

**ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DAS OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO
DA ORLA DO CRASTO, MUNICÍPIO DE SANTA LUZIA DO ITANHY, ESTADO DE
SERGIPE.**



SECRETARIA DE
ESTADO DO TURISMO



PROGRAMA DE INVESTIMENTO
EM INFRAESTRUTURA E DESENVOLVIMENTO
DO ESTADO DE SERGIPE



MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO – PROJETOS COMPLEMENTARES

SUMÁRIO

1. NORMAS E CÓDIGOS APLICÁVEIS	2
2. PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	3
2.1. Descrição Geral.....	3
2.2. Instalações	3
3. PROJETO LUMINOTÉCNICO	6
3.1. Descrição Geral.....	6
4. PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS.....	7
4.1. Descrição Geral.....	7
4.2. Instalações	7
5. PROJETO DE INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	9
5.1. Descrição Geral.....	9
5.2. Instalações	9
6. PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL.....	10
6.1. Descrição Geral.....	10
6.2. Instalações	11



1. NORMAS E CÓDIGOS APLICÁVEIS

A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas e Legislação Municipal.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de desempenho e aceitação por parte da contratante ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

Legislação Brasileira / Normas Brasileiras ABNT

AMPLA UTILIZAÇÃO

- NBR 5984 – Norma Geral de Desenho Técnico – Procedimento;

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas;
- NBR 8995 – Iluminação de Ambientes de Trabalho;
- NBR 10898 – Sistema de Iluminação de Emergência;
- NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0kV a 36,2kV;
- ENERGISA NDU 001 - Fornecimento de energia elétrica a agrupamentos ou edificações individuais até 3 unidades consumidoras;

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

- NBR 5626 – Instalações Prediais de água fria;
- NBR 5648 – Tubos de PVC rígido para instalações de água fria;
- NBR 5680 – Dimensões de tubos de PVC rígido;
- NBR 7372 – Execução de tubulações de pressão de PVC rígido com junta soldada, rosqueada, ou com anéis de borracha;

INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

- NBR 5680 – Tubos de PVC rígido;
- NBR 8160 – Instalações Prediais de Esgotos Sanitários;
- NBR 9649 – Projeto de Redes de Esgoto Sanitário;
- NBR 9814 – Execução de Rede Coletora de Esgoto Sanitário;

PROJETO ESTRUTURAL

- NBR 5674 – Manutenção de edificações;
- NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR 6120 – Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações;
- NBR 6122 – Projeto e execução de fundações;
- NBR 6123 – Forças devidas ao vento em Edificações;
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento;
- NBR 14432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de Edificações;
- NBR 15200 – Projeto de Estruturas de Concreto em situação de Incêndio;



2. PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

2.1. Descrição Geral

Os projetos em referência consistem de iluminação pública e pequenas edificações dispersas.

Atendendo à solicitação do contratante foram adotadas 02 redes condominiais setorizando o atendimento das edificações e iluminação pública, além de uma ligação independente para o atendimento da Unidade Produtora de Gelo, cuja demanda possui maior relevância, a saber:

- ALIMENTADOR 01: Dotada de 06 ligações autônomas – Administração, Banheiros e Copa, Deposito e Oficina, Miniestaleiro, Tratamento de Pescados e 01 setor de Iluminação Pública – Totalizando 21,5kVA de Potência Instalada;
- ALIMENTADOR 02: Dotada de 05 ligações autônomas – Prédio de Apoio ao Turista e 04 setores de Iluminação Pública – Totalizando 16,8kVA de Potência Instalada;
- ALIMENTADOR 03: Ligação autônoma – Unidade Produtora de Gelo – com 80,2kVA de Potência Instalada;

ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

Observado o disposto na NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA da concessionária local, devida à baixa potência instalada em cada edificação, foram desconsideradas as demandas das mesmas, sendo energizadas em tensão igual à 127V ou 220/127V com frequência nominal de 60Hz.

ATERRAMENTO

As instalações possuem um ponto de alimentação diretamente aterrado (neutro) sendo as massas ligadas a este ponto através de condutores de proteção, configurando um esquema TN. No caso específico destas instalações a função do condutor neutro e do condutor de proteção serão executados por alimentadores distintos, caracterizando um esquema TN-S.

QUEDA DE TENSÃO

A instalação atendida por ramal de baixa tensão (< 1 kV) terá queda de tensão máxima de 5% desde o ponto de entrega até o circuito terminal.

TEMPERATURA AMBIENTE

Como temperatura ambiente foi considerada a temperatura média, obtida através do site do INMET, para a região baseada nos últimos doze meses. A temperatura média não superou os 30°C. Este fator foi considerado como índice para cálculos de correção de agrupamento de condutores e de ajuste dos dispositivos de proteção, caso a temperatura de ajuste padrão fornecida pelo fabricante seja diferente da considerada neste cálculo.

DIVISÃO DAS INSTALAÇÕES

A instalação será dividida de acordo com as características das cargas, nos seguintes circuitos de distribuição: Iluminação; Pontos de Tomadas; Tomadas de Uso Específico.

2.2. Instalações

Serão instaladas tomadas monofásicas hexagonais 2P+T (10A).

Todas as tomadas, possuem sua cota de instalação, do piso acabado, relacionadas em projeto tendo a sua face maior na vertical. Quando instalado ao lado de portas, deverá ter 0.10 m a contar da guarnição.

Todos os interruptores serão de embutir, paralelos, monopolares ou bipolares com acionamento por tecla, com placa, corrente nominal de 10A e tensão de 250 Volts.



Para proteção, supervisão, controle e comando dos diversos circuitos elétricos, serão utilizados exclusivamente disjuntores termomagnéticos, sendo vetado o uso de chaves seccionadoras por melhor que sejam.

Todos os disjuntores serão obrigatoriamente do padrão IEC, não se admitindo do tipo NEMA. Terão número de polos e capacidade de corrente indicados no projeto, com fixação por engate rápido e com capacidade compatível com os circuitos, em caixa moldada. Não serão admitidos disjuntores acoplados com alavancas unidas por gatilho ou outro elemento, em substituição a disjuntores bi ou tripolares.

Na ligação dos diversos circuitos, observar a alternância de fases (ABC), indicada em projeto, de modo a se obter o equilíbrio previsto no carregamento dos alimentadores. Este equilíbrio deverá ser verificado após a ocupação das salas com o uso de alicates amperímetros, e providenciado o seu remanejamento, caso se faça necessário.

A fim de evitar a ocorrência de choques elétricos prejudiciais à saúde do ser humano, que podem levar, inclusive, à morte, serão instalados disjuntores diferenciais residuais (DDR), com sensibilidade de 30mA em circuitos de tomadas localizadas em áreas “molhadas” e/ou circuitos de iluminação e tomadas de áreas externas definidos em projeto. No caso de utilização do DDR, além dos condutores fases; os condutores neutros serão conectados a estes equipamentos. Estes condutores, após passarem pelo dispositivo de proteção em questão, não poderão ser conectados a condutores neutros ou terras de outros circuitos.

As caixas embutidas na alvenaria e concreto, para interruptores, tomadas, luminárias e caixas de passagem, poderão ser metálicas de aço, ou de PVC, com especificações em projeto, sendo, retangulares, oitavadas ou sextavadas. Só serão abertos os olhais das caixas onde forem introduzidos eletrodutos, que deverão ser fixados com buchas e arruelas rosqueadas e fortemente apertadas. As caixas embutidas deverão estar rente ao acabamento da alvenaria e lajes e estarem perfeitamente alinhadas e apuradas.

Durante a execução dos revestimentos as caixas deverão ser vedadas para a não entrada de argamassa e outros. As caixas de uso externo, em jardins, deverão ser de PVC.

Nos locais indicados no projeto, os condutores elétricos serão protegidos por eletrodutos de seção circular e, executados obedecendo aos critérios de norma e determinações dos fabricantes. Todos os eletrodutos serão instalados de modo a constituírem uma rede contínua de caixa a caixa, luminária a luminária, no qual os condutores possam a qualquer tempo ser introduzidos e removidos sem prejuízo para o isolamento. Quando embutidos em laje ou parede, deverão ser mantidas a 40 mm da superfície, disposto de maneira a não reduzir a resistência da estrutura. As ligações e emendas entre si ou as curvas, serão executadas por meio de luvas rosqueadas que deverão aproximá-los até que se toquem.

Os eletrodutos serão do tipo flexível antichama. Foi adotado como seção mínima o eletroduto de bitola igual a 20mm ou $\frac{3}{4}$ ". O limite máximo da taxa de ocupação adotado foi de 40%, tendo sua seção majorada para o próximo diâmetro comercial a cada vez em que o conduto ultrapassa 15m de extensão ou fração.

Os quadros de distribuição serão instalados em áreas distintas da edificação, como indicado nos quadros de carga, plantas baixas, detalhes e diagramas unifilares do projeto. Atendendo as necessidades da obra os quadros de distribuição deverão possuir todos os equipamentos indicados nos diagramas unifilares e quadros de carga bem como régua de conectores para interligação dos circuitos de comando e sinalização.

A instalação dos quadros de distribuição da edificação será de acordo com as especificações em projeto. O barramento principal deverá ser executado em cobre eletrolítico, fixado por isoladores e suportes. Deverá ser instalado nos quadros, conforme norma NBR-5410, o Disjuntor Diferencial Residual (DR) o qual protegerá os circuitos contra corrente de fuga. Outra necessidade no quadro, e de fundamental importância na instalação DR é que cada conjunto de circuitos protegidos com o DR tenha o seu barramento de neutro independente dos demais. Uma barra de terra, deverá ser conectada com todas as partes metálicas não destinadas a condução de corrente elétrica.



A instalação dos condutores dos ramais alimentadores de todos os quadros deverá obedecer à codificação por cores, conforme descrito: Fases branca, vermelha e preta (respectivamente: A, B e C); Neutro: azul (obrigatoriamente); Terra: verde-amarelo (obrigatoriamente); Retorno: amarelo.

A secção nominal dos condutores deve seguir as especificações em projeto gráfico. No puxamento dos cabos, especial cuidado deve ser tomado de forma a não ofender o isolamento ou sua blindagem quando existir. É vedado o uso de substâncias graxas ou aromáticas (cadeias de benzeno), derivadas de petróleo, como lubrificante, na enfição de qualquer fio ou cabo da obra. Caso necessário utilizar apenas Talco Industrial. Nunca efetuar a enfição, antes do reconhecimento, limpeza e enxugamento da tubulação.



3. PROJETO LUMINOTÉCNICO

3.1. Descrição Geral

A iluminação pública implantada neste empreendimento tem por objetivo proporcionar a maior eficiência luminosa vislumbrando os efeitos estético proporcionados pela mesma ao desenho urbano aliada ao conforto dos usuários.

Para tanto foram relacionados:

- Sistemas de iluminação com grande eficiência e controle sobre as áreas iluminadas;
- Luminárias com foco direcional;
- Braços de postes possuem ângulo igual ou inferior a 90° com o próprio poste;
- Lâmpadas LED de baixa potência;



4. PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

4.1. Descrição Geral

Os projetos em referência consistem de pequenas edificações públicas dotadas de um pequeno número de pontos de utilização, alimentados por reservatório elevado, anexo à edificação.

As vazões de projeto foram determinadas, trecho à trecho, com o uso da expressão seguinte, extraída da Norma NBR-5626:

$$Q = C * \sqrt{\sum P}$$

Q = vazão em l/s

C = coeficiente de descarga = 0,30 l/s

$\sum P$ = soma dos pesos de todas as peças de utilização alimentada através do trecho considerado.

A pressão disponível residual no ponto de utilização foi obtida subtraindo-se da pressão inicial os valores de perda de carga determinados para os tubos, conexões, registros e outras singularidades. Para tanto as perdas de cargas unitárias foram obtidas com o auxílio da expressão abaixo, extraída da NBR 5626.

$$J = 8,69 * 10^6 * Q^{1,75} * d^{-4,75}$$

Q = vazão em l/s;

d = diâmetro em milímetros.

Quando observada a ocorrência de sobrepressões devidas a transientes hidráulicos, na rede predial de distribuição, estes serão considerados no dimensionamento das tubulações. Tais sobrepressões serão limitadas ao valor de 200 kPa (20mca).

As tubulações foram dimensionadas de modo que a velocidade da água, em qualquer trecho de tubulação, não atingisse valores superiores a 3,0m/s.

O diâmetro da canalização de descarga dos reservatórios foi determinado através da expressão:

$$S = \frac{A}{4850 * t} * \sqrt{h}$$

A: Área em planta de um compartimento (m²)

t: Tempo de esvaziamento (menor que 2h)

h: Altura inicial de água (m)

S: Seção do conduto de descarga (m²)

4.2. Instalações

As canalizações de água fria não poderão passar dentro de fossas, sumidouros, caixas de inspeção e nem ser assentadas em valetas de canalização de esgoto.

Do reservatório superior partirá, através do Barrilete, ramal que alimentará toda a edificação. Todo o sistema será facilmente assimilável pela análise atenta do projeto.

Todo ramal possuirá seu próprio registro de seccionamento, facilitando a operação e manutenção.

Para facilitar a desmontagem das canalizações, serão colocadas uniões nos Barriletes, ou onde convier.

A alimentação de água (potável) do prédio será feita a partir dos reservatórios superiores por gravidade.



A instalação deverá ser executada rigorosamente de acordo com as normas da ABNT.

As tubulações deverão ter diâmetro mínimo interno de 1/2" (Ø20mm).

Quando se usar tubos e conexões de PVC, a vedação das rosca deverá ser feita por meio de vedantes adequados tais como: fita teflon, hostafon, solução de borracha ou similares.

Nas tubulações em PVC, as conexões de saída para os diversos aparelhos de utilização serão do tipo roscáveis com buchas de latão.

É inteiramente vedada a abertura de bolsa nos tubos soldáveis.

Todas as tubulações, antes do fechamento dos rasgos das alvenarias, deverão ser submetidas à prova de pressão interna. Esta prova será feita com água sob pressão 50% superior à pressão estática máxima a que será submetida a instalação, não devendo, em ponto algum da canalização, o valor da sua medida ficar a menos de 1 Kg/cm².

A duração da prova será pelo menos de 6 (seis) horas para cada teste de pressão. A pressão será transmitida por bomba apropriada e medida por manômetro instalado ao sistema.

As canalizações deverão ser assentes em terreno resistente ou sobre embasamento adequado, com recobrimento. Onde não seja possível ou onde a canalização esteja sujeita a fortes compressões ou choques, ou ainda, nos trechos situados em área edificada, deverá a canalização ter proteção adequada ou ser executada em tubos reforçados.

Em torno da canalização, nos alicerces, estrutura e ou em paredes por ela atravessadas, deverá haver necessária folga para que a tubulação possa passar e não sofrer influência de deformações ocorridas na edificação.

As cavas abertas no solo, para assentamento das canalizações, somente poderão ser fechadas após verificação das condições das juntas, tubos, proteção dos mesmos, observando-se o disposto na NBR-5626.

Toda tubulação das colunas, ramais e distribuição da água fria serão executadas com tubos de PVC, pressão de serviço 7,5 Kgf/cm² (75mca), soldáveis, de acordo com a ABNT;

A tubulação do Barrilete, caso exposta ao sol, deverá receber a devida proteção com material adequado especifica - do pelo fabricante;

Todas as tubulações aparentes deverão ser pintadas e sustentadas por abraçadeiras galvanizadas com espaçamento adequado ao diâmetro, de modo a impedir a formação de flechas. Deverão ser utilizadas as cores previstas em norma. Durante a execução da obra, deverão ser tomadas precauções para evitar a entrada de detritos nas tubulações.



5. PROJETO DE INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

5.1. Descrição Geral

Os projetos em referência consistem de pequenas edificações públicas dotadas de um pequeno número de pontos de utilização, cuja destinação final será a rede coletora já implantada.

As instalações de esgotamento sanitário funcionam, sempre que possível, com escoamento livre. O dimensionamento deste tipo de instalação como tal, entretanto, torna-se complexo, tendo em vista a ocorrência de escoamento gradualmente e bruscamente variado no interior dos condutos.

Assim, a atual metodologia de dimensionamento, adota as Unidades Hunter de Contribuição (UHC) associadas aos aparelhos. A UHC é um número que leva em consideração a probabilidade de simultaneidade de uso, associada à vazão dos aparelhos sanitários em hora de contribuição máxima.

5.2. Instalações

Toda canalização de esgoto que ficar localizada sob a laje de impermeabilização do piso e as colunas de ventilação serão testadas antes de serem cobertas.

Os ramais internos deverão ser coletados nos pontos de entrega de esgoto e encaminhados à disposição final (rede coletora da concessionária local).

As tubulações que demandam a transposição de elementos estruturais, não devem estar solidarizadas a estes elementos.

Durante a execução da obra, deverão ser tomadas precauções para evitar a entrada de detritos nas tubulações.

As extremidades das tubulações de esgoto deverão ser vedadas, com plugues, até a montagem dos aparelhos sanitários.

As canalizações deverão ser assentadas em terrenos livres de pedregulho ou sobre areia adensada com recobrimento mínimo de 60 centímetros.

Os tubos de ventilação terão sua extremidade superior a trinta centímetros acima da cobertura.

Deverão ser adotados as seguintes declividades mínimas: 2% para tubos até 75 mm e 1% para os demais diâmetros.

A declividade deve ser uniforme entre as sucessivas caixas de inspeção.

A rede predial e externa será executada com tubos e conexões de PVC obedecendo ao projeto hidrossanitário.

Os coletores externos recolherão das caixas de inspeção, com declividade no sentido do coletor principal. O coletor principal receberá todo o esgoto, (ligando ao PV indicado na viabilidade, também relacionado em projeto).



6. PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

6.1. Descrição Geral

Foram utilizados estudos hidrológicos, dados geotécnicos e geométricos da obra, além das informações e dos dados colhidos no local e fornecidos pelas demais disciplinas envolvidas.

Tendo em vista o escoamento das águas pluviais que atingem a área analisada e as águas dos cursos d'água, perenes ou não, que a cortam. A partir dos resultados dos estudos hidrológicos, foram determinadas as vazões usadas para o dimensionamento do sistema projetado.

Para o Projeto de Drenagem Pluvial do empreendimento foram estudadas todas as contribuições da área de projeto.

O sistema adotado consiste em captação, através de bocas de lobo e galerias tubulares de concreto, com disposição final à praia.

A equação de chuvas é estabelecida através de parâmetros que relacionam analiticamente a intensidade, duração e frequências das precipitações.

Para a região de projeto foi adotada a expressão determinada pelo Engº Otto Pffastetter, no trabalho “Chuvas Intensas no Brasil”, publicado pelo DNCOS. Através de análise de postos pluviométricos da região, obteve-se a seguinte equação:

$$i = \frac{2.295,5 \times Tr^{0,190}}{(tc + 15)^{0,729}}$$

i = intensidade da precipitação (l/s x ha);

Tr = tempo de recorrência (anos);

tc = tempo de concentração (minutos);

As vazões de projeto foram determinadas através do “Método Racional”, recomendado para áreas inferiores a 500 hectares.

A fórmula analítica do método racional traduz-se pela seguinte expressão:

$$Q = C \times i \times A \times n$$

Q = vazão (l/s)

C = coeficiente de escoamento superficial

i = intensidade de precipitação (l/s x ha)

A = área de contribuição (ha)

n = coeficiente de distribuição de chuva

O Coeficiente de Escoamento Superficial representa a relação entre a quantidade de chuva e a vazão que esco superficialmente, dependendo da permeabilidade do solo e do tempo de chuva.

Para pequenas bacias de drenagem, permite-se a adoção de tabelas que estabelecem valores para “C”, em função das características de ocupação da área.

Sendo assim será adotado valor de C = 0,70, que se enquadram para “edificações com poucas superfícies livres”.

O tempo de recorrência é definido como sendo o período de tempo médio em anos, em que se espera que um determinado evento venha a ser igualado ou superado pelo menos uma vez.

Nos projetos de obras hidráulicas, a adoção deste período está condicionado a fatores econômicos e ao risco que se pretende correr durante a vida útil da obra; tempos de recorrência maiores traduzem-se em maiores custos de implantação e menores riscos.

No presente projeto adotou-se para os cálculos hidráulicos do sistema de micro-drenagem o tempo de recorrência Tr = 10 anos.



O tempo de concentração de uma bacia ou sub-bacia é o tempo decorrido para que toda a bacia ou sub-bacia esteja contribuindo para uma seção considerada. Na aplicação do Método Racional, uma das hipóteses que se faz é que a duração da chuva seja igual ao tempo de concentração.

O tempo de concentração é obtido pela soma do tempo de escoamento superficial (t_s) ao tempo que leva a gota para percorrer o trajeto entre os telhados, a sarjeta e a boca de lobo, normalmente utilizado como sendo igual a 10 minutos; $t_c = t_s + 10$ (min).

O tempo de escoamento superficial (t_s) será calculado pela fórmula de George Ribeiro:

$$t_s = \frac{16L}{(1,05 - 0,2q)(100xS)^{0,04}}$$

L = distância máxima dentro da bacia ou sub-bacia (km);
q = porcentagem da área considerada, coberta de vegetação;
S = declividade média relativa à distância máxima (m/m).

A análise hidráulica e dimensionamento das galerias tubulares foram efetuados através da fórmula de Manning, associado à equação de continuidade.

(fórmula de Manning)

$$V = \frac{RH^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

(Equação de Continuidade)

$$Q = A \times V$$

Q = A x V, onde:
V = velocidade de escoamento (m/s)
RH = raio hidráulico (m)
I = declividade do trecho (m/m)
n = coeficientes de rugosidade
Q = vazão calculada (m3/s)
A = área de seção de escoamento (m2)

6.2. Instalações

Quando a escavação tiver atingido, em terreno de boa qualidade, a cota indicada no projeto, deve ser feita a regularização, limpeza e apiloamento do fundo da vala. Essas operações devem ser executadas com a vala seca, ou com a água de lençol totalmente deslocada para drenos laterais.

Os tubos serão assentados nas cotas e alinhamentos previstos no Projeto, logo após a abertura das valas.

O assentamento das tubulações deverá ser executado de jusante para montante, com a bolsa voltada para montante. Não deverão ser assentados tubos defeituosos, devendo os mesmos serem vistoriados pela EXECUTORA.

As cotas de escavação e de assentamento deverão ser demarcadas topograficamente no campo, de acordo com o projeto. As demarcações serão lançadas em estacas distanciadas de 10 m, utilizando-se piquetes e réguas.

Para colocação dos tubos no fundo da vala serão adotados métodos adequados, manuais ou mecânicos, que permitam uma descida lenta, evitando golpes contra as paredes das valas e quedas durante a operação.



Sempre que for interrompido o trabalho, o último tubo assentado deverá ser tamponado a fim de se evitar a entrada de elementos estranhos.

Os serviços de reaterro só podem ser iniciados após verificação das condições do assentamento.

O reaterro das valas deve ser processado até o restabelecimento dos níveis anteriores das superfícies originais ou da forma designada pela FISCALIZAÇÃO, e deve ser executado de modo a oferecer condições de segurança às estruturas e às tubulações e bom acabamento à superfície.

Somente serão reaproveitados os solos da escavação, quando estes se encontrarem homogêneos, sem mistura, e principalmente sem a presença de argilas orgânicas compressíveis.

A primeira camada, até a altura de 30 cm acima da geratriz superior do tubo assentado, deve ser executada com solo arenoso, isento de impurezas, compactado em ambos os lados da tubulação com apiloamento manual através de soquetes.



7. PROJETO DE ESTRUTURAL

7.1. Descrição Geral

Neste projeto foram adotados dois tipos de modelos estruturais, modelo de grelha para pavimentos e modelo de pórtico espacial para análise global, sendo as cargas de grelha transferidas para o pórtico espacial.

No modelo de grelha para pavimentos, as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos pilares, para a análise das deformações, obtenção dos carregamentos verticais que atuarão no pórtico espacial e dimensionamento das armaduras das lajes.

Durante a verificação das deformações, também são realizadas análises através da grelha não-linear, onde por meio de incremento de carga, as inércias reais das seções são estimadas considerando as armaduras de projeto e a fissuração nos estágios I ou II.

O pórtico espacial é um modelo composto por barras que simulam as vigas e pilares da estrutura, com o efeito de diafragma rígido das lajes devidamente incorporado. Através desse modelo é possível analisar os efeitos das ações horizontais e das redistribuições de esforços na estrutura provenientes dos carregamentos verticais.

Para análise de ELU, conforme item 15.7.3 da NBR 6118:2014, a não-linearidade física pode ser considerada de forma aproximada, tomando-se como rigidez dos elementos estruturais os valores abaixo, definida por meio da redução da rigidez bruta $E_c I_c$ de acordo com o tipo de elemento estrutural:

- Lajes: $(E.I)_{SEC} = 0,3.E_c.I_c$;
- Vigas: $(E.I)_{SEC} = 0,4.E_c.I_c$;
- Pilares: $(E.I)_{SEC} = 0,8.E_c.I_c$.

7.2. Critérios de Durabilidade

Foram considerados e atendidos neste projeto os requisitos das normas pertinentes e aplicáveis a estruturas de concreto, o atual estágio de conhecimento no momento da elaboração do mesmo, bem como as condições do entorno, ambientais e de vizinhança desta estrutura, no momento das definições dos critérios de projeto.

Faz-se necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

O executor da obra deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atendem as especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência. O executor da obra deverá também manter registros que possibilitem a rastreabilidade desses insumos.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução da obra, com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram dimensionadas, sob risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.

As Tabelas 6.1 e 7.1 da NBR 6118:2014 apresentam, respectivamente, as classes de agressividade ambiental (CAA) e a correspondência entre essas classes e a qualidade do concreto.

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

A classe de agressividade ambiental adotada para o muro de contenção em degraus foi à classe III, justificada pelo ambiente onde será implantada a estrutura. Sendo assim, para o concreto, especifica-se uma relação $a/c \leq 0,50$ e classe $\geq C30$. Também se especifica um consumo de cimento $\geq 320 \text{ kg/m}^3$ (quilos por metro cúbico de concreto).

Nas estruturas complementares poderá ser adotada classe inferior.

Visto as especificações acima, para o bom desempenho da estrutura, recomenda-se a contratação de tecnólogo do concreto com o objetivo de indicar o tipo de cimento mais adequado, desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra e orientar sobre os procedimentos de cura e deforma.

A seguir, a Tabela 7.2 da NBR 6118:2014 apresenta a correspondência entre classe de agressividade ambiental (CAA) e o cobrimento nominal das armaduras.

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Cobrimento adotado para as estruturas: 35mm nas lajes e vigas; 40mm nos pilares e sapatas.

7.3. Materiais

O concreto adotado para a estrutura principal: C30.

Tabela 8.1 – Valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão do concreto (considerando o uso de granito como agregado graúdo)

Classe de resistência	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C60	C70	C80	C90
E_{ci} (GPa)	25	28	31	33	35	38	40	42	43	45	47
E_{cs} (GPa)	21	24	27	29	32	34	37	40	42	45	47
α_i	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,00

Para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregado graúdo, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118:2014, não podendo ser considerados os valores da Tabela 8.1 acima, também da NBR 6118:2014, exigindo-se assim uma reavaliação do projeto.

O aço adotado para a estrutura: CA-50 e CA-60.

7.4. Carregamentos adotados

7.4.1. Sobrecargas

A Tabela 01 apresenta as sobrecargas permanentes e acidentais utilizadas para o projeto. As alvenarias são cargas por metro quadrado de parede que resultam em lineares, com intensidade a depender da altura da parede.

Áreas do projeto		Acidentais (kg/m ²) (Utilização)	Permanentes (kg/m ²)		
			Revestimento	Telhado	Alvenarias
Atracadouros		500	200	–	–
Edificações	Cobertura	100	100	–	195
	Tipo	200	100	–	195

Tabela 1 – Sobrecargas permanentes e acidentais.

7.4.2. Vento

Parâmetros do vento		Justificativas
V_0 – Velocidade básica	30m/s	Ver Figura 03 (região I)
S_1 – Fator do terreno	1,0	Terreno plano ou fracamente acidentado.
S_2 – Classe de rugosidade	Categoria I	Zona de mar aberto.
S_2 – Classe da estrutura	Classe C	Estrutura principal (> 50m).
	Classe A	Estruturas complementares (< 20m).
S_3 – Fator estatístico	1,0	Turismo e lazer (alto fator de ocupação).

Tabela 2 – Parâmetros do vento.

O valor da velocidade básica do vento, V_0 , foi adotado pela Figura 03 a seguir, reproduzida da NBR 6123:1988.

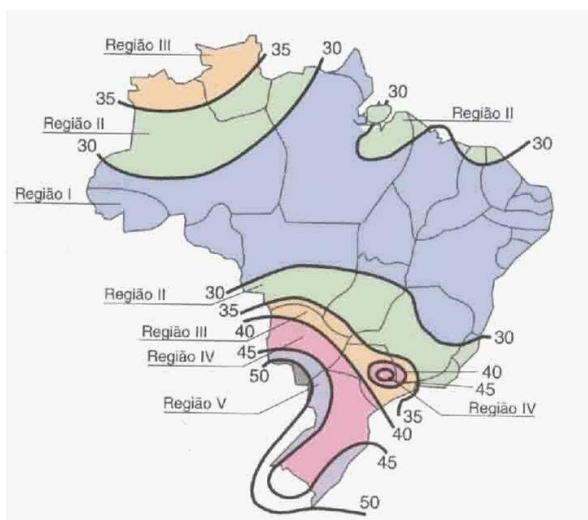


Figura 1– Isoplethas da velocidade básica V_0 (m/s).

7.4.3. Empuxo de Terra

Parâmetros para o empuxo de terra	
Altura do muro:	Variável
Peso específico do solo:	1,80 tf/m ³ (peso do solo úmido)
Sobrecarga:	500 kg/m ² (para estacionamento)
Ângulo de atrito:	30°
Coesão:	0

Tabela 3 – Parâmetros para o empuxo de terra.

7.5. Orientações para a construção

Durante a obra devem ser mantidas as especificações estabelecidas em projeto. A substituição de especificações constantes no projeto só poderá ser realizada com a anuência do projetista.

Essas especificações estão baseadas nas características de desempenho declaradas pelo fornecedor, porém cabe exclusivamente a ele comprovar a veracidade de tais características. Comprovação esta que deve ser solicitada pelo contratante.

A empresa de projeto não se responsabiliza pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificação sem o seu conhecimento.

A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.

Devem ser seguidas as instruções específicas de detalhamento de projeto e de especificação visando assegurar o desempenho final e, em caso de necessidade de alteração, esta deve ter a anuência do projetista antes da execução.

7.5.1. Formas e Escoramento

O projeto e dimensionamento de formas (moldes para estruturas de concreto) e escoramento não fazem parte do escopo deste projeto.

7.5.2. Tolerâncias

Para a produção da estrutura deverão ser observadas as tolerâncias de execução conforme a NBR 14931:2004 Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

7.5.3. Tecnologia do Concreto

O desenvolvimento adequado do traço do concreto, com a pesquisa dos materiais regionais disponíveis para a sua produção, agregados miúdo e graúdos, cimento e aditivos, poderá levar à redução no custo do concreto, além da melhoria nas suas características mecânicas, de trabalhabilidade e de baixa retração.

O desenvolvimento do traço do concreto e a avaliação de seu desempenho estão fora do escopo deste projeto.



7.5.4. Cura

O período de cura do concreto refere-se à duração das reações iniciais de hidratação do cimento, o que resulta em perda de água livre por meio de evaporação e difusão interna. Geralmente, a perda de água por evaporação é muito maior do que por difusão interna. Logo, uma das soluções é manter a superfície exposta ao ar em condição saturada, reduzindo assim a quantidade de água evaporada. Outros processos também podem ser usados de forma a reduzir essa perda de água.

Sabe-se que um concreto exposto ao ar durante as primeiras idades pode sofrer fissuras plásticas e consequentemente perda significativa de resistência. Alguns ensaios indicam uma queda na resistência final do concreto de até 40% em comparação com concretos que mantiveram a superfície saturada por um período de sete dias.

A duração do período de cura depende de diversos fatores, como a composição e temperatura do concreto, área exposta da peça, temperatura e umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento.

7.5.5. Controle do Concreto

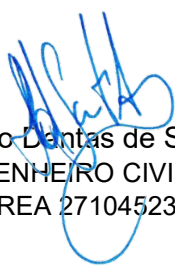
O tecnologista do concreto poderá orientar sobre os procedimentos de controle de qualidade do concreto, critérios de aceitação de lotes e ensaios a serem realizados, especialmente no caso de não conformidade e eventual necessidade de extração de corpos de prova para rompimento.

O controle do concreto deve seguir as premissas constantes na norma NBR 12655:2015 Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Conforme esta norma, item 4.4, os responsáveis pelo recebimento e pela aceitação do concreto são o proprietário da obra e o responsável técnico pela obra, devendo manter a documentação comprobatória (relatórios de ensaios, laudos e outros) por 5 anos.

O projetista estrutural só deve ser acionado quando existir uma situação de concreto não conforme.

Para os casos de concreto não conforme deve ser seguida a norma NBR 7680:2015 Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de concreto – Parte 1: Resistência à compressão axial.

Aracaju, 26 de janeiro de 2026.


Igor Faro Dantas de Sant'Anna
ENGENHEIRO CIVIL MSc.
CREA 271045233-2