C
Viscosidade absoluta da água (25°C) μ	9,11E-05	kg.s/m <sup>2</sup>
Viscosidade cinemática (25 °C)	8,93E-07	m <sup>2</sup> /s
f (Fórmula universal)	0,015	-



Gradiente de mistura:

16,78	s <sup>-1</sup>
-------	-----------------

**2.2. Entrada e distribuição no decantador.**

Número de orifícios por face no duto

15	und
----	-----

Número de face do duto

2	und
---	-----

Diâmetro dos orifícios

75	mm
----	----

Espaçamento entre orifícios

0,148	m
-------	---

Vazão em cada orifício (Qo)

0,000509	m <sup>3</sup> /s
----------	-------------------

Velocidade em cada Orifício (U)

0,115	m/s
-------	-----

Perda de carga no duto hf (m)

0,002	m
-------	---

$$h_f = \left( \frac{Q}{C_d \cdot A} \right)^2 \cdot \frac{1}{2g}$$

Gradiente de mistura no duto distribuidor

$$G = (\gamma/2\mu g)^{0,5} \cdot (f/4 R_H)^{0,5} \cdot VL^{1,5}$$

Massa específica da água $\gamma$	997,1	Kg/m <sup>3</sup>
Temperatura da água	25	°C
Viscosidade absoluta da água (25°C) $\mu$	9,11E-05	kg.s/m <sup>2</sup>
Viscosidade cinemática (25 °C)	8,93E-07	m <sup>2</sup> /s
f (Fórmula universal)	0,02	-
Gradiente de mistura	<b>15,10</b>	s <sup>-1</sup>

**3. REMOÇÃO DE LODO**

A remoção do lodo se dará na parte inferior do decantador, na zona de acumulação de lodos. Será instalado uma tubulação no fundo do decantador, que permita uma velocidade de escoamento superior a 3m/s. A vazão da descarga do tubo extrator é dada por:

$$Q_{qe} = C_d S_t \sqrt{2gh_b}$$

onde:

C<sub>tf</sub> - coeficiente em função da relação entre o comprimento total equivalente e o diâmetro da tubulação.

Usando a tabela abaixo e adotando:

S - Seção da tubulação

hd - perda de carga

Quadro 3. Valores de Cd em função de L/D (tabela 9.6 Livro Di Bernardo)

L <sub>e</sub> /d (m)	Cd
300	0,33
200	0,39
100	0,47
90	0,49
80	0,52
70	0,54
60	0,56
50	0,58
40	0,64
30	0,70
20	0,73



**3.1. Poço acumulação de lodo**

Poço longitudinal único por decantador

1	und
60°	1,0472rad

Ângulo de inclinação do poço

Base maior

Largura do poço

3,50	m
1,75	m

R poço

Base menor

Largura do poço

1,50	m
0,75	m

r poço

Altura poço

1,73	m
------	---

Altura livre do poço

0,15	m
------	---

Hp1

Volume do poço de lodos

1,88	m
------	---

Numero poços / decantadores

8,96	m <sup>3</sup>
------	----------------

Volume total para acumulação de lodo

1,00	und
------	-----

Taxa de produção de lodo adotada

8,96	m <sup>3</sup>
------	----------------

Volume de lodo produzido

3,00	mL/L
------	------

"Após de 60 min de decantação"

\*\* Contudo só é suficiente uma (1) descarga diária dos lodos nos decantadores.

Capacidade máxima de armazenamento de lodos

7,92	m <sup>3</sup> /d
------	-------------------

Frequência adotada de descarga de lodos

1,13	dias
------	------

Volume de produção de lodos entre descargas

12,00	h
-------	---

Duração da descarga

3,96	m <sup>3</sup>
------	----------------

**3.2. Tubo extrator de lodo**

Distância entre tubos

0,91	min
------	-----

Numero de tubos

0,50	m
------	---

Diâmetro

1,0	und
-----	-----

Seção do tubo

200	mm
-----	----

Comprimento unitário da tubulação

3,14E-02	m <sup>2</sup>
----------	----------------

Perda de carga equiv.

1,00	m
------	---

Curva 45° x 2 und

3,00	m
------	---

Entrada

1,00	m
------	---

saida canal

0,60	m
------	---

1,40	m
------	---

*[Handwritten signature]*



Comprimento total equiv.	4,00	m
--------------------------	------	---

Carga, <b>H<sub>DL</sub></b> : (Distância entre os orifícios e a calhas coletoras de água decantada)	1,00	m
Leq/D	20,0	m
Cd (Quadro 3)	0,52	-
Vazão por tubulação	72,74	L/s
Velocidade na tubulação	2,315	m/s

#### 4. DADOS CONSTRUTIVOS DO DECANTADOR

Diâmetro de cada decantador		3,50	m
Comprimento interno do decantador		2,65	m
Borda Livre	<b>B. L</b>	0,20	m
Altura externa calha coletora	<b>A.C</b>	0,20	m
Altura acima dos perfis	<b>Hp4</b>	0,20	m
Altura de perfis	<b>Hp3</b>	0,87	m
Altura livre abaixo dos perfis	<b>Hp2</b>	1,00	m
Altura pirâmide (lodos)	<b>Hp1</b>	1,73	m
Altura mínima pirâmide (lodos)	<b>V.M</b>	0,15	m
Altura total do decantador	<b>Ht</b>	4,35	m
Altura total do decantador adotado	<b>Ht</b>	4,80	m

#### 1.5 Bibliografia

Di Bernardo, Luiz; **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**, Volume I; Rio de Janeiro: ABES, 1993.



### 13.4 Filtros Ascendentes

#### 1.1. Vazão

$$Q = 110,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 1.2. Quantidade de Filtros

$$2$$

#### 1.3. Vazão da ETA (Qf)

$$Q_f = 55,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 1.4. Taxa de Aplicação Superficial (Tas)

$$T_{as} = 190 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

#### 1.5. Área do filtro (Af)

$$A_f = \frac{Q_f \times 24}{T_{as}}$$

$$A_f = 6,95 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times \text{Área}}{\pi}}$$

$$D = 2,97 \text{ m}$$

$$D_{\text{adot}} = 3,00 \text{ m}$$

#### 1.6. Área do filtro recalculada (A)

$$A = \frac{\pi \times D_{\text{adot}}^2}{4}$$

$$A = 7,07 \text{ m}^2$$

#### 1.7. Taxa de aplicação superficial corrigida (Tas corr.)

$$T_{as \text{ corr.}} = \frac{Q_f \times 24}{A}$$

$$T_{as} = 186,74 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

### 2. Características do meio filtrante

LEITO FILTRANTE			
Espessura da camada (L)	1,6	m	
Tamanho dos grãos	0,6	2,0	mm
Tamanho efetivo - d10	0,84	mm	
Coefficiente de desuniformidade (Cd)	1,68		
Coefficiente de esfericidade (Ce)	0,7		
Massa específica (ρs)	2650	Kg/m <sup>3</sup>	
Porosidade (P)	0,40	m	

Segundo Di Bernardo (2003), o leito terá essas características o lado.

*[Signature]*



CAMADA SUPORTE (PEDREGULHO)			
Espessura da camada (L)	0,55	m	
Tamanho dos grãos	3,2	38,0	mm
Coefficiente de esfericidade (Ce)	0,85		
Porosidade (P)	0,45	m	
Massa específica ( $\rho_s$ )	2650	Kg/m <sup>3</sup>	

Usou-se a camada suporte ao lado, segundo Di Bernardo (2005).

### 3. Sistema de Lavagem

#### 3.1. Cálculo da velocidade ascensional da água

**Dados:**

Tamanhos dos grãos  $G = 0,6$

Tamanhos dos grãos em mm em tabela 2 mm

O DQE é a média geométrica dos valores extremos dos diâmetros

$$Deq = \sqrt{\frac{0,6 \times 1}{1000}}$$

$$Deq = 0,001086278 \quad m$$

TEMPERATURA DA ÁGUA	T =	30	°C
PESO ESPECÍFICO	g =	9765	N/m <sup>3</sup>
MASSA ESPECÍFICA	$\rho_a$ =	995,7	Kg/m <sup>3</sup>
VISCOSIDADE CINEMÁTICA	n =	0,0000008	m <sup>2</sup> /s
VISCOSIDADE ABSOLUTA	$\mu$ =	0,000798	Ns/m <sup>2</sup>
ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE	g =	9,81	m/s <sup>2</sup>

As equações utilizadas para determinar a velocidade ascensional foram calculadas segundo Libânio (2008).

#### 3.2. Número de galileu

$$Ga = \frac{Deq^3 \times \gamma \times (\rho_s - \rho_a) \times g}{\mu^2}$$

$$Ga = \boxed{32525,88}$$

#### 3.3. Velocidade mínima de fluidização

$$Vmf = \left( \frac{\mu}{\rho_a \times Deq} \right) \times \left[ \sqrt{(33,7)^2 + 0,0408 \times Ga} - 33,7 \right]$$

*[Handwritten signature]*



$$V_{mf} = 0,01 \text{ m/s}$$

Multiplica-se por sessenta e temos a velocidade em m/min

$$V_{mf} = 0,71 \text{ m/min}$$

$$V_a = 1 \text{ m/min}$$

Para descobrir a velocidade ascensional da água é necessário dividir por 60

**VELOCIDADE ASCENCIONAL DA**  $V_a = 0,0167 \text{ m/s}$   
 $0,0167 \text{ m/s}$

### 3.4. Expansão do meio filtrante durante a lavagem

Cálculo de expansão do meio filtrante durante a lavagem segundo o método utilizado por Libânio (2008). OBS. Equações usadas na planilha abaixo.

Dados:

### 3.5. Velocidade intersticial

$$V_i = 0,0167 \text{ m/s}$$

Vi é igual a velocidade ascensional

### 3.6. Fórmulas utilizadas na tabela abaixo

	$Deq \cdot \sqrt{D_{sup} \times D_{inf}}$
Diâmetro Equivalente ( $d_{eq}$ )	$X_i = \frac{L_i}{\sum L}$
Fração em peso de cada subcamada (i) do meio filtrante entre duas peneiras consecutivas	
Número de Galileu (Ga)	$Ga = \frac{Deq^3 \times \gamma \times (\rho_s - \rho_a) \times g}{\mu^2}$
Reynolds Modificado ( $Re_m$ )	$Re_m = \frac{C \times dep \times V_i}{6 \times \nu \times (1 - Pe)}$
Velocidade mínima de fluidização ( $V_{mf}$ )	$V_{mf} = \left( \frac{\mu}{\rho_a \times Deq} \right) \times \left[ \sqrt{(33,7)^2 + 0,0408 \times Ga} - 33,7 \right]$
Equação modelo *	$A = \frac{Pe^3}{(1 - Pe)^2} \times \left( \frac{\gamma \cdot (\rho_g - \rho) \times Ce^3 \times Deq^3}{216 \times \mu^2} \right)$

\*O modelo apresentado pela equação abaixo, é válido para  $Re_m > 0,2$ , para porosidade  $< 0,85$  quando  $Re_m < 100$  e inferior a 0,90 quando  $Re_m > 100$ :

*[Handwritten signature]*



$$\text{Log } A = 0,56543 + 1,09348 \log \text{ Rem} + 0,17979 (\log \text{ Rem})^2 - 0,000392 (\log \text{ Rem})^4 - 1,5 (\log \text{ Ce})^2$$

TABELA 1. Iterações para cálculo de expansão durante a lavagem

Subcamada	L (m)	d <sub>sup</sub> (m)	d <sub>inf</sub> (m)	x <sub>i</sub>	d <sub>eqi</sub> (m)	G <sub>a</sub>	V <sub>mf</sub> (m/s)	P <sub>ei</sub>	x <sub>i</sub> /(1-P <sub>ei</sub> )	Re <sub>m</sub>	A	Meta*
1	0,17	0,00071	0,00059	0,11	0,0006	6878	0,005	0,62	0,28	4,17	18,9	0,00
2	0,10	0,00084	0,00071	0,06	0,0008	11684	0,007	0,58	0,15	4,45	20,5	0,00
3	0,32	0,00100	0,00084	0,20	0,0009	19530	0,009	0,54	0,43	4,80	22,7	0,00
4	0,28	0,00119	0,00100	0,18	0,0011	32931	0,012	0,50	0,35	5,26	25,7	0,00
5	0,30	0,00141	0,00119	0,19	0,0013	55135	0,015	0,46	0,35	5,81	29,3	0,00
6	0,18	0,00168	0,00141	0,11	0,0015	92485	0,019	0,42	0,20	6,47	34,0	0,00
7	0,25	0,00200	0,00168	0,16	0,0018	156239	0,023	0,39	0,26	7,28	40,1	0,00
<b>Total</b>	<b>1,60</b>		<b>Total</b>	<b>1,00</b>				<b>Total</b>	<b>2,01</b>			

### 3.7. Determinação Pe (Porosidade Do Meio Filtrante Expandido)

$$Pe = 1 - \frac{1}{\sum \frac{xi}{(1-Pa)}} \quad Pe = 0,50$$

### 3.8. Expansão Do Meio Filtrante (E)

$$E (\%) = \frac{Pfe - Pfo}{1 - Pfo} \times 100$$

E = 20,82 %

### 3.9. Altura Do Meio Filtrante Expandido (Le)

$$Lfe = Lfo \times \frac{(1 - Po)}{(1 - Pe)}$$

Le = 1,93 m

META\*: Artificio do programa EXCEL para realizar iterações. Iterações essas necessárias para o cálculo de expansão.

## 4. Coleta De Água De Lavagem E Filtrada (Calha De Coleta)

### 4.1. Vazão de lavagem para o filtro (Qlf)

$$Q = Va \times A \quad Qlf = \text{ 0,1178 m}^3/\text{s} \text{ } \times 3600 \text{ e tem o valor em MP/h}$$



Cálculo da calha de coleta de água de lavagem e filtrada segue segundo Richter (1995).

$$Q_{lf} = \boxed{424,12 \text{ m}^3/\text{h}}$$

#### 4.2. Dimensionamento da calha do filtro

##### 4.2.1. Largura útil (b)

$$b = \boxed{0,30 \text{ m}} \text{ Adotado}$$

##### 4.2.2. Altura máxima da água (H)

$$H = \sqrt[3]{\left(\frac{Q}{1,3xb}\right)^2}$$

$$H = \boxed{0,45 \text{ m}}$$

$$H_{\text{adot}} = \boxed{0,45 \text{ m}}$$

#### 4.3. Cálculo da perda de carga durante a lavagem

##### 4.3.1. Perda de carga no leito (areia)

$$\frac{H}{L} = \frac{(1 - P_o)(\rho_s - \rho_a)}{\rho_a}$$

$$h_f = \boxed{1,59 \text{ m}}$$

#### 5. Perda de carga na camada suporte

Usa-se a mesma formula, do Viana (2012) usada anteriormente para o mesmo cálculo

$$\frac{H}{L} = \frac{(1 - P_o)(\rho_s - \rho_a)}{\rho_a}$$

$$h_f = \boxed{0,50 \text{ m}}$$

##### 5.1. Perda de carga no sistema de drenagem

Número de vigas por filtro $N_v$	4
Espaçamento entre os orifícios $X_o$ (m)	0,19
Número de orifícios $N_o$	165
Diâmetro de cada orifício $D_o$ (pol.)	0,75
Diâmetro de cada orifício $D_o$ (m)	0,0191
Área de cada orifício $A_o$ (m <sup>2</sup> )	0,0003
Vazão em cada orifício $Q_o$ (m <sup>3</sup> /s)	0,0004
Velocidade de passagem pelo orifício $V_o$ (m/s)	1,45
Coefficiente de descarga $C_d$	0,61

$$H_f = \frac{\left(\frac{q_o}{C_d \times A}\right)^2}{2 \times g}$$

$$H_f = \boxed{0,29 \text{ m}}$$

#### 6. Tubulações

*[Handwritten Signature]*



### 6.1. Perdas de Carga na Tubulação de Sucção

#### Dimensionamento das tubulações

Velocidades máximas			Diâmetros			Velocidades		
$V_{la,máx} =$	3,60	m/s	$D_{l,a} =$	250	mm	$V_{l,a} =$	2,40	m/s
$V_{le,máx} =$	1,80	m/s	$D_{l,e} =$	250	mm	$V_{l,e} =$	2,40	m/s

Diâmetro Adot.  $d_{adot} = 0,25$  m

Sucção			
Acessório	Comprimento equivalente (m)		
Válvula de pé e crivo	265 D	66,25	m
Curva 90° R/D = 1,5	12,8 D	3,2	m
Entrada	14,7D	3,675	m
Tê de passagem direta	21,8D	5,45	m
Comp. Real	3	3	m
<b>Comp. Total (<math>L_s</math>)</b>		<b>81,575</b>	<b>m</b>

### 6.2. Coeficiente de rugosidade ( $\epsilon$ )- material pvc

$$Re = \frac{4 \times Q}{\pi \times d \times v}$$

$\epsilon = 0,1$  mm

$$f = \frac{0,25}{\left( \log \left( \frac{\epsilon}{3,7 \cdot d} \right) + \left( \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right)^2}$$

$Re = 746268,6567$

$f = 0,009352333$

$$J_s = \frac{8 \times f \times Q^2}{8 \times \pi^2 \times D^5}$$

$J_s = 0,010983204$

Portanto, a perda de carga total na sucção será:

$$\Delta H_s = J_s \times L_s$$

$\Delta H_s = 0,895954843$

### 6.3. Perda de Carga na Tubulação de Recalque

Diâmetro Adot.  $d_{adot} = 0,25$  m

#### Recalque

*[Handwritten signature]*



Acessório	Comprimento equivalente (m)			Acessório	Comprimento equivalente (m)		
Saída			m	Registro de gaveta aberto	7D	1,75	m
curva 90° R/D=1	17,5D	4,375	m				
Tê passagem direta	21,8D	5,45	m				
Comp. Real		0	m	<b>Comp. Total (Ls)</b>			11,575 m

Usando as mesmas equações da sucção, podemos calcular a perda de carga no recalque.

$$Re = \frac{4 \times Q}{\pi \times d \times v} \quad Re = 746268,6567$$

$$f = \frac{0,25}{\left( \log \left( \frac{\epsilon}{3,7 \cdot d} \right) + \left( \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right)^2} = 0,009352333$$

$$J_r = \frac{8 \times f \times Q^2}{8 \times \pi^2 \times D^5} \quad J_r = 0,010983204$$

$$\Delta H_r = J_r \times L_r \quad \Delta H_r = 0,127130583$$

### 7. Cálculo da altura manométrica (H<sub>m</sub>)

#### 7.1. Altura geométrica

$$H_g = \boxed{4,7 \quad m}$$

#### 7.2. Somatório das perdas de carga

$$\Sigma \Delta H = \boxed{3,41 \quad m}$$

$$H_m = H_g + \Sigma \Delta H$$

#### 7.3. Altura manométrica

$$H_m = \boxed{8,11 \quad m}$$

### 8. Dimensionamento do conjunto bomba para lavagem do filtro

Vazão de lavagem m<sup>3</sup>/h

424,12

117,81 l/s

η = 0,65 fator de potência do motor

$$P = \frac{Q_{lavagem} \times H_{mt}}{75 \times \eta}$$

$$P = \frac{15\% \quad \text{geral}}{\boxed{19,59 \quad CV}}$$

$$P = \frac{\boxed{22,53 \quad cv}}{\text{Padotada} = \boxed{25,0 \quad cv}}$$

Para a seleção da bomba de lavagem do filtro, são indicados os parâmetros vazão (Q) e altura manométrica (H<sub>m</sub>).

*[Handwritten signature]*



2 a 5 HP	Fator de Correção(f)
< ou = 2 HP	50%
2 a 5 HP	30%
5 a 10 HP	20%
10 a 20 HP	15%
> de 20 HP	10%

Azevedo Neto

Para a seleção da bomba de lavagem do filtro, são indicados os parâmetros vazão (Q) e altura manométrica (Hm).

## 9. Sistema de filtração

### Perda de carga durante a filtração

#### 9.1. Determinação do diâmetro das tubulações

##### 9.1.1. Perdas de Carga na Tubulação de Sucção

Velocidades máximas			Diâmetros			Velocidades		
$V_{fa,máx} =$	0,60	m/s	$D_{fa} =$	200	mm	$V_{fa} =$	0,49	m/s
$V_{fe,máx} =$	1,25	m/s	$D_{fe} =$	200	mm	$V_{fe} =$	0,49	m/s

##### 9.1.2. Diâmetro Adot. $d_{adot} = 0,2$ m (sucção)

Sucção			
Acessório		Comprimento equivalente (m)	
Entrada de canalização		14,7D	2,94 m
Curva 90° R/D = 1,5		12,8 D	2,56 m
Tê de passagem direta		21,8D	4,36 m
Comp. Real		3	3 m
<b>Comp. Total (Ls)</b>			<b>12,86 m</b>

$$Re = \frac{4 \times Q}{\pi \times d \times v} \quad Re = 932835,8209$$

$$f = \frac{0,25}{\left( \log \left( \frac{\epsilon}{3,7 \cdot d} \right) + \left( \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right)^2} \quad f = 0,009011334$$

$$J_s = \frac{8 \times f \times Q^2}{8 \times \pi^2 \times D^5} \quad J_s = 0,032295961$$

$$\Delta H_s = J_r \times L_s \quad \Delta H_s = 0,415326064$$



9.1.3. Diâmetro Adot.  $d_{adot} =$

0,2 m (recalque)

Recalque						
Acessório	Comprimento equivalente (m)			Acessório	Comprimento equivalente (m)	1,4 m
Saída			m	Registro de gaveta aberto	7D	
curva 90° R/D=1	17,5D	3,5	m			
Tê passagem direta	21,8D	4,36	m			9,26 m
Comp. Real			m	<b>Comp. Total (L<sub>r</sub>)</b>		

Usando as mesmas equações da sucção, podemos calcular a perda de carga no recalque.

$$Re = \frac{\rho \times v \times d}{\mu}$$

$$Re = 932835,8209$$

$$f = \frac{0,25}{\left( \log \left( \frac{\epsilon}{3,7 \cdot d} \right) + \left( \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right)^2}$$

$$f = 0,009011334$$

$$J_r = \frac{8 \times f \times Q^2}{8 \times \pi^2 \times D^5}$$

$$J_r = 0,032295961$$

$$\Delta H_r = J_r \times L_r$$

$$\Delta H_r = 0,299060603$$

#### 10. Perda de carga no sistema de drenagem

Número de vigas por filtro $N_v$	4
Espaçamento entre os orifícios $X_o$ (m)	0,19
Número de orifícios $N_o$	165
Diâmetro de cada orifício $D_o$ (pol.)	0,75
Diâmetro de cada orifício $D_o$ (m)	0,0191
Área de cada orifício $A_o$ (m <sup>2</sup> )	0,0003
Vazão em cada orifício $Q_o$ (m <sup>3</sup> /s)	3E-05
Velocidade de passagem pelo orifício $V_o$ (m/s)	0,1
Coefficiente de descarga $C_d$	0,61

$$H_f = \frac{\left( \frac{q_o}{C_d \times A} \right)^2}{2 \times g}$$

$$h_r = 0,00122936 \text{ m}$$

#### 11. Perda de carga no leito (areia)

$$V_f = \frac{Q_f}{A_f}$$

##### 11.1. Cálculo velocidade de filtração

$$V_r = 0,0021614 \text{ m/s}$$

*[Assinatura]*



Subcamada	L (m)	d <sub>sup</sub> (m)	d <sub>inf</sub> (m)	x <sub>i</sub>	d <sub>eqi</sub> (m)	x <sub>i</sub> /d <sub>eqi</sub>
1	0,73900	0,00119	0,00100	0,46	0,0011	424,20
2	0,39000	0,00141	0,00119	0,24	0,0013	188,53
3	0,31200	0,00168	0,00141	0,20	0,0015	126,94
4	0,07800	0,00200	0,00168	0,05	0,0018	26,65
5	0,07800	0,00240	0,00200	0,05	0,0022	22,29
<b>Total</b>	<b>1,60</b>		<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>Total</b>	<b>788,60</b>

$$\frac{H_f}{L_f} = \frac{180 \cdot \mu \cdot V \cdot L \cdot (1-P)^2}{\gamma \cdot P^3 \cdot C_e^2} \sum \frac{X_i}{(D_{eqi})^2} = \boxed{0,068 \text{ m}}$$

### 11.2. Perda de carga na camada suporte

Subcamada	L (m)	d <sub>sup</sub> (m)	d <sub>inf</sub> (m)	x <sub>i</sub>	d <sub>eqi</sub> (m)	x <sub>i</sub> /d <sub>eqi</sub>
1	0,15	0,0381	0,0254	0,27	0,031	8,77
2	0,1	0,0254	0,0190	0,18	0,022	8,28
3	0,1	0,0190	0,0127	0,18	0,016	11,70
4	0,1	0,0127	0,0064	0,18	0,009	20,17
5	0,1	0,0064	0,0032	0,18	0,005	40,18
<b>Total</b>	<b>0,55</b>		<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>Total</b>	<b>89,09</b>

$$\frac{H_f}{L_f} = \frac{180 \cdot \mu \cdot V \cdot L \cdot (1-P)^2}{\gamma \cdot P^3 \cdot C_e^2} \sum \frac{X_i}{(D_{eqi})^2} = \boxed{0,000095 \text{ m}}$$

### 12. Perda de carga no vertedor de saída em caixa individual

#### 12.1. Altura da lâmina líquida (h<sub>f</sub>)

$$h_f = \left[ \frac{Q}{1.84 \times B} \right]^{2/3} \quad h_f = \boxed{0,36 \text{ m}}$$

#### 12.2. Perda de carga total (H<sub>T</sub>)

$$H_T = \boxed{0,426348 \text{ m}}$$

### 13. Dados construtivos do Filtro

*[Handwritten signature]*



Diâmetro comercial filtro _____	3,0	m
Altura do filtro _____	3,2	m
Altura da camada suporte _____	0,55	m
Altura da camada leito filtrante _____	1,6	m
Diâmetro sucção de lavagem _____	250	mm
Diâmetro Recalque de lavagem _____	250	mm
Diâmetro sucção de Adução _____	200	mm
Diâmetro saída do filtro _____	200	mm
Calha coleta água de lavagem _____	0,3 h x 0,3	m
Vazão de lavagem filtro _____	424,12	m³/h
Potência do conjunto moto bomba lavagem _____	25,0	Cv

#### 14. Dimensionamento dos tubos de distribuição de água tratada e de lavagem de filtro

##### 14.1. Espinha de Filtração

##### 14.1.1. Tubulação de Distribuição com Orifícios

Velocidade máxima=	1,25	m/s	Velocidade Tabela Rc
			Velocidade adotada NBR
Velocidade máxima=	4500	m/hora	12217
Vazão =	55,00	m³/h	
Área total=	0,012	m²	
Area total=	122	cm²	
Número de orifício	400,0	Orifícios	(Adotado)
Área de cada orifício	0,306	cm²/orifício	
Diâmetro dos orifícios Cál. =	0,624	cm	
Diâmetro dos orifícios Adot. =	0,80	cm	(Adotado)

##### 14.1.2. Verificação da Velocidade Máxima

Nova Área de cada Orifício=	0,503	cm²	ou	5E-05	m²
Área total=	201,06	cm²	ou	0,020	m²
					m/
Velocidade calculada=	0,274	cm/h	ou	2735,56	h
Velocidade calculada=	0,76	m/s	(Até 1,25 m/s)	Atenção	

Os orifícios serão perfurados a cada 10,0 cm, um do outro

##### 14.1.3. Extensão da Tubulação de distribuição - Espinha de Peixe (Entrada)

Quantidade de orifícios=	400,00	(Adotado)
Distância entre os orifícios=	10,00	cm
Extensão=	4010,00	cm
Considerando 2 linhas de orifícios no tubo=	1336,67	cm (Dividir por 3)
Considerando 2 linhas de orifícios no tubo=	13,37	m

Considerando um tubo de 75 mm  
RUA CEL. ANTÔNIO JOAQUIM, N.º 2.121, CENTRO, LIMOEIRO DO NORTE/CE, CEP 62930-000  
E-mail: sosp@limoeironorte.ce.gov.br



## 14.2. Espinha de Lavagem

### 14.2.1. Tubulação de Distribuição com Orifícios

Velocidade máxima=	3,60	m/s	Velocidade Tabela Rc	-
Velocidade máxima=	12960	m/hora	Velocidade adotada NBR 12217	-
Vazão =	424,12	m³/h		
Área total=	0,033	m²		
Area total=	327	cm²		
Número de orifício	800,0	Orifícios	(Adotado)	
Área de cada orifício	0,409	cm²/orifício		
Diâmetro dos orifícios Cál. =	0,722	cm		
Diâmetro dos orifícios Adot. =	0,80	cm	(Adotado)	

### 14.2.2. Verificação da Velocidade Máxima

Nova Área de cada Orifício=	0,503	cm²	ou	5E-05	m²
Área total=	402,11	cm²	ou	0,040	m²
Velocidade calculada=	1,055	cm/h	ou	10547,19	m/h
Velocidade calculada=	2,93	m/s	(Até 3,6 m/s)	Atenção	

Os orifícios serão perfurados a cada 7,0 cm, um do outro

### 14.2.3. Extensão da Tubulação de distribuição - Espinha de Peixe (Lavagem)

Quantidade de orifícios=	800,00	(Adotado)	
Distância entre os orifícios=	7,00	cm	
Extensão=	5607,00	cm	
Considerando 2 linhas de orifícios no tubo=	1869,00	cm	(Dividir por 2)
Considerando 2 linhas de orifícios no tubo=	18,69	m	

Considerando um tubo de 75 mm

## 13.5 Tanque de Equalização



Rúbrica

### DIMENSIONAMENTO TANQUE DE EQUALIZAÇÃO E MISTURADOR MECANIZADO

#### Dados de entrada:

Vazão média	11,11	m³/h
Tempo de Detenção Hidráulica	9,00	horas (Adotado)
Aceleração da gravidade	9,81	m²/s
Viscosidade absoluta	0,0010	Pa.s
Número de potência (K) adotado	5,00	adotado
Gradiente de velocidade (G)	70,00	s <sup>-1</sup>
Peso específico da água (p)	999,13	kg/m³

$$V_f = Q \cdot \theta_h$$

Volume	100	m³
Volume corrigido	100	m³

#### Determinação da Potência da Turbina de Agitação

$$Potência = G^2 \cdot u \cdot V$$

$$Potência = G^2 \cdot u \cdot V$$

$$V_f = 100,00 \text{ m}^3$$

$$P = 490,98 \text{ Watt}$$

$$P = 0,67 \text{ cv}$$

$$P. adotada = 1,00 \text{ cv}$$

G = Gradiente de Velocidade

u = Viscosidade absoluta

V = Volume do Floculador

#### Determinação do diâmetro das paletas de agitação

Adotado 0,75 metros para instalação da paleta de mistura

$$0,80 \text{ m}$$

#### Determinação das rotações da turbina (n)

$$n = \sqrt[3]{\frac{P}{KpD^5}}$$

$$n = 0,67 \text{ s}^{-1}$$

$$n = 40 \text{ rpm}$$

n: número de rotações

P: Potência do agitador

K: Número de potência (Parlatone, 1988)

D: Diâmetro da paleta

p: peso específico da água

#### Quantidade de paletas

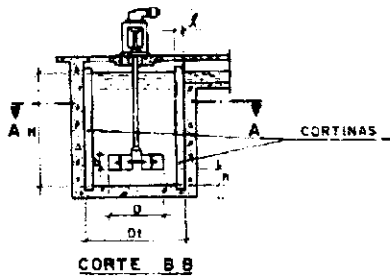
RUA CEL. ANTÔNIO JOAQUIM, N.º 2.121, CENTRO, LIMOEIRO DO NORTE/CE, CEP 62930-000

E-mail: [sosp@limoeirodonorte.ce.gov.br](mailto:sosp@limoeirodonorte.ce.gov.br)

*[Handwritten signature]*

Paletas agitadores 2 adotado

### Dimensões das paletas



Diâmetro das paletas 0,8 m  
Largura (b) 0,12 m (Adotado)  
Altura do fundo para as paletas (h) 1,05 m

## 13.6 Dimensionamento de Estação Elevatória Tanque De Equalização

### DADOS PARA DIMENSIONAMENTO

Tempo de funcionamento da bomba (t)

Comprimento Tubulação em PVC (L') adutora água bruta

Coefficiente do tipo de material (C)

Cota inicial

Cota Final

Constante em função do material PVC (K)

Aceleração da gravidade (G)

### Vazão de Dimensionamento

Q <sub>au</sub> =	3,09	l/s
Q <sub>au</sub> =	11,11	m <sup>3</sup> /h

Será adotado 1,0 bombas para vazão total + 1,0 reserva

### DIAMÉTRO DA TUBULAÇÃO

D=diâmetro metros calculado

$\sqrt{Q_a}$  = raiz da vazão de adução usada no caso em m<sup>3</sup>/s

Para esse DIMENSIONAMENTO utiliza-se fórmula de Bresser

$$D = 1,2 \times \sqrt{Q_a}$$

$$D = 0,0667 \quad \text{m}$$

$$D = 66,67 \quad \text{mm}$$

Diâmetro adotado 75 mm

Diâmetro adotado 0,075 m

### ÁREA DA TUBULAÇÃO

*[Handwritten Signature]*



A=Área da tubulação m<sup>2</sup> ..... 3,14  
D=Diâmetro ao quadrado metros ..... 0,075

$$A = \pi \times D^2 / 4$$

$$A = \boxed{0,0044 \text{ m}^2}$$

### VELOCIDADE NA TUBULAÇÃO

V=Velocidade no tubo m/s

A=Área do tubo em m<sup>2</sup> .....

Qa=Vazão usado - m<sup>3</sup>/h ..... 0,004  
11,11

$$V = Qa/A \quad 11,11 / 0,002$$

V=	2516,32	m/h
V=	0,70	m/s

### SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTOR-BOMBA

#### DADOS

Q<sub>bom</sub> = Vazão de bombeamento ..... 3,09 L/s  
Nf = Número de bombas funcionando simultaneamente ..... 1,00 und.  
Nr = Número de bombas reservas ..... 1,00 und.  
H<sub>gmax</sub> = Altura geométrica máxima ..... 7,35 m  
Material da linha de recalque: ..... PVC  
 $\epsilon$   
= .....  
coeficiente de rugosidade adotado ..... 0,0015 mm  
L = Extensão da linha de recalque ..... 22,80 m  
D = Diâmetro da linha de recalque adotado ..... 75 mm  
Di = Diâmetro das tubulações de interligação adotado ..... 75 mm

### CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA

### CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

As perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito ao tipo de singularidades das peças existente ao longo do sistema. Ver equação a seguir.

$$h_f = \left( \sum K \right) \frac{V^2}{2.g}$$



Onde:

$h_f$  = Perda de carga localizada

----- m

SK = Somatório dos coeficientes de perda de carga

-----

V = Velocidade na tubulação

----- m/s

g = Constante gravitacional

9,81 m/s<sup>2</sup>

As peças relacionadas abaixo foram retiradas dos desenhos da elevatória e linha de recalque. Como as bombas de projeto são do tipo submersível, não existe tubulação de sucção.

FUNCIONAMENTO		1 bomba	
CONEXÕES:	K	QUANT.	VALOR
<b>Interligação</b>			
Curva 90	0,40	2,00	0,80
Curva 45	0,20	0,00	0,00
Redução	0,15	0,00	0,00
Válvula de gaveta	0,20	0,00	0,00
Válvula de retenção	2,50	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00
<b>Barrilete</b>			
Ampliação	0,30	1,00	0,30
Tê direto	0,60	0,00	0,00
Tê lateral	1,30	1,00	1,30
Tê bilateral	1,80	0,00	0,00
Válvula de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	2,50	1,00	2,50
Outros	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00
<b>Linha de Recalque</b>			
Curva 90	0,40	3,00	1,20
Curva 45	0,20	0,00	0,00
Tê direto	0,60	0,00	0,00
Saída de canalização	1,00	1,00	1,00
Outros	0,00	0,00	0,00

O somatório de K para as situações de funcionamento de 1 bomba é apresentado abaixo:

Interligação:

$SK_i$  = Somatório de K para conexões da interligação

Para barrilete:

$SK_b$  = Somatório de K para conexões do barrilete

Para recalque:

$SK_r$  = Somatório de K para conexões da linha de recalque



As velocidades nas tubulações de interligação, barrilete e recalque para a situação de 1 bomba operando, assim como as perdas de c:

Q (L/s)	V (m/s)		hf (m)		Total hr
	Inter.	B/Lr	Inter.	B/Lr	
<b>1</b>	ø75	ø75	ø75	ø75	
<b>bomba</b>					
3,09	0,70	0,70	0,02	0,16	0,18
6,72	1,52	1,52	0,09	0,77	0,86
6,31	1,43	1,43	0,08	0,68	0,76
5,89	1,33	1,33	0,07	0,59	0,66
5,42	1,23	1,23	0,06	0,50	0,56
4,89	1,11	1,11	0,05	0,41	0,46
4,31	0,98	0,98	0,04	0,31	0,35
3,58	0,81	0,81	0,03	0,22	0,25
2,72	0,62	0,62	0,02	0,13	0,14
1,56	0,35	0,35	0,01	0,04	0,05

#### CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA DISTRIBUÍDA

As perdas de carga distribuída serão calculadas pela fórmula Universal, apresentada a seguir:

$$j = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Onde:

- j = Perda de carga linear pela fórmula Universal -----  
 f = fator de atrito -----  
 L = Extensão da linha de recalque ----- m  
 D = Diâmetro da linha de recalque adotado ----- m  
 V = Velocidade do fluxo na tubulação ----- m/s  
 g = Constante gravitacional ----- m/s<sup>2</sup>

Para este cálculo é necessário a determinação do fator de atrito (f), dado pela fórmula de Swamee-Jain, apresentada a seguir:

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{\epsilon}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Onde:

- f = Fator de atrito -----  
 $\epsilon$  = Rugosidade do material da tubulação ----- m  
 D = Diâmetro do tubo ----- m

Rey = Número de Reynolds -----

O fator de atrito, por sua vez, é função do número de Reynolds, determinado pela equação apresentada a seguir:

$$Re_y = \frac{VD_h}{\nu}$$

Onde:

Rey = Número de Reynolds -----  
 V = Velocidade do fluxo na tubulação ----- m/s  
 D<sub>h</sub> = Diâmetro hidráulico ----- m  
 ν = Viscosidade cinemática do fluido (20°C) ----- m<sup>2</sup>/s

O diâmetro hidráulico é numericamente igual ao diâmetro da tubulação por se tratar de um escoamento em seção plena, isto é, toda a parede interna do tubo está em contato com o líquido escoado.

As perdas de carga distribuídas, localizadas e totais são apresentadas na tabela a seguir. Para o cálculo foram utilizados os dados abaixo:

L = Extensão da linha de recalque 22,80 m  
 D = Diâmetro da linha de recalque adotado 0,08 m  
 ε = Rugosidade do material da tubulação 0,0000 m  
 ν = Viscosidade cinemática do fluido (20°C) 1,007 m<sup>2</sup>/s  
 E-06  
 g = Constante gravitacional 9,81 m/s<sup>2</sup>

Q	V	Rey	f	j		hf	Hj
L/s	m/s			m		m	m
3,09	0,70	5,2E+04	0,0207	0,156		0,18	0,34
6,72	1,52	1,1E+05	0,0175	0,630		0,86	1,49
6,31	1,43	1,1E+05	0,0178	0,561		0,76	1,32
5,89	1,33	9,9E+04	0,0180	0,496		0,66	1,16
5,42	1,23	9,1E+04	0,0183	0,427		0,56	0,99
4,89	1,11	8,2E+04	0,0187	0,355		0,46	0,81
4,31	0,98	7,3E+04	0,0192	0,283		0,35	0,64
3,58	0,81	6,0E+04	0,0200	0,204		0,25	0,45
2,72	0,62	4,6E+04	0,0212	0,125		0,14	0,27
1,56	0,35	2,6E+04	0,0242	0,047		0,05	0,09

Q (L/s)	Hg <sub>max</sub> (m)	Hj (m)	H <sub>man</sub> <sub>max</sub> (m)
3,09	7,35	0,338	7,69
6,72	7,35	1,492	8,84
6,31	7,35	1,320	8,67

*[Handwritten Signature]*



5,89	7,35	1,158	8,51
5,42	7,35	0,987	8,34
4,89	7,35	0,812	8,16
4,31	7,35	0,637	7,99
3,58	7,35	0,449	7,80
2,72	7,35	0,267	7,62
1,56	7,35	0,093	7,44

## ESCOLHA DO CONJUNTO MOTOR-BOMBA

### CARACTERÍSTICAS DO CONJUNTO SELECIONADO

Para atender aos pontos exigidos pelo sistema foi selecionado o seguinte conjunto motor-bomba:

*O conjunto moto bomba selecionado poderá ser substituído por outro, desde que atenda as mesmas especificações operacionais do conjunto selecionado.*

Marca do conjunto motor-bomba submersível:

FAMAC

Modelo:

FBS-P5-50 5-82MM-  
FFGG20-T1/2CV-380V

Curva da bomba (catálogo do fabricante):

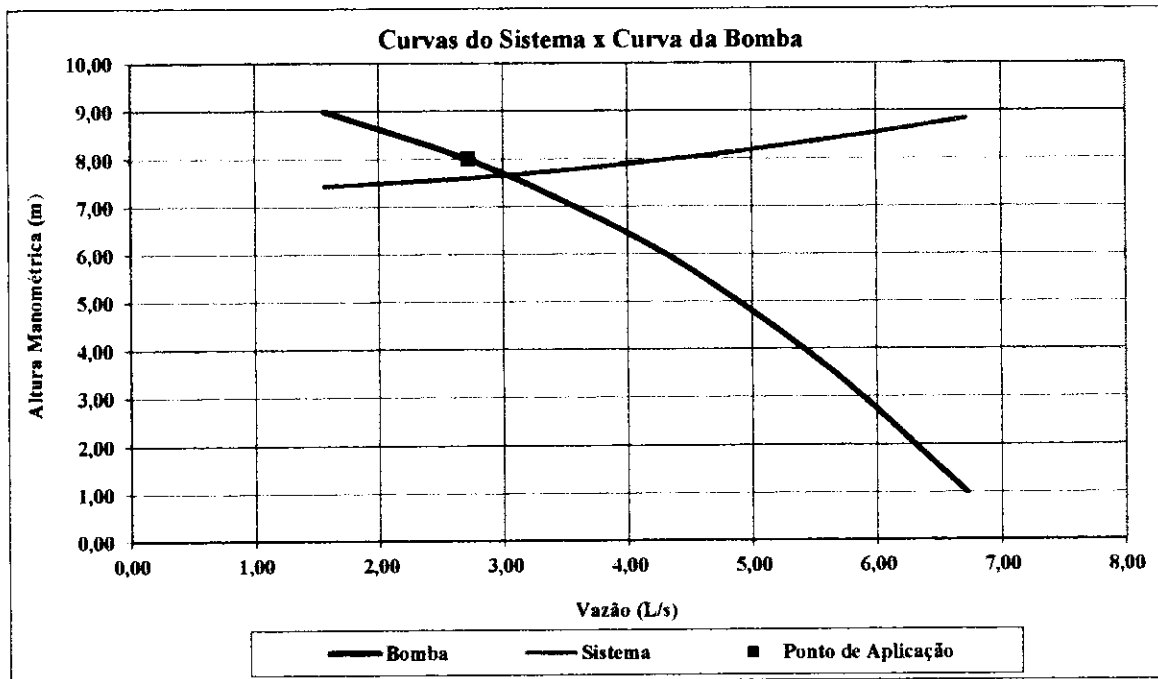
Q (L/s)	H <sub>max</sub> (m)
6,72	1,00
6,31	2,00
5,89	3,00
5,42	4,00
4,89	5,00
4,31	6,00
3,58	7,00
2,72	8,00
1,56	9,00

A seguir são apresentadas a tabela e gráfico das curvas do sistema e da bomba para a situação de 1 bomba em funcionamento.

Q (L/s)	H <sub>max</sub> (m)	Hg <sub>max</sub> (m)
	Bomba	Sistema
6,72	1,00	8,84
6,31	2,00	8,67
5,89	3,00	8,51



5,42	4,00	8,34
4,89	5,00	8,16
4,31	6,00	7,99
3,58	7,00	7,80
2,72	8,00	7,62
1,56	9,00	7,44



### DETERMINAÇÃO DOS PONTOS OPERACIONAIS DA BOMBA

Pela análise dos pontos de encontro entre as curvas características do sistema com as curvas das bombas, e informações do catálogo do fabricante, tem-se:

Parâmetros	Hg <sub>man</sub>
Q (L/s)	2,72
H <sub>man</sub> (m)	8,00
h <sub>bom</sub> (%)	65,00

### CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES DOS CONJUNTOS MOTOR-BOMBAS

A equação para o cálculo da potência dos conjuntos motor-bombas está descrita a seguir:

$$P_{\text{útil}} = \frac{w \times Q \times H_{\text{man}}}{75 \times \eta}$$

Onde:

P<sub>útil</sub> = Potência do conjunto

--- cv

*[Handwritten signature]*



w = Peso específico do líquido	1000,00 kg/m <sup>3</sup>
Q <sub>bom</sub> = Vazão de bombeamento	0,00272 m <sup>3</sup> /s
H <sub>man</sub> = Altura manométrica do conjunto motor-bomba	8,00 m
h = Rendimento do conjunto motor-bomba	--- %

O rendimento do conjunto motor-bomba é calculado multiplicando-se o rendimento hidráulico da bomba pelo rendimento elétrico do motor, assim:

$$\eta = \eta_{bom} \times \eta_{mot}$$

Onde:

h = Rendimento do conjunto motor-bomba	--- %
h <sub>bom</sub> = Rendimento hidráulico da bomba	65,0 %
h <sub>mot</sub> = Rendimento elétrico do motor	100 %

Assim:

h = Rendimento do conjunto motor-bomba	65,0 %
--	--------

Dessa forma, a potência calculada do conjunto motor-bomba é igual a:

P <sub>util</sub> = Potência do conjunto	0,45 cv
--	---------

Como se deve admitir na prática uma certa folga para os motores elétricos. Os seguintes acréscimos são recomendados:

- 50% para bomba até 2 CV
- 30% para bomba de 2 a 5 CV
- 20% para bomba de 5 a 10 CV
- 15% para bombas de 10 a 20 CV
- 10% para bombas de mais de 20 CV

Assim, a potência somada ao fator de acréscimo é calculada da seguinte forma:

$$P = P_{util} \times (1 + FAP)$$

P = Potência do conjunto com fator de acréscimo	--- cv
P <sub>util</sub> = Potência do conjunto	0,45 cv
FAP = Fator de acréscimo de potência	50 %

Assim:

P = Potência do conjunto com fator de acréscimo	0,67 cv
---	---------

A potência comercial do conjunto adotada será igual a:

P <sub>com</sub> = Potência comercial do conjunto motor-bomba	0,50 cv
---	---------



### 13.7 Clarificador Geométrico

#### Vazões de Projeto

Qmédia = 266,67 m3/d  
Qmédia = 11,11 m3/h

#### ÁREA SUPERFICIAL DE SEDIMENTAÇÃO

Quantidade de Adensador 1 Unid.  
Qmedio final = 266,67 m3/d  
TAS = 22 m3/m2.dia  
Área Cal. = 12,12 m2

#### Diâmetro do Decantador

Área Cal. = 12,12 m<sup>2</sup>  
Diâmetro Cal. = 3,93 m  
Diâmetro Adotado = 4,00 m

Nova Área = 12,57 m2

#### CÁLCULO DA ALTURA DA CÂMARA DE SEDIMENTAÇÃO

Altura da câmara de Sedimentação (H)  
Hadotado = 0,80 m

#### ENTRADA DO EFLUENTE NO ADENSADOR

Vazão = 0,00308642 m3/s  
Veloc. do efluente na distribuição = 0,200 m/s  
Área dos orifícios de distribuição = 0,002 m<sup>2</sup>  
Diâmetro dos orifícios de distribuição = 52,98 mm  
Diâmetro adotado = 100 mm  
Distribuição dos orifícios = 7,0 orifícios/metro  
Quantidade de orifícios = 28,0 Orifícios  
Quantidade de orifícios = 28,0 Orifícios

#### ADOÇÃO DA ALTURA DA CÂMARA DE ALIMENTAÇÃO

Distância da tubulação = 0,600 m  
Distância da tubulação ao poço = 0,400 m  
Diâmetro do tubo = 0,100 m  
Altura da câmara de alimentação = 1,10 m

#### CÁLCULO DAS DIMENSÕES DO CONE

Diâmetro do decantador = 4,00 m  
Diâmetro da base do Cone = 1,50 m  
Adotou-se ângulo do cone = 60,00 Graus  
Diâmetro da base não molhada = 1,25 m  
Altura do Poço de Lodo = 2,17 m

#### CÁLCULO DO VOLUME DA PARTE CILINDRICA DO ADENSADOR

Nova área = 12,57 m2  
Altura acima das placas = 0,2 m  
Altura da câmara de sedimentação = 0,80 m  
Altura da câmara de alimentação = 1,10 m  
Altura da parte cilíndrica = 2,10 m  
Volume da parte cilíndrica = 26,4 m3

*[Handwritten signature]*



### CÁLCULO DO VOLUME DO POÇO DO ADENSADOR

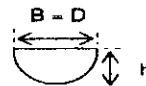
Diâmetro do decantador =	4,00 m
Adotou-se a base de descarga =	1,50 m
Altura do poço =	2,17 m
Volume do poço do decantador =	14 m <sup>3</sup>

### CÁLCULO DO VOLUME TOTAL DO ADENSADOR

Volume da parte cilíndrica =	26,4 m <sup>3</sup>
Volume do poço do decantador =	13,7 m <sup>3</sup>
Volume total do decantador =	40 m <sup>3</sup>

### CÁLCULO DA CALHA DE ÁGUA DECANTADA

Vazão Média (Q <sub>máx.h</sub> ) =	0,0032 m <sup>3</sup> /s
Largura da calha (B) =	0,2 m (Adotado)
Comprimento da calha =	4,0 m
Área da Seção molhada =	0,016 m <sup>2</sup>
Coefficiente de Manning =	0,009 m
Declividade da calha =	5 ‰
Raio Hidráulico (Rh) =	0,05
Velocidade (V) =	0,28 m/s
Altura da Lâmina d'água (h <sub>0</sub> ) =	0,00122 m
Altura da Calha (H) =	0,2 m



### CÁLCULO DOS VERTEDORES/ ORIFÍCIOS

Vazão Média (Q <sub>máx.h</sub> ) =	0,00308642 m <sup>3</sup> /s
Comprimento da calha =	4,00
Quantidade de vertedores =	7,00 orifícios/metro
Quantidade de vertedores Adot. =	28,00 orifícios/metro
Vazão de cada vertedor =	0,0001 m <sup>3</sup> /s
Velocidade (V) =	0,28 m/s
Diâmetro de cada Orifício =	0,02 m
Diâmetro de cada Orifícios =	2,25 cm

### DIÂMETRO DO TUBO DE SAÍDA

Vazão Média (Q <sub>med</sub> ) =	0,0032 m <sup>3</sup> /s
Velocidade (V) =	0,28 m/s
Área do tubo =	0,011 m <sup>2</sup>
Diâmetro calculado =	0,120 m
Diâmetro calculado =	120 mm
Diâmetro adotado =	300 mm

### ALTURA TOTAL DO DECANTADOR

Altura =	4,5 metros
Altura adotada =	5,0 metros

## 13.8 Estação Elevatória de reciclo

### DADOS PARA DIMENSIONAMENTO

*[Assinatura]*



Tempo de funcionamento da bomba (t)	22	horas
Comprimento Tubulação em PVC (L') adutora água bruta	68,60	m
Coefficiente do tipo de material (C)	130	m
Cota inicial	85,20	m
Cota Final	92,15	m
Constante em função do material PVC (K)	18	
Aceleração da gravidade (G)	9,81	m/s <sup>2</sup>

**Vazão de Dimensionamento**

Q <sub>au</sub> =	3,09 l/s
Q <sub>au</sub> =	11,11 m <sup>3</sup> /h

Será adotado 1,0 bombas para vazão total + 1,0 reserva

**DIAMÊTRO DA TUBULAÇÃO**

D=diâmetro metros calculado

√Q<sub>a</sub> = raiz da vazão de adução usada no caso em m<sup>3</sup>/s

3,09 l/s

11,11 m<sup>3</sup>/h

Para esse DIMENSIONAMENTO utiliza-se fórmula de Bresser

$D = 1,2 \times \sqrt{Q_a}$

D= 0,0667 m

D= 66,67 mm

**Diâmetro adotado** 75 mm

**Diâmetro adotado** 0,075 m

**ÁREA DA TUBULAÇÃO**

A=Área da tubulação m<sup>2</sup>..... 3,14

D=Diâmetro ao quadrado metros ..... 0,075

$A = \pi \times D^2 / 4$

A= 0,0044 m<sup>2</sup>

**VELOCIDADE NA TUBULAÇÃO**

V=Velocidade no tubo m/s

A=Área do tubo em m<sup>2</sup> ..... 0,004

Q<sub>a</sub>=Vazão usado - m<sup>3</sup>/h ..... 11,11



$$V = Qa/A \quad /$$

V=	2516,32	m/h
V=	0,70	m/s

## SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTOR-BOMBA

### DADOS

Q <sub>bom</sub> = Vazão de bombeamento	3,09 L/s
N <sub>f</sub> = Número de bombas funcionando simultaneamente	1,00 und.
N <sub>r</sub> = Número de bombas reservas	1,00 und.
H <sub>g,max</sub> = Altura geométrica máxima	6,95 m
Material da linha de recalque:	PVC
ε = coeficiente de rugosidade adotado	0,0015 mm
L = Extensão da linha de recalque	68,60 m
D = Diâmetro da linha de recalque adotado	75 mm
Di = Diâmetro das tubulações de interligação adotado	75 mm

### CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA

### CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

As perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito ao tipo de singularidades das peças existente ao longo do sistema. Ver equação a seguir.

$$h_f = \left( \sum K \right) \frac{V^2}{2.g}$$

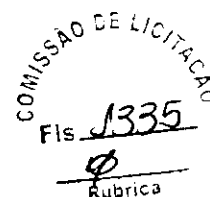
Onde:

h <sub>f</sub> = Perda de carga localizada	----- m
SK = Somatório dos coeficientes de perda de carga	-----
V = Velocidade na tubulação	----- m/s
g = Constante gravitacional	9,81 m/s <sup>2</sup>

As peças relacionadas abaixo foram retiradas dos desenhos da elevatória e linha de recalque. Como as bombas de projeto são do tipo submersível, não existe tubulação de sucção.

FUNCIONAMENTO		1 bomba	
CONEXÕES:	K	QUANT.	VALOR
Interligação			
Curva 90	0,40	2,00	0,80
Curva 45	0,20	0,00	0,00
Redução	0,15	0,00	0,00
Válvula de gaveta	0,20	0,00	0,00
Válvula de retenção	2,50	0,00	0,00

*[Handwritten signature]*



Outros	0,00	0,00	0,00
<b>Barrilete</b>			
Ampliação	0,30	1,00	0,30
Tê direto	0,60	0,00	0,00
Tê lateral	1,30	1,00	1,30
Tê bilateral	1,80	0,00	0,00
Válvula de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	2,50	1,00	2,50
Outros	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00
<b>Linha de Recalque</b>			
Curva 90	0,40	3,00	1,20
Curva 45	0,20	0,00	0,00
Tê direto	0,60	0,00	0,00
Saída de canalização	1,00	1,00	1,00
Outros	0,00	0,00	0,00

O somatório de K para as situações de funcionamento de 1 bomba é apresentado abaixo:

Interligação:

$SK_i$  = Somatório de K para conexões da interligação

0,80

Para barrilete:

$SK_b$  = Somatório de K para conexões do barrilete

4,30

Para recalque:

$SK_r$  = Somatório de K para conexões da linha de recalque

2,20

As velocidades nas tubulações de interligação, barrilete e recalque para a situação de 1 bomba operando, assim como as perdas de carga localizadas, são apresentadas a seguir:

Q (L/s)	V (m/s)		hf (m)		Total hr
	Inter.	B/Lr	Inter.	B/Lr	
<b>1</b>	<b>ø75</b>	<b>ø75</b>	<b>ø75</b>	<b>ø75</b>	
<b>bomba</b>					
3,09	0,70	0,70	0,02	0,16	0,18
10,14	2,30	2,30	0,21	1,75	1,96



COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
Fls. 1336  
Rubrica

9,39	2,13	2,13	0,18	1,50	1,68
8,64	1,96	1,96	0,16	1,27	1,42
7,78	1,76	1,76	0,13	1,03	1,15
6,89	1,56	1,56	0,10	0,81	0,91
5,86	1,33	1,33	0,07	0,58	0,66
4,78	1,08	1,08	0,05	0,39	0,44
3,58	0,81	0,81	0,03	0,22	0,25
1,97	0,45	0,45	0,01	0,07	0,07

### CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA DISTRIBUÍDA

As perdas de carga distribuída serão calculadas pela fórmula Universal, apresentada a seguir:

$$j = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Onde:

- j = Perda de carga linear pela fórmula Universal -----  
 f = fator de atrito -----  
 L = Extensão da linha de recalque ----- m  
 D = Diâmetro da linha de recalque adotado ----- m  
 V = Velocidade do fluxo na tubulação ----- m/s  
 g = Constante gravitacional ----- m/s<sup>2</sup>

Para este cálculo é necessário a determinação do fator de atrito (f), dado pela fórmula de Swamee-Jain, apresentada a seguir:

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{5,74}{Re y^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Onde:

- f = Fator de atrito -----  
 ε = Rugosidade do material da tubulação ----- m  
 D = Diâmetro do tubo ----- m  
 Rey = Número de Reynolds -----

O fator de atrito, por sua vez, é função do número de Reynolds, determinado pela equação apresentada a seguir:

$$Re y = \frac{VD_h}{\nu}$$

Onde:

- Rey = Número de Reynolds -----  
 V = Velocidade do fluxo na tubulação ----- m/s  
 Dh = Diâmetro hidráulico ----- m  
 ν = Viscosidade cinemática do fluido (20°C) ----- m<sup>2</sup>/s

*[Handwritten signature]*

O diâmetro hidráulico é numericamente igual ao diâmetro da tubulação por se tratar de um escoamento em seção plena, isto é, toda a parede interna do tubo está em contato com o líquido escoado.

As perdas de carga distribuídas, localizadas e totais são apresentadas na tabela a seguir. Para o cálculo foram utilizados os dados abaixo:

L = Extensão da linha de recalque	68,60 m
D = Diâmetro da linha de recalque adotado	0,08 m
$\epsilon$ = Rugosidade do material da tubulação	0,0000 m
$\nu$ = Viscosidade cinemática do fluido (20°C)	1,007E-06 m <sup>2</sup> /s
g = Constante gravitacional	9,81 m/s <sup>2</sup>

Q	V	Rey	f	j	hf	Hj
L/s	m/s					
3,09	0,70	5,2E+04	0,0207	0,471	0,18	0,65
10,14	2,30	1,7E+05	0,0162	3,978	1,96	5,94
9,39	2,13	1,6E+05	0,0164	3,461	1,68	5,14
8,64	1,96	1,5E+05	0,0167	2,978	1,42	4,40
7,78	1,76	1,3E+05	0,0170	2,464	1,15	3,62
6,89	1,56	1,2E+05	0,0174	1,980	0,91	2,89
5,86	1,33	9,9E+04	0,0180	1,481	0,66	2,14
4,78	1,08	8,1E+04	0,0188	1,026	0,44	1,46
3,58	0,81	6,0E+04	0,0200	0,614	0,25	0,86
1,97	0,45	3,3E+04	0,0229	0,213	0,07	0,29

Na tabela abaixo são apresentados os dados para gerar a curva característica do sistema:


Q (L/s)	Hg <sub>máx</sub> (m)	Hj (m)	Hman <sub>máx</sub> (m)
3,09	6,95	0,652	7,60
10,14	6,95	5,939	12,89
9,39	6,95	5,144	12,09
8,64	6,95	4,402	11,35
7,78	6,95	3,618	10,57
6,89	6,95	2,885	9,84
5,86	6,95	2,136	9,09
4,78	6,95	1,462	8,41
3,58	6,95	0,859	7,81
1,97	6,95	0,287	7,24

### ESCOLHA DO CONJUNTO MOTOR-BOMBA

### CARACTERÍSTICAS DO CONJUNTO SELECIONADO

Para atender aos pontos exigidos pelo sistema foi selecionado o seguinte conjunto motor-bomba:

RUA CEL. ANTÔNIO JOAQUIM, N.º 2.121, CENTRO, LIMOEIRO DO NORTE/CE, CEP 62930-000  
E-mail: sosp@limoeirodonorte.ce.gov.br





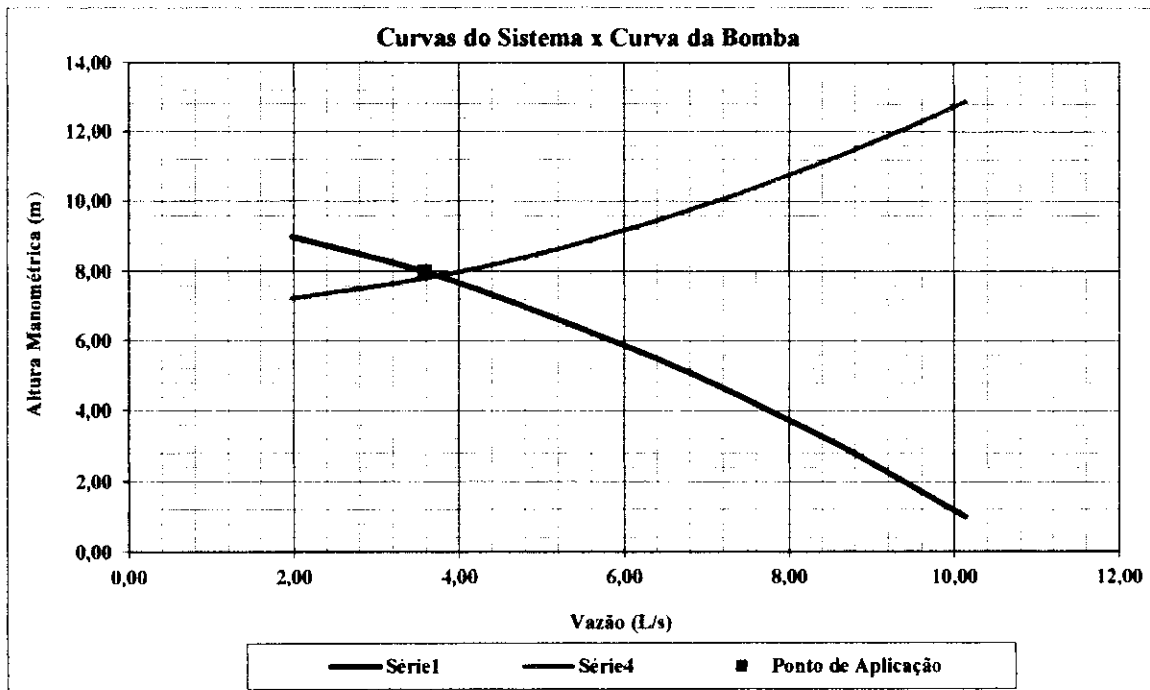
*O conjunto moto bomba selecionado poderá ser substituído por outro, desde que atenda as mesmas especificações operacionais do conjunto selecionado.*

Marca do conjunto motor-bomba submersível: THEBE  
Modelo: TSB - 120  
Rotor Semi-Aberto: 20 mm  
Rotação: 3500 rpm  
Curva da bomba (catálogo do fabricante):

Q (L/s)	H <sub>man</sub> (m)
10,14	1,00
9,39	2,00
8,64	3,00
7,78	4,00
6,89	5,00
5,86	6,00
4,78	7,00
3,58	8,00
1,97	9,00

A seguir são apresentadas a tabela e gráfico das curvas do sistema e da bomba para a situação de 1 bomba em funcionamento.

Q (L/s)	H <sub>man</sub> (m)	H <sub>g_max</sub> (m)
	bomba	sistema
10,14	1,00	12,89
9,39	2,00	12,09
8,64	3,00	11,35
7,78	4,00	10,57
6,89	5,00	9,84
5,86	6,00	9,09
4,78	7,00	8,41
3,58	8,00	7,81
1,97	9,00	7,24



**DETERMINAÇÃO DOS PONTOS OPERACIONAIS DA BOMBA**

Pela análise dos pontos de encontro entre as curvas características do sistema com as curvas das bombas, e informações do catálogo do fabricante, tem-se:

Parâmetros	Hg <sub>max</sub>
Q (L/s)	3,58
H <sub>man</sub> (m)	8,00
h <sub>bom</sub> (%)	65,00

**CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES DOS CONJUNTOS MOTOR-BOMBAS**

A equação para o cálculo da potência dos conjuntos motor-bombas está descrita a seguir:

$$P_{\text{útil}} = \frac{w \times Q \times H_{\text{man}}}{75 \times \eta}$$

Onde:

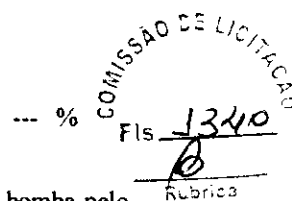
P<sub>útil</sub> = Potência do conjunto

w = Peso específico do líquido

Q<sub>bom</sub> = Vazão de bombeamento

H<sub>man</sub> = Altura manométrica do conjunto motor-bomba

--- cv  
1000,00 kg/m<sup>3</sup>  
0,00309 m<sup>3</sup>/s  
8,00 m



h = Rendimento do conjunto motor-bomba

O rendimento do conjunto motor-bomba é calculado multiplicando-se o rendimento hidráulico da bomba pelo rendimento elétrico do motor, assim:

$$\eta = \eta_{bom} \times \eta_{mot}$$

Onde:

h = Rendimento do conjunto motor-bomba	---	%
$\eta_{bom}$ = Rendimento hidráulico da bomba	65,0	%
$\eta_{mot}$ = Rendimento elétrico do motor	100	%

Assim

h = Rendimento do conjunto motor-bomba	65,0	%
--	------	---

Dessa forma, a potência calculada do conjunto motor-bomba é igual a:

$P_{util}$ = Potência do conjunto	0,51	cv
-----------------------------------	------	----

Como se deve admitir na prática uma certa folga para os motores elétricos. Os seguintes acréscimos são recomendados:

50% para bomba até 2 CV  
30% para bomba de 2 a 5 CV  
20% para bomba de 5 a 10 CV  
15% para bombas de 10 a 20 CV  
10% para bombas de mais de 20 CV

Assim, a potência somada ao fator de acréscimo é calculada da seguinte forma:

$$P = P_{util} \times (1 + FAP)$$

P = Potência do conjunto com fator de acréscimo	---	cv
$P_{util}$ = Potência do conjunto	0,51	cv
FAP = Fator de acréscimo de potência	50	%

Assim:

P = Potência do conjunto com fator de acréscimo	0,76	cv
---	------	----

A potência comercial do conjunto adotada será igual a:

$P_{com}$ = Potência comercial do conjunto motor-bomba	0,75	cv
--	------	----

#### DIMENSIONAMENTO DO POÇO DE SUCCÃO



## VOLUME ÚTIL

Segundo Tsutiya & Sobrinho (1999), o volume útil do poço de sucção é determinado considerando-se: o intervalo de tempo entre partidas sucessivas do motor da bomba (tempo de ciclo T); e a vazão de bombeamento. O tempo de ciclo T é um parâmetro de fundamental importância, pois durante a partida do motor da bomba é gerada uma determinada quantidade de calor. Essa energia liberada em cada partida deverá ser dissipada, sendo que um número excessivo de partidas poderá levar o motor a um superaquecimento. A dissipação dessa energia é feita através de um intervalo de tempo adequado entre partidas sucessivas do motor da bomba. Para o dimensionamento do poço de sucção será adotado um tempo de ciclo igual a:

T = tempo de ciclo mínimo

120 min

Obs:

A fórmula para cálculo do volume mínimo do poço de sucção, para bombas de rotação constante, é apresentada a seguir:

Onde:

V = volume mínimo do poço		m <sup>3</sup>	
Q <sub>bom</sub> = Vazão de bombeamento		0,00309 m <sup>3</sup> /s	
T = tempo de ciclo	$T = ts + td$	7200,000 s	120
Ts = tempo de subida		3435,3 s	57,26
Td = tempo de descida		21337,5 s	355,62
O intervalo de tempo	$Td = V / (Q_{bom} - Q_{sis})$	24772,8 s	412,88
Partidas do motor			Nº/h

Por esta fórmula tem-se:

V = volume mínimo do poço

$$V = \frac{Q \times T}{4} \quad 5,56 \text{ m}^3$$

## VOLUME PROJETADO

Como no poço de sucção, tem-se um volume ocupado pelas bombas, pelos tubos e pela parede de dissipação; o volume total projetado deve ser superior ao volume útil calculado. Dessa forma, para garantir o volume mínimo do poço será dado um acréscimo de 10%. Assim, tem-se que:

Onde:

V <sub>up</sub> = Volume útil projetado do poço de sucção estimado	---	m <sup>3</sup>
V = Volume mínimo do poço		5,56 m <sup>3</sup>

$$V_{ip} = V \times 1,10$$

Por esta fórmula tem-se:

V<sub>min</sub> = Volume mínimo projetado do poço de sucção 6,11 m<sup>3</sup>

Para o projeto do poço de sucção com seção circular, o diâmetro adotado é igual a:

D = diâmetro do poço de sucção 3,00 m



Assim, o volume total projetado do poço de sucção pode ser calculado através da seguinte fórmula:

Onde:

$V_T$  = Volume total projetado do poço de sucção  
 $D$  = Diâmetro do poço de sucção 3,00 m  
 $h_b$  = Faixa operacional das bombas (projeto) 1,50 m

Por esta fórmula tem-se:

$V_T$  = Volume total projetado do poço de sucção 10,60 m<sup>3</sup>

#### VERIFICAÇÃO DO TEMPO DE DETENÇÃO DO ESGOTO

$$V = \pi \times D^2 \times Hb / 4$$

É recomendável que o tempo de detenção médio do esgoto no poço de sucção seja menor possível não ultrapassando 30 minutos para a vazão média de início de plano ou de etapa. O tempo de detenção é um parâmetro importante, uma vez que a permanência excessiva do esgoto bruto no poço acarretará a emanação de gases, o que danifica a estrutura e o equipamento, além de criar sérios problemas para o operador. O tempo de detenção do esgoto no poço de sucção será calculado pela seguinte expressão:

Onde:

$T_d$  = Tempo de detenção --- min  
 $V_T$  = Volume total projetado do poço de sucção 10,60 m<sup>3</sup>  
 $Q$  = Vazão de início de plano 0,003 m<sup>3</sup>/s

Por esta fórmula tem-se:

$T_d$  = Tempo de  
detenção  $T_d = \left( \frac{V_T}{Q_m} \right) / 60$  57,26 min

Onde:

$T_d$  = Tempo de detenção --- min  
 $V_T$  = Volume total projetado do poço de sucção 10,60 m<sup>3</sup>  
 $Q$  = Vazão de início de plano 0,003 m<sup>3</sup>/s

Por esta fórmula tem-se:

$T_d$  = Tempo de detenção 57,26 min

### 13.9 Dimensionamento do Sistema de Dosagem de Produto Químico da ETA



**DOSAGEM DO COAGULANTE POLICLORETO DE ALUMINIO**

Qd- vazão dosadora em l/s  
C de conc. dosagem mg/l adotado ..... 30  
% percentual de proporção para dosagem adotado ..... 4,0  
Qs= Vazão do sistema em m³/h ..... 110

$$Qd = \frac{Qs \times C}{10 \times \%}$$

$$Qd = \frac{108 \times 20}{10 \times 4}$$

Qd = 82,50 l/h

VAZÃO ADOTADO PARA BOMBA DOSADORA ATÉ 100 L/H, PRESSÃO DE SERVIÇO DE 1 BAR

**VOLUME DO TANQUE**

Para o volume do tanque usa-se o tempo de uso dia 16 horas multiplica pela vazão da dosadora

$$V = 82,50 \times 24$$

$$V = 1980,00$$

**VOLUME ADOTADO** 2000 LITROS

Adotar 2 tanques de 1000

**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DOSAGEM DE PRODUTO QUIMICO DA ETA**

**DOSAGEM DO FLOCULANTE POLIMERO CATIONICO**

Qd- vazão dosadora em l/s  
C de conc. dosagem mg/l adotado ..... 1  
% percentual de proporção para dosagem adotado ..... 1,0  
Qs= Vazão do sistema em m³/h ..... 110,00

$$Qd = \frac{Qs \times C}{10 \times \%}$$

$$Qd = \frac{108 \times 1}{10 \times 1}$$



Qd = 11,0 l/h

VAZÃO ADOTADO PARA BOMBA DOSADORA ATÉ 20,0 L/H, PRESSÃO DE SERVIÇO DE 1 BAR

**VOLUME DO TANQUE**

Para o volume do tanque usa-se o tempo de uso dia 16 horas multiplica pela vazão da dosadora

V = 11,00 X 24

V = 264,00

VOLUME ADOTADO 500 LITROS

**DOSAGEM DO HIPOCLORITO DE SÓDIO**

Qd- vazão dosadora em l/s

C de conc. dosagem mg/l adotado ..... 2

% percentual de proporção para dosagem adotado ..... 1,0

Qs= Vazão do sistema em m³/h ..... 110,00

Qd =  $\frac{Qs \times C}{10 \times \%}$

Qd =

Qd = 22 l/h

VAZÃO ADOTADO PARA BOMBA DOSADORA ATÉ 40 L/H, PRESSÃO DE SERVIÇO DE 1 BAR

**VOLUME DO TANQUE**

Para o volume do tanque usa-se o tempo de uso dia 24 horas multiplica pela vazão da dosadora

V = 22,00 X 24

V = 528,00

VOLUME ADOTADO 750 LITROS

**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DOSAGEM DE PRODUTO QUIMICO DA ETRG**

**DOSAGEM DO POLIMERO CATIONICO PARA APLICAÇÃO NO CLARIFICADOR**

Qd- vazão dosadora em l/s

C de conc. dosagem mg/l adotado ..... 2

% percentual de proporção para dosagem adotado ..... 1,0



Qs= Vazão do sistema em m<sup>3</sup>/h ..... 11,11

Qd= 
$$\frac{Qs \times C}{10 \times \%}$$
 
$$\frac{mg/l}{\%}$$

Qd= 
$$\frac{14,73 \times 2}{10 \times 1}$$

Qd = 2,22 l/h

VAZÃO ADOTADO PARA BOMBA DOSADORA ATÉ 5,0 L/H, PRESSÃO DE SERVIÇO DE 1 BAR

**VOLUME DO TANQUE**

Para o volume do tanque usa-se o tempo de uso dia 16 horas multiplica pela vazão da dosadora

V= 2,22 X 24

V= 53,33

VOLUME ADOTADO 100 LITROS

Será utilizado o mesmo tanque de polimero para o tratamento.

**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DOSAGEM DE PRODUTO QUIMICO DA ETRG**  
**DOSAGEM DO FLOCULANTE POLIMERO CATIONICO PARA APLICAÇÃO NA BAG**

Qd- vazão dosadora em l/s

C de conc. dosagem mg/l adotado ..... 2

% percentual de proporção para dosagem adotado ..... 2,0

Qs= Vazão do sistema em m<sup>3</sup>/h ..... 11,11

Qd= 
$$\frac{Qs \times C}{10 \times \%}$$
 
$$\frac{mg/l}{\%}$$

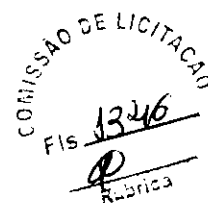
Qd= 
$$\frac{14,73 \times 2}{10 \times 2}$$

Qd = 1,11 l/h

VAZÃO ADOTADO PARA BOMBA DOSADORA ATÉ 5,0 L/H, PRESSÃO DE SERVIÇO DE 1 BAR

**VOLUME DO TANQUE**

*[Handwritten signature]*



Para o volume do tanque usa-se o tempo de uso dia 16 horas multiplica pela vazão da dosadora

$$V = 1,11 \times 24$$

$$V = 26,67$$

VOLUME ADOTADO 

100	LITROS	
-----	--------	--

Obs.: Será utilizado o mesmo tanque de polímero para o tratamento.



**ANEXO 01 – ORÇAMENTOS**

**ANEXO 02 – PEÇAS GRÁFICAS (LAYOUT, DESENHOS E CORTE)**

**ANEXO 03 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)**

**ANEXO 04 – LICENÇA DE AMPLIAÇÃO**

**ANEXO 05 – LICENÇA DE OPERAÇÃO**

*[Signature]*

## PLANILHA DESCRITIVA ORÇAMENTÁRIA

OBJETO: ETA BIXOPA  
 LOCAL: LIMOEIRO DO NORTE - CE  
 DATA: 30/10/2025

**SEINFRA 28.1 COM DESONERAÇÃO**  
 BDI SERVIÇOS: BDI MATERIAL:  
 27,00% 22,90%

	CODIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UND	QUANT.	VALOR UNIT. SEM BDI (R\$)	VALOR UNIT. COM BDI (R\$)	TOTAL R\$
1.0		<b>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - SERVIÇO</b>					<b>63.890,48</b>
1.1		SERVIÇOS PRELIMINARES					2.795,16
1.1.1	C1937	PLACAS PADRÃO DE OBRA	M2	12,00	183,41	232,93	2.795,16
1.2		SERVIÇOS E MONTAGENS DA ETA					61.095,32
1.2.1	C3471	MONTAGEM BARRILETE FILTRO FIBRA, KITS, PQS VAZÃO ATÉ 50 m³/h	UN	4,00	8.035,60	10.205,21	40.820,84
1.2.2	C3525	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PQS ESPECIAIS EM FLOCULADOR/DECANTADOR	UN	4,00	3.991,04	5.068,62	20.274,48
2.0		<b>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - MATERIAL</b>					<b>1.749.129,07</b>
2.1		FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS					1.749.129,07
2.1.1	C0664	CALHA PARSHALL EM FIBRA DE VIDRO PARA ÁGUA/ESGOTO W:6" (FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO)	UN	1,00	2.006,12	2.547,77	2.547,77
2.1.2	17073	FILTRO DE FLUXO ASCENDENTE EM FIBRA COMPLETO COM TAMPA, BARRILETE, ESCADA E MATERIAL FILTRANTE, CAPACIDADE 53,04 m³/h A 72,15 m³/h	UN	4,00	238.402,51	292.996,68	1.171.986,72
2.1.3	COTAÇÃO	FLOCULADOR HIDRAULICO FABRICADO EM PRFV DN 2,5 METROS E ALTURA DE 5,0 M, VAZÃO ATE 55 m³/h. CONSTITUIDO DE 3 PLACAS COM ORIFÍCIOS CONFORME PROJETO.	UN	2,00	85.000,00	107.950,00	215.900,00
2.1.4	COTAÇÃO	DECANTADOR LAMELAR FABRICADO EM PRFV DN 3,5 METROS E ALTURA DE 4,8 M, VAZÃO ATE 55 M³/H, COM PERFS FABRICADOS EM PRFV CONFORME PROJETO.	UN	2,00	108.000,00	137.160,00	274.320,00
2.1.5	16302	KIT DE DOSAGEM DE SULFATO DE ALUMÍNIO OU CAL COM TANQUE DE 500L, BOMBA DOSADORA E AGITADOR, COMPLETO	UN	2,00	26.059,63	32.027,29	64.054,58
2.1.6	COTAÇÃO	PLATAFORMAS, CONTENDO DEGRAUS DE ACESSO, PISO EM PRFV ANTIDERRAPANTE, GARDA CORPO COM RETANGULAR, COM ESTRUTURA DE FIXAÇÃO EM TUBOS EM AÇO GALVANIZADO, COM PINTURA PROTEGIDA CONTRA UV, CONFORME PROJETO	UN	1,00	16.000,00	20.320,00	20.320,00
3.0		<b>EELF - SERVIÇO</b>					<b>75.863,02</b>
3.1		SERVIÇOS E MONTAGENS EEAT E EELF					75.863,02
3.1.1	C3501	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PQS, ELEVATÓRIA C/ VAZÃO DE 60,01 A 90 l/s	UN	1,00	40.073,06	50.892,79	50.892,79
3.1.2	C3456	MONTAGEM DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, ELEVATÓRIA VAZÃO 60,01 a 90 l/s	UN	1,00	19.661,60	24.970,23	24.970,23
4.0		<b>EELF - MATERIAL</b>					<b>77.460,21</b>
4.1		FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS EEAT					20.320,00
4.1.1	COTAÇÃO	CONJUNTO MOTO BOMBA CENTRIFUGA LAVAGEM DE FILTRO, VAZÃO 424,12 M³/H E HMT 7,79 MCA, POTENCIA 25 CV. (de acordo com projeto) - EEALF	UN	1,00	16.000,00	20.320,00	20.320,00
4.2		PEÇAS, CONEXÕES E ACESSORIOS LAVAGEM DE FILTROS					31.623,00
4.2.1	COTAÇÃO	BARRILETE PARA BOMBAS DE LAVAGEM DE FILTROS, FABRICADO COM CONEXÕES E TUBOS EM PRFV, INCLUINDO REGISTRO DE GAVETA E VÁLVULA DE RETENÇÃO PORTINHOLA DUPLA EM FERRO FUNDIDO (FOFO), COM ARRUELAS E PARAFUSOS.	UN	1,00	24.900,00	31.623,00	31.623,00
4.3		AUTOMAÇÃO LAVAGEM DE FILTRO + KITS DE DOSAGEM					25.517,21
4.3.1	C4880	PAINEL ELÉTRICO C/1 SOFT START 25CV, 380/60Hz - MONTAGEM COM SUPERVISÃO DE ENGENHEIRO	UN	1,00	20.092,29	25.517,21	25.517,21
5.0		<b>ADMINISTRAÇÃO DA OBRA</b>					<b>36.521,37</b>
5.1		ADMINISTRAÇÃO LOCAL - NÍVEL MÉDIO					35.046,57
5.1.1	18590	ENCARREGADO GERAL/MESTRE DE OBRA	HxMÊS	3,00	6.171,03	7.584,20	22.752,60
5.1.2	18617	VIGIA	HxMÊS	3,00	3.334,41	4.097,99	12.293,97
5.2		ADMINISTRAÇÃO LOCAL - EQUIPAMENTOS					1.474,80
5.2.1	18614	TELEFONE MÓVEL	UNxMÊS	3,00	230,00	282,67	848,01
5.2.2	18610	COMPUTADOR	UNxMÊS	3,00	170,00	208,93	626,79
<b>2.002.864,15</b>							

Dois Milhões e Dois Mil, Oitocentos e Sessenta e Quatro Reais e Quinze Centavos

2.002.864,15

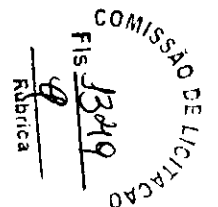
COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
 FIS. 13218  
 Rubrica

**Rodrigo Ferreira S. Nogueira**  
 Engenheiro Civil  
 CREA-CE 062250270-0

## CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

**OBJETO:** ETA BIXOPA  
**LOCAL:** LIMOEIRO DO NORTE - CE  
**DATA:** 30/10/2025

ITEM	ESPECIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS	PRAZOS						TOTAIS (R\$)	
		30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS			
		%	R\$	%	R\$	%	R\$		
1.0	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE AGUA - SERVIÇO	50,0%	R\$ 31.945,24	50,0%	R\$ 31.945,24	0,0%	R\$ -	100,00%	R\$ 63.890,48
2.0	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE AGUA - MATERIAL	0,0%	R\$ -	50,0%	R\$ 874.564,54	50,0%	R\$ 874.564,54	100,00%	R\$ 1.749.129,07
3.0	EELF - SERVIÇO	0,0%	R\$ -	0,0%	R\$ -	100,0%	R\$ 75.863,02	100,00%	R\$ 75.863,02
4.0	EELF - MATERIAL	0,0%	R\$ -	0,0%	R\$ -	100,0%	R\$ 77.460,21	100,00%	R\$ 77.460,21
5.0	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	33,3%	R\$ 12.173,79	33,3%	R\$ 12.173,79	33,3%	R\$ 12.173,79	100,00%	R\$ 36.521,37
		<b>2,20%</b>	<b>R\$ 44.119,03</b>	<b>45,87%</b>	<b>R\$ 918.683,57</b>	<b>51,93%</b>	<b>R\$ 1.040.061,56</b>	<b>100,00%</b>	<b>R\$ 2.002.864,15</b>
		<b>2,20%</b>	<b>R\$ 44.119,03</b>	<b>48,07%</b>	<b>R\$ 962.802,60</b>	<b>100,00%</b>	<b>R\$ 2.002.864,15</b>		



Rodrigo Ferreira S. Nogueira  
 Engenheiro Civil  
 CREA CE 062250270-0

Rubrica

**ENCARGOS SOCIAIS - HORISTAS E MENSALISTAS - TABELA SEINFRA 028.1 (DE**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	TABELA 028.1	
		HORISTAS %	MENSALISTAS %
<b>A</b>	<b>ENCARGOS SOCIAIS BÁSICOS</b>	<b>16,80</b>	<b>16,80</b>
A1	INSS	0,00	0,00
A2	SESI	1,50	1,50
A3	SENAI	1,00	1,00
A4	INCRA	0,20	0,20
A5	SEBRAE	0,60	0,60
A6	SALÁRIO EDUCAÇÃO	2,50	2,50
A7	SEGURO DE ACIDENTES	3,00	3,00
A8	FGTS	8,00	8,00

<b>B</b>	<b>ENCARGOS SOCIAIS C/ INCIDÊNCIA DE A</b>	<b>48,36</b>	<b>19,04</b>
B1	DESCANSO SEMANAL REMUNERADO	17,85	0,00
B2	FERIADOS	3,71	0,00
B3	AUXILIO ENFERMIDADE	0,87	0,66
B4	13º SALÁRIO	11,03	8,33
B5	LICENÇA PATERNIDADE	0,07	0,05
B6	FALTAS JUSTIFICADAS	0,74	0,56
B7	DIAS DE CHUVAS	1,59	0,00
B8	AUXÍLIO ACIDENTE DE TRABALHO	0,11	0,08
B9	FÉRIAS GOZADAS	12,35	9,33
B10	SALÁRIO MATERNIDADE	0,04	0,03

<b>C</b>	<b>ENCARGOS SOCIAIS S/ INCIDÊNCIA DE A</b>	<b>10,70</b>	<b>8,09</b>
C1	AVISO PRÉVIO INDENIZADO	5,52	4,17
C2	AVISO PRÉVIO TRABALHADO	0,13	0,10
C3	FÉRIAS INDENIZADAS	1,72	1,30
C4	DEPOSITO DE RECISÃO S/ JUSTA CAUSA	2,87	2,17
C5	INDENIZAÇÃO ADICIONAL	0,46	0,35

<b>D</b>	<b>REINCIDÊNCIAS DE UM GRUPO SOBRE O OUTRO</b>	<b>8,58</b>	<b>3,55</b>
D1	REINCIDÊNCIA DE GRUPO A SOBRE GRUPO B	8,12	3,20
D2	REINCIDÊNCIA DE GRUPO A SOBRE AVISO PRÉVIO TRABALHADO E REINCIDÊNCIA DO FGTS SOBRE AVISO PRÉVIO INDENIZADO	0,46	0,35
<b>TOTAL (A+B+C+D)</b>		<b>84,44</b>	<b>47,48</b>

Fls. 3350  
Rubrica  
Assinado em 02/07/2011  
Carica em 02/07/2011  
17

**SONERADA) E 028 (ONERADA)**

**TABELA 028**


HORISTAS %	MENSALISTAS %
<b>36,80</b>	<b>36,80</b>
20,00	20,00
1,50	1,50
1,00	1,00
0,20	0,20
0,60	0,60
2,50	2,50
3,00	3,00
8,00	8,00

<b>48,36</b>	<b>19,04</b>
17,85	0,00
3,71	0,00
0,87	0,66
11,03	8,33
0,07	0,05
0,74	0,56
1,59	0,00
0,11	0,08
12,35	9,33
0,04	0,03

<b>10,70</b>	<b>8,09</b>
5,52	4,17
0,13	0,10
1,72	1,30
2,87	2,17
0,46	0,35

<b>18,29</b>	<b>7,38</b>
17,80	7,01
0,49	0,37
<b>114,15</b>	<b>71,31</b>

Rodrigo Ferreira S. Nogueira  
Engenheiro Civil  
CREA-CE/002250270-0



OBJETO: ETA BIKOPA  
LOCAL: LIMOEIRO DO NORTE - CE  
DATA: 30/10/2025

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	VARIÁVEIS			SUBTOTAL	TOTAL
				COMP.	LARGURA	QUANT.		
1.0		<b>ESTRUTURA METÁLICA DE AÇO - SERRA</b>						
1.1		<b>PLACAS PADRÃO DE OBRA</b>	M2	4,00	3,00		12,00	
1.1.1	C1937	MONTAGEM						
1.2		<b>SERVIÇOS E MONTAGENS DA ETA</b>						
1.2.1	C3471	MONTAGEM BARRILETE FILTRO FIBRA, KIT'S, PCS VAZÃO ATÉ 90 m³/h	UN	4,00			4,00	
1.2.2	C3525	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PCS ESPECIAIS EM FLOCULADOR/DECANTADOR	UN	4,00			4,00	
1.2.2		MONTAGEM						
2.0		<b>SERVIÇOS DE INSTALAMENTO DE ÁGUA - MONTAGEM</b>						
2.1		<b>CONSUMÍVEIS DE INSTALAMENTOS</b>						
2.1.1	C0664	CALHA PARSHALL EM FIBRA DE VIDRO PARA ÁGUA/ESGOTO W-S (FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO)	UN	1,00			1,00	
2.1.2	17078	FILTRO DE FLUXO ASCENDENTE EM FIBRA COMPLETO COM TAMPA, BARRILETE, ESCADA E MATERIAL FILTRANTE, CAPACIDADE 53,04 m³/h A 72,15 m³/h	UN	4,00			4,00	
2.1.3	COTACÃO	FLOCULADOR HIDRAULICO FABRICADO EM PRFV DN 2,5 METROS E ALTURA DE 5,0 M, VAZÃO ATE 55 m³/h, CONSTITUIDO DE 3 PLACAS COM ORIFÍCIOS CONFORME PROJETO.	UN	2,00			2,00	
2.1.4	COTACÃO	DECANTADOR LAMELAR FABRICADO EM PRFV DN 3,5 METROS E ALTURA DE 4,8 M, VAZÃO ATE 55 m³/h, COM PERIFERIOS FABRICADOS EM PRFV CONFORME PROJETO.	UN	2,00			2,00	
2.1.5	16302	KIT DE DOSAGEM DE SULFATO DE ALUMÍNIO OU CAL COM TANQUE DE 500L, BOMBA DOSADORA E AGITADOR, COMPLETO	UN	2,00			2,00	
2.1.6	COTACÃO	PLATAFORMAS, CONTENDO DEGRÁUS DE ACESSO, PISO EM PRFV ANTIDERRAPANTE, GARDA CORPO COM RETANGULAR, COM ESTRUTURA DE FIXAÇÃO EM TUBOS EM AÇO GALVANIZADO, COM PINTURA PROTEGIDA CONTRA UV, CONFORME PROJETO	UN	1,00			1,00	
3.0		<b>SERVIÇOS DE INSTALAMENTO</b>						
3.1		<b>SERVIÇOS E MONTAGENS DE AT E SEP</b>						
3.1.1	C3501	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PCS ELEVATÓRIA C/ VAZÃO DE 60,01 A 90 l/s	UN	1,00			1,00	
3.1.2	C3456	MONTAGEM DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, ELEVATÓRIA VAZÃO 60,01 a 90 l/s	UN	1,00			1,00	
3.1.2		BOMBAS						
4.0		<b>SERVIÇOS DE INSTALAMENTO DE AT</b>						
4.1		<b>CONSUMÍVEIS DE INSTALAMENTOS DE AT</b>						
4.1.1	COTACÃO	CONJUNTO MOTO BOMBA CENTRÍFUGA LAVAGEM DE FILTRO, VAZÃO 42,4,32 M³/H E HMT 7,79 MCA, POTENCIA 25 CV. (de acordo com projeto) - EELAF	UN	1,00			1,00	
4.1.1		BOMBAS						
4.2		<b>SERVIÇOS E ACESSÓRIOS LAVAGEM DE FILTROS</b>						
4.2.1	COTACÃO	BARRILETE PARA BOMBAS DE LAVAGEM DE FILTROS, FABRICADO COM CONEXÕES E TUBOS EM PRFV, INCLUINDO	UN	1,00			1,00	

Rodrigo Ferreira S. Nogueira  
Engenheiro Civil  
CREACE 062250270-0

OBJETO: ETA BIXOPA  
LOCAL: LIMOEIRO DO NORTE - CE  
DATA: 30/10/2025

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	VARIÁVEIS					SUBTOTAL	TOTAL
		LAVAGEM DE FILTROS		1,00					1,00	



Rodrigo Ferreira S. Nogueira  
Engenheiro Civil  
CREA-CE 062258/270-0

COMPOSIÇÃO DO BDI – SERVIÇOS DESONERADOS	
Processo:	Nº Convênio:
Obra:	
Local:	
Responsável Técnico:	
Data de Elaboração:	
<b>ITEM PORCENTAGEM</b>	
Administração Central	3,43%
Seguros	0,14%
Riscos	1,00%
Garantias	0,14%
Despesas Financeiras	0,94%
Lucro	6,74%
Impostos (ISS+PIS+COFINS + CPRB)	11,15%
<b>BDI=</b>	<b>26,98%</b>
<b>BDI ADOTADO=</b>	<b>27,00%</b>
<p><b>Notas:</b> <math>BDI = \frac{(1+(AC+S+R+G))(1+DF)(1+L)}{(1-I)} - 1</math></p> <p>Onde:                      BDI = Benefício e Despesas Indiretas (lucro e despesas indiretas);                      AC = taxa representativa das despesas de rateio da Administração Central;                      S = taxa representativa de Seguros;                      R = taxa representativa de Riscos;                      G = taxa representativa de Garantias;                      DF = taxa representativa das Despesas Financeiras;                      L = taxa representativa do Lucro;                      I = taxa representativa da incidência de Impostos (PIS + COFINS + ISS + CPRB)</p> <p>TCU                      CBS-Fórmula para cálculo do BDI conforme Acórdão nº 2369/2011-TCU                      CBS- Os limites recomendados no Acórdão nº 2622/2013-TCU não contemplam a inclusão da CPRB (aliquota de 4,5%)                      CBS - Ao incluir a alíquota da CPRB, utilizar a descensão da folha de pagamento para composição da planilha orçamentária global</p>	
Responsável Técnico	

TRIBUTOS COM DESONERAÇÃO DE SERVIÇOS	%
ISS	3,00%
COFINS	3,00%
PIS	0,65%
CPRB	4,5%
	11,15%

VALORES DO BDI POR TIPO DE OBRA			
TIPOS DE OBRA	1º Quartil	Médio	3º Quartil
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS	20,34%	22,12%	25,00%
CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS E FERROVIAS	19,60%	20,97%	24,21%
CONSTRUÇÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, COLETA DE ESGOTO E CONSTRUÇÕES CORRELATAS	20,76%	24,18%	26,41%
CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTAÇÕES E REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	24,00%	25,84%	27,86%
OBRAS PORTUÁRIAS, MARÍTIMAS E FLUVIAIS	22,80%	27,18%	30,95%

BDI PARA ITENS DE MERO FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	1º QUARTIL	MÉDIO	3º QUARTIL
	11,10%	14,07%	16,80%

TIPOS DE OBRA	ADMINISTRAÇÃO CENTRAL			SEGURO + GARANTIA			RISCO		
	1º Quartil	Médio	3º Quartil	1º Quartil	Médio	3º Quartil	1º Quartil	Médio	3º Quartil
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS	1,00%	4,00%	7,50%	0,30%	0,80%	1,00%	0,97%	1,27%	1,27%
CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS E FERROVIAS	1,80%	4,01%	4,47%	0,33%	0,40%	0,30%	0,50%	0,50%	0,67%
CONSTRUÇÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, COLETA DE ESGOTO E CONSTRUÇÕES CORRELATAS	1,43%	4,93%	6,71%	0,33%	0,49%	0,33%	1,00%	1,39%	1,74%
CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTAÇÕES E REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	1,30%	4,90%	7,91%	0,33%	0,51%	0,50%	1,00%	1,48%	1,97%
OBRAS PORTUÁRIAS, MARÍTIMAS E FLUVIAIS	1,00%	7,00%	8,00%	0,33%	1,30%	1,30%	1,40%	1,70%	1,60%

TIPOS DE OBRA	DESPESA FINANCEIRA			LUCRO		
	1º Quartil	Médio	3º Quartil	1º Quartil	Médio	3º Quartil
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS	0,50%	1,23%	1,35%	0,10%	1,40%	1,90%
CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS E FERROVIAS	1,07%	1,11%	1,71%	0,60%	1,50%	1,60%
CONSTRUÇÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, COLETA DE ESGOTO E CONSTRUÇÕES CORRELATAS	0,94%	0,99%	1,11%	0,40%	1,04%	0,82%
CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTAÇÕES E REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	1,01%	1,03%	1,11%	1,00%	1,11%	0,51%
OBRAS PORTUÁRIAS, MARÍTIMAS E FLUVIAIS	0,91%	1,02%	1,33%	1,10%	1,40%	1,19%

PARCELA DO BDI	BDI PARA ITENS DE MERO FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS		
	1º Quartil	Médio	3º Quartil
ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	1,50%	1,75%	4,19%
SEGURO + GARANTIA	0,30%	0,48%	0,82%
RISCO	0,36%	0,85%	0,89%
DESPESA FINANCEIRA	0,85%	0,85%	1,11%
LUCRO	5,50%	5,11%	6,22%

Parcela de Tributos na composição do BDI - Valores incidentes sobre Preço de Venda			
TRIBUTOS	Obras e Serviços de Engenharia	Serviços Técnicos de Engenharia	Fornecimento de Materiais e de Equipamentos relevantes
ISS (observar percentual de Incidência)	até 3,00%*	até 3,00%	0,00%
PIS	0,65%	1,65%	0,65%
COFINS	3,00%	7,60%	3,00%
<b>Total</b>	<b>6,19%</b>	<b>14,25%</b>	<b>3,65%</b>

OBS: (\*) % de ISS considerando a alíquota de 3% sobre 50% do Preço de Venda

OBS - CPRB 4,5% SOBRE RECEITA BRUTA PARA OBRA E FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS



Rodrigo Ferreira S. Noqueira  
 Engenheiro Civil  
 CREA-CE 062250270-0

## CURVA ABC

**OBJETO:** RESUMO DO ORÇAMENTO

**LOCAL:** LIMOEIRO DO NORTE

**DATA:** ETA BIXOPA

**SEINFRA 28.1 COM DESONERAÇÃO**

**BDI SERVIÇOS:**

**27,00%**

**BDI MATERIAL:**

**22,90%**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FONTE	TIPO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	%	ACUMUL %	CL
17073	FILTRO DE FLUXO ASCENDENTE EM FIBRA COMPLETO COM TAMPAS, BARRILETE, ESCADA E MATERIAL FILTRANTE, CAPACIDADE 53,04 m³/h A 72,15 m³/h	SEINFRA	Material	UN	4,00	R\$ 292.996,68	R\$ 1.171.986,72	58,52%	58,52%	B
INS - ETA - 02	DECANTADOR LAMELAR FABRICADO EM PRFV DN 3,5 METROS E ALTURA DE 4,8 M, VAZÃO ATE 55 M³/H, COM PERFIS FABRICADOS EM PRFV CONFORME PROJETO.	Composições Próprias	Material	UN	2,00	R\$ 137.160,00	R\$ 274.320,00	13,70%	72,21%	B
INS - ETA - 01	FLOCULADOR HIDRAULICO FABRICADO EM PRFV DN 2,5 METROS E ALTURA DE 5,0 M, VAZÃO ATE 55 m³/h. CONSTITUIDO DE 3 PLACAS COM ORIFICIOS CONFORME PROJETO.	Composições Próprias	Material	UN	2,00	R\$ 107.950,00	R\$ 215.900,00	10,78%	82,99%	C
16302	KIT DE DOSAGEM DE SULFATO DE ALUMÍNIO OU CAL COM TANQUE DE 500L, BOMBA DOSADORA E AGITADOR, COMPLETO	SEINFRA	Material	UN	2,00	R\$ 32.027,29	R\$ 64.054,58	3,20%	86,19%	C
C3501	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS. ELEVATÓRIA C/ VAZÃO DE 60,01 A 90 l/s	SEINFRA	Serviço	UN	1,00	R\$ 50.892,79	R\$ 50.892,79	2,54%	88,73%	C
C3471	MONTAGEM BARRILETE FILTRO FIBRA, KIT'S. PÇS VAZÃO ATÉ 50 m³/h	SEINFRA	Serviço	UN	4,00	R\$ 10.205,21	R\$ 40.820,84	2,04%	90,77%	C
INS - ETA - 05	BARRILETE PARA BOMBAS DE LAVAGEM DE FILTROS, FABRICADO COM CONEXÕES E TUBOS EM PRFV, INCLUINDO REGISTRO DE GAVETA E VÁLVULA DE RETENÇÃO PORTINHOLA DUPLA EM FERRO FUNDIDO (FOFO), COM ARRUELAS E PARAFUSOS.	Composições Próprias	Material	un	1,00	R\$ 31.623,00	R\$ 31.623,00	1,58%	92,35%	C
C4880	PAINEL ELETRICO C/1 SOFT START 25CV, 380/60Hz - MONTAGEM COM SUPERVISÃO DE ENGENHEIRO	SEINFRA	Serviço	UN	1,00	R\$ 25.517,21	R\$ 25.517,21	1,27%	93,62%	C
C3456	MONTAGEM DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. ELEVATÓRIA VAZÃO 60,01 a 90 l/s	SEINFRA	Serviço	UN	1,00	R\$ 24.970,23	R\$ 24.970,23	1,25%	94,87%	C
18590	ENCARREGADO GERAL/MESTRE DE OBRAS	SEINFRA	Mão de Obra	MÊS	3,00	R\$ 7.584,20	R\$ 22.752,60	1,14%	96,00%	C
INS - ETA - 03	PLATAFORMAS, CONTENDO DEGRAUS DE ACESSO, PISO EM PRFV ANTIDERRAPANTE, GARDA CORPO COM RETANGULAR, COM ESTRUTURA DE FIXAÇÃO EM TUBOS EM AÇO GALVANIZADO, COM PINTURA PROTEGIDA CONTRA UV, CONFORME PROJETO	Composições Próprias	Material	UN	1,00	R\$ 20.320,00	R\$ 20.320,00	1,01%	97,02%	C
INS - ETA - 04	CONJUNTO MOTO BOMBA CENTRIFUGA LAVAGEM DE FILTRO, VAZÃO 424,12 M³/H E HMT 7,79 MCA, POTENCIA 25 CV (de acordo com projeto) - EEALF	Composições Próprias	Material	UN	1,00	R\$ 20.320,00	R\$ 20.320,00	1,01%	98,03%	C
C3525	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS ESPECIAIS EM FLOCULADOR/DECANTADOR	SEINFRA	Serviço	UN	4,00	R\$ 5.068,62	R\$ 20.274,48	1,01%	99,05%	C
18617	VIGIA	SEINFRA	Mão de Obra	MÊS	3,00	R\$ 4.097,99	R\$ 12.293,97	0,61%	99,66%	C
C1937	PLACAS PADRÃO DE OBRA	SEINFRA	Serviço	M2	12,00	R\$ 232,93	R\$ 2.795,16	0,14%	99,80%	C
C0664	CALHA PARSHALL EM FIBRA DE VIDRO PARA ÁGUA/ESGOTO W:6"(FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO)	SEINFRA	Serviço	UN	1,00	R\$ 2.547,77	R\$ 2.547,77	0,13%	99,93%	C
18614	TELEFONE MÓVEL	SEINFRA	COTAÇÃO / ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRA (C/ ENCARGOS)	UNxMÊS	3,00	R\$ 282,67	R\$ 848,01	0,04%	99,97%	C
18610	COMPUTADOR	SEINFRA	COTAÇÃO / ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRA (C/ ENCARGOS)	UNxMÊS	3,00	R\$ 208,93	R\$ 626,79	0,03%	100,00%	C
<b>Subtotal até 1%</b>									R\$ 2.002.864,15	
<b>Outros:</b>									R\$ 392.378,01	
<b>Valor total do Orçamento:</b>									R\$ 1.610.486,14	

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
 Fls. 1355  
 Rubrica





## QUALIFICAÇÃO TÉCNICA

A Empresa licitante deverá ter CNPJ (Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica);

A Empresa licitante deverá apresentar atestado(s) de capacidade técnica, fornecida(s) por pessoa(s) jurídica(s) de direito público ou privado, que comprove(m) que a mesma tenha executado, a contento, contratações de natureza e vulto compatíveis com o objeto em questão.

A Empresa licitante deverá apresentar certidão de registro no CREA e/ou CAU, bem como certidões de regularidades de pessoa física e jurídica do profissional responsável pela empresa e seus serviços.

A Empresa licitante deverá comprovar que possui o registro em seu quadro técnico, na data da entrega dos documentos de habilitação, de profissionais com experiência comprovada ou devidamente reconhecida, pela entidade profissional competente relacionada às características dos serviços limitados à parcela de maior relevância (tabela 01) solicitada junto ao Edital (Engenheiro Civil ou Arquiteto).

Tabela 01: Parcela de maior relevância

SERVIÇO/DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PARCELA DE MAIOR RELEVÂNCIA (50%)
FILTRO DE FLUXO ASCENDENTE EM FIBRA COMPLETO COM TAMPA, BARRILETE, ESCADA E MATERIAL FILTRANTE, CAPACIDADE 53,04 m <sup>3</sup> /h A 72,15 m <sup>3</sup> /h	UN	4,00	2,00
DECANTADOR LAMELAR FABRICADO EM PRFV DN 3,5 METROS E ALTURA DE 4,8 M, VAZÃO ATE 55 M <sup>3</sup> /H, COM PERFIS FABRICADOS EM PRFV CONFORME PROJETO.	UN	2,00	1,00
FLOCULADOR HIDRÁULICO FABRICADO EM PRFV DN 2,5 METROS E ALTURA DE 5,0 M, VAZÃO ATE 55 m <sup>3</sup> /h. CONSTITUIDO DE 3 PLACAS COM ORIFÍCIOS CONFORME PROJETO.	UN	2,00	1,00

# Relatório de Composições

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
Fls. 1357

FONTE	VERSÃO	HORA	MESES
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	4

## C1937 PLACAS PADRÃO DE OBRA (M2)

Material	FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
10537 CHAPA DE AÇO GALVANIZADA ESP. 0.3MM	SEINFRA	M2	1,02000000	30,0300	30,8106
11100 ESMALTE SINTETICO	SEINFRA	L	1,00000000	31,8800	31,8800
11691 PONTALETE / BARROTE DE 3"x3"	SEINFRA	M	4,50000000	16,0900	72,4050
11725 PREGO 15X15 (1.1/4" x 13) (APROXIMADAMENTE 672UN/KG)	SEINFRA	KG	0,15000000	15,9900	2,3985
TOTAL Material:					146,4941

Mão de Obra	FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
12543 SERVENTE	SEINFRA	H	2,00000000	18,4600	36,9200
TOTAL Mão de Obra:					36,9200

**Valor Total: 183,41**  
**Valor Total com BDI: 183,41**



# Relatório de Composições

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
 Fis. 1358

Fonte	VERSÃO	HORA	M <small>AN</small> UTENÇÃO
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	47,48%

## C3471 MONTAGEM BARRILETE FILTRO FIBRA, KIT'S, PÇS VAZÃO ATÉ 50 m3/h (UN)

Mão de Obra	Fonte	Unid	Coefficiente	Preço Unitário	Total
10037 AJUDANTE	SEINFRA	H	120,00000000	10,1000	2.202,0000
12312 ELETRICISTA	SEINFRA	H	40,00000000	24,1500	966,0000
12320 ENCANADOR	SEINFRA	H	80,00000000	23,4800	1.878,4000
11530 MONTADOR	SEINFRA	H	120,00000000	24,1600	2.899,2000
TOTAL Mão de Obra:					8.035,6000
Valor Total:					8.035,60
Valor Total com BDI:					8.035,60



# Relatório de Composições

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
Fls. 1359

FORTE	VERSÃO	HORA	MES
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	47,38%

**C3525 MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS ESPECIAIS EM FLOCULADOR/DECANTADOR (UN)**

Mão de Obra	FORTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
10037 AJUDANTE	SEINFRA	H	128,00000000	19,1000	2.441,8000
11530 MONTADOR	SEINFRA	H	64,00000000	24,1600	1.546,2400
TOTAL Mão de Obra:					3.991,0400
<b>Valor Total:</b>					<b>3.991,04</b>
<b>Valor Total com BDI:</b>					<b>3.991,04</b>

# Relatório de Composições

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
 Fis. 1360


FONTE	VERSÃO	HORA	MES
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	47,48%

## C0664 CALHA PARSHALL EM FIBRA DE VIDRO PARA ÁGUA/ESGOTO W:6" (FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO) (UN)

Material	FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
I0100 AREIA MEDIA	SEINFRA	M3	0,08510000	83,6900	7,1127
I2974 CALHA PARSHALL EM FIBRA DE VIDRO W:6"	SEINFRA	UN	1,00000000	1.870,0000	1.870,0000
I0805 CIMENTO PORTLAND	SEINFRA	KG	34,02000000	0,7100	24,1542
TOTAL Material:					1.901,2669

Mão de Obra	FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
I2320 ENCANADOR	SEINFRA	H	2,50000000	23,4800	58,7000
I2543 SERVENTE	SEINFRA	H	2,50000000	18,4600	46,1500
TOTAL Mão de Obra:					104,8500

**Valor Total: 2.006,12**  
**Valor Total com BDI: 2.006,12**



# Relatório de Composições

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
Fls. 1361

FONTE	VERSÃO	HORA	MESES
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	47,48%

## 18610 COMPUTADOR (UNxMÊS)

COTAÇÃO / ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRA (C/ ENCARGOS)	FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
18610 COMPUTADOR	SEINFRA	UNxMÊ	1,00000000	170,0000	170,0000
TOTAL COTAÇÃO / ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRA (C/ ENCARGOS):					170,0000

Valor Total: 170,00  
Valor Total com BDI: 170,00

# Relatório de Composições

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
 Fis. 1362

FONTE	VERSÃO	HORA	MES
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	47,45%

**17073 FILTRO DE FLUXO ASCENDENTE EM FIBRA COMPLETO COM TAMPA, BARRILETE, ESCADA E MATERIAL FILTRANTE, CAPACIDADE 53,04 m³/h A 72,15 m³/h (UN)**

Material	FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
17073 FILTRO DE FLUXO ASCENDENTE EM FIBRA COMPLETO COM TAMPA, BARRILETE, ESCADA E MATERIAL FILTRANTE, CAPACIDADE 53,04 m³/h A 72,15 m³/h	SEINFRA	UN	1,00000000	238.402,5100	238.402,5100

TOTAL Material: 238.402,5100

Valor Total: 238.402,51

Valor Total com BDI: 238.402,51

# Relatório de Composições

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
Fls. 1363

FONTE	VERSÃO	HORA	MES
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	47,48%

## 16302 KIT DE DOSAGEM DE SULFATO DE ALUMÍNIO OU CAL COM TANQUE DE 500L, BOMBA DOSADORA E AGITADOR, COMPLETO (UN)

Material	FONTE	UND	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
16302 KIT DE DOSAGEM DE SULFATO DE ALUMÍNIO OU CAL COM TANQUE DE 500L, BOMBA DOSADORA E AGITADOR, COMPLETO	SEINFRA	UN	1,00000000	26.059,6300	26.059,6300

TOTAL Material: 26.059,6300

Valor Total: 26.059,63

Valor Total com BDI: 26.059,63

# Relatório de Composições

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
 FIS 1364

FORTE	VERSÃO	HORA	FORTE
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	47,48%

## C3501 MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS, ELEVATÓRIA C/ VAZÃO DE 60,01 À 90 l/s (UN)

Equipamento	Custo Horário	FORTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
I0705	CAMINHÃO COMERC. EQUIP. C/GUINDASTE (CHP)	SEINFRA	H	32,00000000	169,7613	5.432,3616
I0737	ESMERILHADEIRA INDUSTRIAL (CHP)	SEINFRA	H	32,00000000	0,3554	11,3728
I0771	TALHA MANUAL (CHP)	SEINFRA	H	32,00000000	0,2666	8,5312
TOTAL Equipamento Custo Horário:						5.452,2656

Mão de Obra	FORTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	
I0037	AJUDANTE	SEINFRA	H	480,00000000	19,1000	9.168,0000
I1530	MONTADOR	SEINFRA	H	320,00000000	24,1600	7.731,2000
I2543	SERVENTE	SEINFRA	H	960,00000000	18,4600	17.721,6000
TOTAL Mão de Obra:					34.620,8000	

Valor Total: **40.073,06**  
 Valor Total com BDI: **40.073,00**

# Relatório de Composições

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
Fls. 1365

FONTE	VERSÃO	HORA	REPERTE
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84.44%	47.48%

## C3456 MONTAGEM DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, ELEVATÓRIA VAZÃO 60,01 a 90 l/s (UN)

Mão de Obra	FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
10037 AJUDANTE	SEINFRA	H	576,00000000	19,1000	11.001,6000
12312 ELETRICISTA	SEINFRA	H	288,00000000	24,1500	6.955,2000
12391 PEDREIRO	SEINFRA	H	40,00000000	24,1600	966,4000
12543 SERVENTE	SEINFRA	H	40,00000000	18,4600	738,4000
TOTAL Mão de Obra:					19.661,6000

valor total: 19.661,60  
Valor Total com BDI: 19.661,60

# Relatório de Composições

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
 FIS. J366  
 27/03/2013

FONTE	VERSÃO	HORA	MES
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	47,40%

**C4880 PAINEL ELETRICO C/1 SOFT START 25CV, 380/60Hz - MONTAGEM COM SUPERVISÃO DE ENGENHEIRO (UN)**

Material	FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
16014 PAINEL ELETRICO C/1 SOFT START 25CV,380V,60Hz	SEINFRA	UN	1,00000000	19.433,6700	19.433,6700
TOTAL Material:					19.433,6700

Mão de Obra	FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
10042 AJUDANTE DE ELETRICISTA	SEINFRA	H	8,00000000	19,1000	152,8000
12312 ELETRICISTA	SEINFRA	H	8,00000000	24,1500	193,2000
11088 ELETROTECNICO MONTADOR	SEINFRA	H	4,00000000	29,0600	116,2400
12322 ENGENHEIRO	SEINFRA	H	2,00000000	98,1900	196,3800
TOTAL Mão de Obra:					658,6200

Valor Total: **20.092,29**  
 Valor Total com BDI: **20.092,29**

# Relatório de Composições

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
Fls. 1367

FONTE	VERBAO	HORA	MERITICA
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	47,48%

## 18590 ENCARGADO GERAL/MESTRE DE OBRAS (MÊS)

Mão de Obra	FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
18500 ENCARGADO GERAL/MESTRE DE OBRAS	SEINFRA	MÊS	1,00000000	6.171,0300	6.171,0300

TOTAL Mão de Obra: 6.171,0300

Valor Total: 6.171,03

Valor Total com BDI: 6.171,03