

PROJETO ESTRUTURAL

TRAPICHE PRAIA DE CANTO DOS GANCHOS

Celso Zanoni Filho

Engenheiro Civil
CREA/SC 061.511-0

ÍNDICE

1. FICHA TÉCNICA	2
2. A ESTRUTURA.....	3
2.1. Concepção.....	3
2.2. Carregamento	4
2.3. Vigas.....	4
2.4. Pilares.....	4
2.5. Fundações	5
2.5.1. Controle do Estaqueamento	7
2.6. Concreto.....	8
2.7. Peças em Concreto Armado Pré-fabricados, Concreto Protendido Pré fabricado.....	8
2.8. Laje Alveolar de Concreto Protendido Pré-fabricado.....	9
2.9. Peças em concreto armado moldado “in loco”	9
3. RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS.....	9
3.1. Cura e proteção do concreto	9
3.2. Formas	11
3.3. Escoramento	12
3.4. Descimbramento e desforma.....	13

1. FICHA TÉCNICA

O presente item tem por objetivo fornecer informações a respeito do Projeto Estrutural em Concreto Armado do Trapiche da praia de Canto dos Ganchos, objeto do presente projeto.

Deste modo, relacionamos abaixo os referidos elementos.

- Obra: Trapiche de Canto dos Ganchos
- Proprietário: Prefeitura Municipal de Governador Celso Ramos
- Local: Governador Celso Ramos/SC

Todo o desenvolvimento do presente Projeto Estrutural baseou-se nos elementos fornecidos pelo Projeto Arquitetônico, sendo que as soluções estruturais foram adotadas em comum acordo com o cliente.

O Projeto Executivo contém todos os desenhos e detalhes construtivos do Projeto Estrutural.

O presente Memorial Descritivo apresenta comentários sumários sobre o conceito do projeto, os procedimentos adotados para a elaboração do mesmo, além dos procedimentos executivos a serem observados quando da aplicação dos materiais componentes da estrutura.

2. A ESTRUTURA

2.1. Concepção

Este item tem como objetivo descrever, em linhas gerais, o tipo de estrutura utilizada para o projeto em tela.

Conforme já citado no item 1 deste memorial, a concepção estrutural foi adotada em comum acordo com o Contratante, de tal forma a atender às suas necessidades.

O trapiche será executado com elementos pré-fabricados e moldados no local sendo:

- As fundações serão em sapatas corridas moldadas in loco sobre a faixa de areia e estacas pré-fabricadas centrifugadas circulares vazadas com diâmetro mínimo de 38cm. Os níveis de solo e rocha foram obtidos de sondagem e batimetria fornecidos pela PMGCR. Os comprimentos de estacas são teóricos e serviram para dimensionamento e quantitativos, e portanto, podem ter seu comprimento reduzido devido à nega nas camadas de solo resistente.

- Sobre as sapatas corridas serão executados pilares em concreto moldados in loco, com a altura necessária.

- Sobre as estacas serão executadas vigas pré-fabricadas com seção conforme o projeto. A empresa executora deverá fornecer o dimensionamento da armadura destas vigas, que poderão ser em concreto armado ou protendido.

- Sobre os pilares serão executadas vigas em concreto armado moldado no local, conforme projeto.

- Sobre as vigas se apoiarão lajes em painéis alveolares protendidos, com espessura conforme o projeto. Sobre a laje será executado capeamento em concreto com espessura entre 10 e 15cm.

- Em toda a borda da laje serão executadas vigas em concreto armado moldado no local.

2.2. Carregamento

O projeto, dimensionamento e detalhamento de uma estrutura de concreto armado, tem como objetivo quantificar todas as cargas que possam vir a atuar sobre a estrutura de tal forma que esta, em regime normal de serviço, possa absorver todos estes esforços, dentro de padrões mínimos de segurança.

Os coeficientes de segurança adotados no presente projeto são aqueles preconizados pela NBR 6118/14, e as cargas e pesos específicos dos diversos materiais, baseiam-se nas recomendações da NBR 6120/80.

Com base nas Normas supracitadas, os carregamentos, pesos próprios, etc., adotados no presente projeto, são os seguintes:

- peso-próprio do concreto armado 2.500 kg/m³;
- cargas acidentais das lajes alveolares 1.000 kg/m²;

2.3. Vigas

As vigas foram projetadas com dimensões compatíveis com suas cargas e vãos, de tal forma a absorverem os esforços solicitantes, dentro das prescrições da NBR 6118.

Todos os detalhes das vigas encontram-se nas plantas correspondentes.

2.4. Pilares

Os pilares foram projetados com taxas de armadura variando entre 0,5 e 4%, a fim de atender à prescrição da NBR 6118, que prescreve que os mesmos não pode-

rão ter taxas acima de 8% na região de transpasse, e não inferiores a 0,4% em sua seção normal (armadura mínima).

Os detalhes dos pilares, suas dimensões, armaduras, esperas, etc., estão detalhados nas plantas correspondentes.

2.5. Fundações

As fundações serão compostas e executadas por estacas que deverão ser pré-fabricadas (não pré-moldadas) em concreto armado com adensamento por centrifugação de alta velocidade em formas metálicas, cilíndricas ou octogonais e vazadas nas extremidades. No seu interior são depositadas as armações em aço e o concreto. A seção circular ou octogonal deverá ter diâmetro mínimo de $D=38$ cm, com resistência a compressão mínima de 100 Tf. e resistência a tração mínima de 20 Tf., comprimento total da estaca a ser cravada estará entre 15,50m e até 31,00m, porém ajustando-se à nega em solo resistente, executado em água com bate estacas por gravidade apoiado sobre pontão, flutuante com auxílio de rebocador, inclusive arrasamento da estaca (exclusive mobilização e desmobilização de equipamentos) e cravação em terra com bate estacas por gravidade. As estacas não poderão apresentar deformações que possam prejudicar a verticalidade das estacas. As estacas serão do tipo pré-fabricadas, de concreto com dimensões conforme projeto, armadura em CA 50 e fck mínimo de 40 MPa. Os valores característicos dos esforços devem utilizar coeficientes de ponderação conforme NBR 6118 e NBR 9062. O armazenamento e manuseio das estacas deverá ser feito de modo a não provocar deformações de flexão decorrentes do peso próprio. Quando forem constatados tais defeitos, a fiscalização deverá recusar as estacas, sendo que estas não poderão ser utilizadas, correndo por conta da contratada a substituição dos elementos recusados, sem ônus para o contratante da obra. A cravação será executada por bate-estacas sobre flutuante, cujo tipo e peso de martelo tenham sido aprovados pela fiscalização. Preferencialmente, as estacas deverão ser cravadas com o tipo de bate-estacas mais pesado possível, a fim de que seja garantido o máximo de

cravação sem causar danos à estaca. Quando for utilizado martelo de gravidade, este deverá ter peso igual ou superior ao da própria estaca. Em casos especiais, poderá ser admitido que o peso do martelo seja inferior ao da estaca até 75% do peso da mesma. Em qualquer caso, a altura de queda do martelo nunca poderá ser superior a 1,5 metros. O bate-estacas deve dispor de guias. Quando for empregado bate-estacas movido por motor a diesel, este deverá estar em bom estado de funcionamento e aplicar à estaca a energia nominal prevista. Será aceito no canteiro somente após teste de eficiência e se o peso do pistão corresponder, no mínimo, a 1/3 do peso da estaca. Em casos especiais, como para atravessar ou penetrar uma camada de areia compacta, poderão ser empregadas estacas munidas de dispositivos de avanço com jato de água sob pressão. Quando forem empregados jatos de água, o número de jatos e o volume e pressão da água nos orifícios de saída destes jatos deverão ser suficientes para provocar erosão do material adjacente à estaca. Ao se atingir uma profundidade de 1,5 metros acima da cota prevista de fundação, os jatos deverão ser interrompidos, continuando-se a operação com o bate-estaca para assegurar a cravação final. O jateamento de água só poderá ser feito com permissão especial da fiscalização. O comprimento das estacas indicado nos desenhos e no quadro de quantidades tem apenas valor informativo aproximado em função dos perfis de sondagem disponíveis, devendo ser confirmadas no momento da execução. Resultados mais aproximados serão obtidos a partir de estacas de prova. As cabeças das estacas depois da cravação, deverão ficar acima da cota de arrasamento, a fiscalização poderá autorizar a extensão do bloco de fundação, com prévia aprovação do dimensionamento do mesmo. O controle da instalação (cravação) das estacas deverá ser efetuado através da utilização de fórmulas dinâmicas que possibilitem a avaliação das negas necessárias, compatíveis com a capacidade de carga especificada e as características do equipamento a ser empregado. As estacas serão cravadas até a nega aprovada pela fiscalização para cada caso. A nega, expressa em centímetros para os 10 últimos golpes do martelo, deverá ser confirmada através de mais duas determinações subsequentes. Toma-se como valor da nega o resultado da primeira determinação. As estacas de prova deverão ser cravadas com o mesmo bate-estacas a ser utilizado para o resto do estaqueamento, e poderão ou não

fazer parte da estrutura definitiva. No caso de não serem incorporadas à fundação, deverão ser cortadas até pelo menos 0,60 metro abaixo do nível do terreno e a cava resultante enchida com terra ou outro material apropriado. A fiscalização se reserva o direito de solicitar a recravação de qualquer estaca, definitiva ou de prova, quando isso se tornar necessário para confirmar seu comprimento ou capacidade de carga. O intervalo de tempo entre a cravação original e a recravação deverá ser aprovada pela fiscalização. As estacas deverão, sempre que possível, ser inteiriças, fornecidas em comprimento nunca inferiores a 9 (nove) metros. Caso não seja possível evitar emendas, estas terão resistência correspondente à da estaca e deverão ser executadas sem prejuízo da parte cravada.

2.5.1. Controle do Estaqueamento

As variações do estaqueamento, seja em acréscimo ou redução, em relação ao previsto no projeto, serão permanentemente e previamente relatados à fiscalização e ao profissional responsável técnico para orientações. No caso de acréscimos, eles poderão ser aceitos desde que não excedam a 20% do previsto no projeto. Caso excedam acima de 5% e até 20%, deverão ser previamente avaliados pelo responsável técnico do projeto e pela fiscalização para que aprovem a solicitação sempre que esta solicitação esteja justificada para atender os requisitos estruturais e de segurança a obra. Caso as alterações ultrapassem este limite, serão avaliadas adequação de projeto e recompostos os custos com base na proposta formulada pela contratada. Quando os acréscimos forem de até o limite de 5% do item, eles poderão ser aceitos sem justificativa técnica formalizada ou aprovação prévia, mas será indispensável a apresentação do relatório de cravação das estacas comprovando sua execução que serão anexadas às medições. No caso de haver previsão ou execução a menor do que as quantidades previstas no projeto, elas devem ser previamente relatadas de forma que o responsável técnico pelo projeto e a fiscalização tenha possibilidade de avaliar se a integridade

do projeto não virá a ser comprometida e a aprovação se dará mediante termo justificativo assinado pelos responsáveis técnicos junto com os relatórios de cravação. A alteração ou adulteração de dados ou relatórios relativos as sondagens ou ao estaqueamento que impactem em prejuízo ao município poderão determinar a suspensão da obra, multa e/ou rescisão contratual além de outras penas previstas. A fiscalização, a qualquer tempo, poderá solicitar verificação ou exame do estaqueamento realizado para conferir a qualidade executiva mediante ensaios PIT ou outros métodos sob expensas da empresa executora. À fiscalização caberá verificar visualmente a integridade física e estrutural das estacas no momento da entrega ou antes de serem cravadas, recusando aquelas que apresentem defeitos construtivos.

2.6. Concreto

O presente projeto foi calculado prevendo-se utilização de concreto da classe C40 (40 Mpa) aos 28 dias.

Recomenda-se a utilização de concreto com fator água/cimento abaixo de 0,45. Todo o concreto deve ser usinado, adquirido de concreteiras que forneçam produto de boa qualidade.

2.7. Peças em Concreto Armado Pré-fabricados, Concreto Protendido Pré fabricado

Vigas de Coroamento engastados sobre a cabeça das estacas (execução em água) compreendendo peças pré-fabricadas em concreto armado ou protendido em aço CA 50 ou CP 190 e concreto com $f_{ck} = 40$ Mpa dimensionados para cais de atracção de barcos pesqueiros de pequeno porte.

2.8. Laje Alveolar de Concreto Protendido Pré-fabricado.

As lajes alveolares de concreto protendido pré-fabricado, para sobrecarga Classe 12 - DNIT, acrescentando capeamento com espessura entre 10 e 15cm em concreto usinado Fck=40 cm executado “in loco”.

2.9. Peças em concreto armado moldado “in loco”

Todas as peças moldadas “in loco” deverão ser executadas com critérios rigorosos de qualidade, em relação à posição de armaduras, formas, concretagem, cura, etc. Serão as escadas, as vigas de borda, sapatas corridas, pilares, capeamento da laje e vigas sobre os pilares. O concreto utilizado será sempre com Fck=40MPa.

3. RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS

3.1. Cura e proteção do concreto

Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deverá ser protegido contra agentes prejudiciais, tais como mudanças bruscas de temperatura, secagem, chuva torrencial, agente químico, bem como contra choques ou vibrações de intensidade tal que possa produzir fissuração na massa do concreto ou prejudicar a sua aderência à armadura.

A cura tem como objetivo principal manter a água de amassamento no interior da massa de concreto durante os primeiros dias, que compreendem a pega e o início do endurecimento, ou até que o desenvolvimento das reações de hidratação tenha alcançado níveis satisfatórios, evitando assim, a formação de fissuras.

Dependendo das condições locais, dimensões e posição dos elementos, pode-se optar entre os seguintes métodos de cura consagrados pela prática:

- lâmina de água: mais adequado para cura de lajes, consiste na manutenção de uma lâmina de água com 3 a 5 centímetros de altura sobre a superfície do concreto;
- camada de areia saturada: também adequado para cura de lajes, consiste na deposição de uma camada de areia com 2 a 3 centímetros de altura sobre a superfície do concreto, que deve ser mantida saturada em água; na retirada, ao final do processo de cura, recomenda-se que se permita a completa secagem da areia, a fim de que o concreto seque de maneira gradativa;
- camada de serragem saturada: também adequada à cura de lajes, consiste na deposição de camada de serragem saturada sobre a superfície do concreto;
- sacos de pano com material úmido: adequado tanto para cura de elementos verticais quanto horizontais, consiste na colocação de panos preenchidos com areia ou serragem, numa altura aproximada de 2 centímetros, devendo os sacos serem mantidos constantemente úmidos;
- sacos de pano úmidos: consiste na colocação de sacos de pano sobre a superfície do concreto, e a manutenção constante de sua umidade;
- membrana de cura: adequadas em casos em que não seja possível a cura úmida, consiste na aplicação de produtos industrializados específicos para este fim, tais como emulsões aquosas, soluções resinosas ou parafínicas, sobre a superfície do concreto, através de pulverizadores ou rolos de pintura; a vida útil da película varia de 3 a 4 semanas;
- umedecimento das formas; recomendados para elementos com pequena superfície de concreto exposta, tais como pilares e vigas, consiste na constante molhagem das formas, a partir do topo, para impedir a evaporação da água através delas.

A pulverização de água sobre o concreto como método de cura, somente poderá ser empregada quando houver um controle rigoroso de periodicidade entre os períodos de molhagem, sob o risco de ocorrer fissuramento do concreto pela ocorrência de ciclos molhagem/secagem.

No caso de cura úmida, o processo deve iniciar assim que o concreto atingir um grau de endurecimento satisfatório.

Se o processo escolhido for a película de cura, ou cura química, a mesma deve iniciar assim que a água da superfície do concreto secar, sendo tal fato perceptível pelo desaparecimento do brilho característico.

Em superfícies verticais, a cura deve iniciar tão logo sejam retiradas as formas.

3.2. Formas

As formas deverão ser executadas rigorosamente conforme as dimensões indicadas em projeto, com materiais de boa qualidade e adequado ao tipo de acabamento pretendido para as superfícies das peças concretadas. Preferencialmente, pode-se optar por formas em chapas de compensado plastificado 17mm ou chapas metálicas devido ao concreto ser aparente.

Tendo em vista que eventuais movimentações das formas que se produzirem entre o momento do lançamento do concreto e o início da pega, pode causar o aparecimento de fissuras, as formas deverão ser dimensionadas de modo que não possam sofrer deformações prejudiciais, quer sob a ação dos fatores ambientais, quer sob a carga, especialmente do concreto fresco, considerando nesta o efeito do adensamento sobre o empuxo do concreto.

A NBR 6118/18 recomenda que as formas e escoramentos deverão ser dimensionados e construídos conforme indicações da NB11 e NB14.

As cargas a serem consideradas quando da execução das formas, são as seguintes:

- cargas verticais permanentes - peso próprio do madeiramento de formas, peso do concreto, e das armaduras;
- cargas verticais acidentais - peso dos operários, dos equipamentos, materiais de construção, sobrecarga do concreto quando do lançamento, etc.;
- cargas horizontais - deve ser considerada a pressão do concreto fresco contra as laterais das formas, a força de expansão do concreto, a pressão do vento e o impacto de equipamentos; deve-se considerar ainda a velocidade e sequência do lançamento.

Para concretos aparentes, deverão ser evitadas formas que apresentem marcas ou irregularidades oriundas da esfoliação de painéis de madeira, e rugosidade excessiva proveniente da ausência de desmoldantes. Deverão ainda ser tomados cuidados nas emendas dos diversos componentes das formas, bem como com o emprego de aditivos desformantes, pois os mesmos poderão vir a causar manchas no concreto.

Devem ser evitadas vibrações excessivas causadas pelo tráfego de veículos, pessoas ou equipamentos sobre as formas, ou ainda pela utilização incorreta de vibradores. É proibida a vibração direto na armadura, pois esta causa a perda de aderência entre a barra e o concreto que já inicia o processo de cura.

Antes do lançamento do concreto as juntas das formas devem ser vedadas, e as superfícies que ficarão em contato com o concreto devem estar isentas de impurezas prejudiciais à qualidade do acabamento. As formas deverão ser molhadas até a saturação.

3.3. Escoramento

Deverá ser executado escoramento, de modo que este não sofra, sob a ação de seu peso, do peso da estrutura, e das cargas acidentais que possam atuar durante o andamento da obra, deformações prejudiciais à forma da estrutura ou que possam

causar esforços no concreto na fase de cura.

As escoras deverão ter seção transversal compatível com o espaçamento projetado, sob o risco de ocorrer flambagem das mesmas. No caso de cargas elevadas, recomenda-se aumentar a seção das escoras, ao invés de reduzir o espaçamento entre as mesmas, a fim de não prejudicar as condições de movimentação de pessoal ou equipamentos.

Não devem ser empregados pontaletes de madeira com diâmetro ou menor lado da seção retangular inferior a 10 centímetros para madeiras duras, ou 12 centímetros para madeiras moles.

Os pontaletes com mais de 3 metros de comprimento deverão ser contraventados, para evitar a flambagem. Esta precaução poderá ser dispensada somente se for demonstrada sua desnecessidade.

No caso de escoras apoiadas no solo, e em caso de dúvida quanto à capacidade de suporte deste, o mesmo deverá ser compactado ou revestido com material resistente.

Deve merecer atenção especial, eventuais necessidades de remoção temporária de escoras para dar acesso a equipamentos ou materiais.

3.4. Descimbramento e desforma

As formas e o escoramento deverão ser mantidos no local o tempo suficiente para que o concreto desenvolva as resistências previstas, para evitar a deformação excessiva do conjunto e consequente formação de fissuras.

Da mesma forma, o carregamento da estrutura poderá se processar somente quando o concreto apresentar resistência suficiente.

Sabe-se que a relação entre a tensão e a deformação do concreto é função do tempo. Sob uma tensão constante (carga), há um aumento progressivo da deformação

com o tempo, sendo que a deformação final pode ser bem maior que a deformação que ocorre no momento da aplicação da carga (deformação instantânea). Este fenômeno é denominado fluência. Assim, a fluência pode ser definida como o aumento da deformação sob uma tensão constante. A fluência, entretanto, não é um fenômeno totalmente reversível, pois, mesmo se o carregamento da estrutura for aliviado, há uma diminuição imediata da deformação associada a uma diminuição gradativa. Restará, entretanto, uma deformação residual irreversível.

Dentre os inúmeros fatores que afetam a fluência de uma peça de concreto, pode-se destacar como um dos mais importantes a resistência do concreto no momento da aplicação da carga.

Dentro de amplos limites, a fluência é inversamente proporcional à resistência do concreto no momento da aplicação do carregamento. Portanto, todo e qualquer fator que influir no desenvolvimento das resistências do concreto, estará afetando a fluência.

Pelo que foi exposto nos parágrafos anteriores, fica claro que, quanto mais se retardar a retirada de formas e escoramentos, e quanto mais se puder retardar o carregamento da estrutura, menores serão as deformações que a mesma virá a sofrer e, portanto, menor será a incidência de fissuras, e maior a durabilidade do concreto.

Portanto a retirada das formas deverá obedecer, no mínimo, o seguinte cronograma:

- Faces laterais..... 3 dias
- Faces inferiores com pontaletes bem encunhados 7 dias

Os prazos de desforma acima relacionados, somente poderão ser diminuídos, caso se comprove, através de ensaios de rompimento à compressão de corpos de prova do concreto, que o mesmo atingiu a resistência necessária.

No caso de se deixar pontaletes após a desforma, estes não devem ser colo-

cados em posições tais, que possam produzir esforços contrários àqueles para os quais a peça foi projetada. Um exemplo comum deste erro é a permanência de escoras somente na extremidade de lajes em balanço, fazendo com que a mesma se comporte como bi-apoiada, e resultando, na maioria dos casos, em deformações excessivas na peça, e no fissuramento da mesma.