PROJETO ESTRUTURAL

QUADRA SESC COMUNIDADE

GUABIRUBA/SC

Eng.ª Civil Jéssica Tartari da Silva
CREA/SC 147.347-0

ÍNDICE

1. FICHA TÉCNICA 2

2. PROCEDIMENTOS DE PROJETO 3

3. A ESTRUTURA 6

3.1. Concepção 6

3.2. Carregamento 6

3.3. Vigas 7

3.4. Pilares 7

3.5. Fundações 7

3.6. Concreto 7

3.7. Lajes 8

4. RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS 8

4.1. Cura e proteção do concreto 8

4.2. Formas 10

4.3. Escoramento 12

4.4. Descimbramento e desforma 13

1. FICHA TÉCNICA

O presente item tem por objetivo fornecer alguns elementos a respeito do Projeto Estrutural em Concreto Armado da Construção da Quadra Sesc Comunidade em Guabiruba/SC, objeto do presente projeto.

Deste modo, relacionamos abaixo os referidos elementos.

- Obra: Quadra Sesc Comunidade
- Proprietário: Serviço Social do Comercio - SESC
- Local: Guabiruba/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 é composto por 19, contendo 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. PROCEDIMENTOS DE PROJETO

A primeira fase do projeto é a concepção da estrutura. Nesta etapa é analisado o Projeto Arquitetônico em seu conjunto e definido o tipo de estrutura mais adequado. São levadas em consideração também, as sistemáticas construtivas usuais do contratante de modo a se projetar uma estrutura que melhor se adapte às mesmas.

Uma vez definido o tipo de estrutura a ser utilizada, é feito o lançamento da mesma, quando são definidos os posicionamentos de pilares, vigas, eventuais transições, etc, tudo isso de forma a proporcionar a melhor compatibilidade possível entre a estrutura e a arquitetura. De maneira geral, salvo orientação em contrário, procura-se sempre evitar que a estrutura se destaque mantendo-a tanto quanto possível embutida nas paredes, evitando-se ao máximo requadros e muchetas.

O lançamento da estrutura é feito por intermédio de software específico, utilizando-se os arquivos de desenho da arquitetura e, sobre estes, lançando-se diretamente a estrutura em ambiente gráfico.

Ainda na fase de lançamento, são levados em consideração a operacionalidade e racionalidade executivas, a fim de que se tenha um resultado final que satisfaça não apenas aos esforços verificados na estrutura, mas que proporcione à mesma o máximo de economia e facilidade executiva, atendendo aos padrões mínimos de segurança.

A análise das solicitações realiza-se através de um cálculo espacial em 3D, por métodos matriciais de rigidez, considerando todos os elementos que definem a estrutura: pilares, paredes, cortinas, vigas e lajes. Estabelece-se a compatibilidade de deformações em todos os nós, considerando 6 graus de liberdade, e cria-se a hipótese de indeformabilidade do plano de cada piso, para simular o comportamento rígido da laje, impedindo os deslocamentos relativos entre os nós do mesmo (diafragma rígido). Por isso, cada piso apenas poderá rodar e deslocar-se no seu conjunto (3 graus de liberdade).

A consideração de diafragma rígido para cada zona independente de um piso mantém-se, apesar de se introduzirem vigas e de não se introduzirem lajes no piso. Quando num mesmo piso existirem zonas independentes, considerar-se-á cada uma destas como uma parte distinta relativamente à indeformabilidade dessa zona e não se terá em conta no seu conjunto. Por isso, os pisos comportam-se como planos indeformáveis independentes. Um pilar não ligado considera-se zona independente.

Para todos os estados de carga realiza-se um cálculo estático (exceto quando se considerarem ações dinâmicas de sismo, em cujo caso se utiliza a análise modal espectral) e supõe-se um comportamento linear dos materiais e, por isso, um cálculo de primeira ordem, com vista à obtenção de deslocamentos e esforços.

Uma vez lançada a estrutura em si, são computados os carregamentos de vigas e lajes, definindo-se as cargas acidentais, de revestimentos e de paredes de cada um destes elementos.

Todos estes procedimentos são operados diretamente em ambiente gráfico, proporcionando uma perfeita percepção do conjunto da estrutura, de sua interferência com a arquitetura, bem como das cargas atuantes.

Concluído o lançamento, e computadas as cargas atuantes, o pórtico 3D é processado, e os resultados analisados a fim de se detectar os pontos críticos da estrutura. Nesta etapa são analisadas todas as deformações da estrutura, sendo as peças críticas redimensionadas a fim de que as flechas se situem dentro das tolerâncias previstas pela Norma Brasileira. Não raro nesta fase, faz-se necessária a experimentação de diversas soluções, até se encontrar aquela que apresente as menores deformações e o melhor comportamento global.

Ressalte-se que a metodologia utilizada, pelo método matricial de rigidez, permite uma análise bem mais realista do comportamento da estrutura em seu conjunto, ao contrário dos métodos tradicionais que analisam as peças isoladamente e, portanto, não levam em conta os efeitos cumulativos das diferentes peças estruturais.

Uma vez processado o pórtico e obtidos os resultados considerados satisfatórios, passa-se ao refinamento da estrutura, isto é, à análise de cada uma das peças isoladamente, pois não raro ocorrem casos de elementos que, mesmo atendendo às prescrições mínimas de deformações apresentem, por exemplo, armaduras excessivas para efeito construtivo, recomendando-se, portanto, o seu redimensionamento.

Todos os desenhos são desenvolvidos a partir do software de cálculo, e aprimorados por intermédio de softwares específicos de desenho.

Inicialmente são feitas as plantas de locação de pilares e formas dos diferentes pavimentos. Estas plantas, antes de sua impressão final, são impressas em sua versão provisória, para uso interno, quando se procura identificar eventuais falhas nas mesmas.

Definidas as formas, inicia-se o desenho das armaduras das diversas peças estruturais, as quais são obtidas diretamente das formas já devidamente concluídas e revisadas. Nesta fase são feitas as edições de detalhes construtivos, os quais muitas vezes são impossíveis de serem caracterizados na fase de definição da estrutura. Após toda a parte gráfica concluída, é feito um levantamento dos consumos de materiais, com utilização de software desenvolvido especificamente com este objetivo, a fim de se elaborar o Resumo Geral, o qual é apresentado separadamente por pavimentos.

Todo o processo de desenvolvimento do projeto segue metodologia específica, com roteiros, “check lists” e verificações previamente elaborados, a fim de se minimizar a possibilidade de ocorrência de erros.

Além dos elementos gráficos do projeto, é entregue ao contratante uma cópia em CD-ROM de todos os desenhos que compõem o mesmo, para possíveis plotagens futuras, que porventura se façam necessárias. Os arquivos são entregues em formato .pdf, para fins de consulta e plotagem.

3. A ESTRUTURA

3.1. **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.

3.2. **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 6118/07, 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;
- carga de paredes de alvenaria cerâmica.....1.300 kg/m³;
- carga de paredes de alvenaria de blocos de concreto.....2.200 kg/m³;
- carga de revestimento das lajes.....100 kg/m²;
- cargas acidentais das lajes de piso para cobertura .....50 kg/m²;

3.3. **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 6118/2014.

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

3.4. **Pilares**

Os pilares foram projetados com taxas de armadura variando entre 0,5 e 3%, a fim de atender à prescrição da NBR 6118, que prescreve que os mesmos não poderão ter taxas acima de 6% na região de transpasse, e não inferiores a 0,5% em sua seção normal (armadura mínima).

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

3.5. **Fundações**

A escolha do tipo de fundações depende de dois fatores: da ordem de grandeza das cargas atuantes e da capacidade de suporte do terreno.

Foi optado por estacas tipo hélice contínua monitorada, com diâmetro de 30cm e comprimento mínimo de 15,00m a contar da cota de arrasamento, conforme os laudos de sondagem fornecidos pelo contratante. No reaterro, executar com cuidado para não deslocar os arranques de pilares.

3.6. **Concreto**

O presente projeto foi calculado prevendo-se utilização de concreto Classe C25, ou seja, $\mathbf{f_{ck} = 25\ MPa}$

Recomenda-se a utilização de concreto com fator água/cimento abaixo de 0,55. Todo o concreto deve ser usinado, adquirido de concreteiras que forneçam produto de boa qualidade.

3.7. **Lajes**

A espessura das lajes foi determinada em função da conjugação de cargas e vãos, de tal forma que as deformações das mesmas se situem dentro das prescrições normativas. Todos os detalhes necessários ao correto entendimento das lajes, encontram-se nas plantas de detalhamento das mesmas. Cuidados especiais deverão ser tomados ao posicionar as furações para tubulações e drenos pluviais, devendo ser instalados antes da concretagem, sempre em locais onde não cause interrupção de nervuras ou armaduras, sempre que possível no centro de uma cubeta.

4. RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS

4.1. **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 contrachoques 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 ocorrên-

cia 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.

Os tempos ideais de cura, dependendo do tipo de cimento utilizado, são os apresentados a seguir:

- Cimento Portland Comum (CP-I)
  - tempo mínimo de cura .....7 dias
  - tempo ideal de cura .....14 dias
- Cimento Alto Forno e Pozolânico (CP-II, CP-II e CP-IV)
  - tempo mínimo de cura .....14 dias
  - tempo ideal de cura .....30 dias

4.2. **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. As formas deverão ser em chapas de compensado plastificado, bem montados, de modo que o concreto fique com o acabamento o mais liso possível.

Tendo em vista que eventuais movimentações das formas que se produzir 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 6118/07 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 impure-

zas prejudiciais à qualidade do acabamento. As formas deverão ser molhadas até a saturação.

4.3. **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 entres 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 5 centímetros para madeiras duras, ou 7 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.

4.4. **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.

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

- Faces laterais ..... 3 dias
- Faces inferiores com pontaletes bem encunhados ..... 14 dias
- Faces inferiores sem pontaletes..... 21 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 colocados 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.