

**PROMOTORIAS DE RIBEIRÃO DAS NEVES
RUA VERA LÚCIA DE OLIVEIRA ANDRADE, S/Nº
BAIRRO VILA ESPLANADA, RIBEIRÃO DAS NEVES – MINAS
GERAIS**

DIRETRIZES BÁSICAS

PROJETO COMPLEMENTAR:

**INFRAESTRUTURA, MESOESTRUTURA E SUPERESTRUTURA EM
CONCRETO ARMADO**

SUMÁRIO

1. OBJETIVO.....	2
2. NORMAS UTILIZADAS	2
3. FUNDAÇÕES	3
4. MESOESTRUTURA E SUPERESTRUTURA.....	4
5. PARÂMETROS DE DURABILIDADE E SEGURANÇA	5

1. OBJETIVO

Este documento tem por objetivo fornecer as diretrizes utilizadas para a elaboração do projeto estrutural, contemplando os elementos da infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura.

Serão apresentados os parâmetros e considerações adotadas para o cálculo estrutural da edificação, de acordo com as normas vigentes acerca da qualidade, segurança e durabilidade da estrutura.

2. NORMAS UTILIZADAS

- NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento;
- NBR6122 – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR6123 – Forças devidas ao vento em edificações – Procedimento;
- NBR7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas em concreto armado – Especificação;
- NBR8681 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- NBR8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência – Classificação;
- NBR9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto pré-moldado;
- NBR14931 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 14432 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações;
- NBR 15200 - Projeto de Estrutura de Concreto em situação de incêndio;
- NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho.

3. FUNDAÇÕES

Inicialmente foi adotado como solução para as fundações o sistema de estacas tipo hélice contínua monitorada. Porém, após consultoria junto ao especialista em fundações e geotecnia, Engenheiro Luiz Gustavo Coimbra Batista, CREA MG-141.026, a solução para as fundações profundas foi alterada para estacas **Tipo Raiz**.

Este tipo de estacas traz a vantagem de propagar quase nenhuma vibração durante a sua execução, preservando a integridade das construções vizinhas.

Além disso, o equipamento utilizado é capaz de perfurar em solos com resistências mais elevadas, em comparação aos equipamentos das estacas do tipo Trado Mecanizado.

As estacas deverão ser executadas por empresa especializada, com equipamento próprio para este fim, com acompanhamento de engenheiro técnico responsável que deverá apresentar à fiscalização da CONTRATANTE a ART de execução de estacas do tipo trado mecânico, devidamente recolhida junto ao CREA, e o relatório técnico de cravação, devidamente assinado pelo RT da empresa especializada e pelo RT da empresa CONTRATADA.

O concreto utilizado nas estacas deve ter, de acordo com a norma NBR 6122:2019, consumo mínimo de cimento de 400 kg/m³, consistência plástica, abatimento (Slump) entre 220 e 260mm, diâmetro do agregado entre 4,75 e 12,5 mm, relação A/C máxima de 0,6 e Fck mínimo de 30 Mpa.

Observação: Como em vários pontos de sondagem a perfuração foi interrompida logo nos primeiros metros, é prudente que sejam executados outros furos de sondagem mista (rotativa) para que tenhamos informações suficientes para o desenvolvimento das

fundações de maneira mais assertiva. Esta sondagem complementar nos permitirá conhecer as características e o real comportamento do solo em profundidades maiores, onde serão assentadas as fundações.

4. MESOESTRUTURA E SUPERESTRUTURA

O sistema construtivo adotado foi o de vigas, pilares, lajes maciças e lajes nervuradas em concreto armado convencional.

No 1º Pavimento (nível Térreo), será considerado um piso de concreto armado nos ambientes internos e também nos externos (garagem). Este piso se apoia sobre o solo que deverá ser devidamente compactado. Desta forma, as cargas serão transmitidas diretamente para o solo, aliviando as fundações.

No 2º Pavimento está previsto uma área para ser utilizada como garagem, além de um refeitório e instalações sanitárias.

Nos pavimentos do 2º acima serão utilizadas lajes maciças e lajes nervuradas, de acordo com o ambiente. As lajes nervuradas permitirão a concepção estrutural com a adoção de vãos maiores, devido ao seu bom comportamento em tais situações de cálculo, reduzindo as deformações dos elementos estruturais graças a sua elevada inércia.

O modelo de cálculo utilizado considera que os elementos interagem entre si através de pórticos espaciais, adotando para o cálculo o Método dos Elementos Finitos através do Software de Cálculo TQS.

Características do concreto

O concreto utilizado no cálculo da edificação tem como características;

Superestrutura:

- $F_{ck} = 30 \text{ MPa}$ aos 28 dias,
- $E_{cs} = 26.070 \text{ MPa}$,

- $E_{ci} = 30.670 \text{ MPa}$,
- Relação água/cimento $\leq 0,55$.

Cargas utilizadas no cálculo

Para o dimensionamento estrutural serão adotadas as cargas preconizadas na NBR 6120:2019.

- 2º ao 5º Pavimentos – Sobrecarga de 250 kg/m^2 (Edifícios comerciais), exceto para as lajes e estacionamento (sobrecarga de 300 kg/m^2), lajes técnicas (sobrecarga de 600 kg/m^2), lajes de jardins (sobrecarga de 500 kg/m^2), Auditório (sobrecarga de 400 kg/m^2), Terraço (sobrecarga de 300 kg/m^2).
 - Carga Permanente (revestimento) – Para as lajes do 2º ao 5º Pavimentos, foi considerada uma carga de revestimento de 100 kg/m^2 em todos os ambientes, exceto para as lajes impermeabilizadas (200 kg/m^2) e para as lajes de estacionamento (sem revestimento).
- Cobertura – Sobrecarga de 50 kg/m^2 . Como carga permanente foi considerado um valor de 100 kg/m^2 para as áreas com telhado, 200 kg/m^2 para as lajes impermeabilizadas e uma carga adicional de 600 kg/m^2 na região das condensadoras.
- Reservatório – Sobrecarga de 100 kg/m^2 e uma carga permanente (água) de $1.000,00 \text{ kg/m}^2$.

5. PARÂMETROS DE DURABILIDADE E SEGURANÇA

Classe de agressividade

Para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais foi considerada a seguinte Classe de Agressividade Ambiental no projeto: II - Moderada, conforme definido pelo item 6 da NBR6118.

Cobrimentos gerais

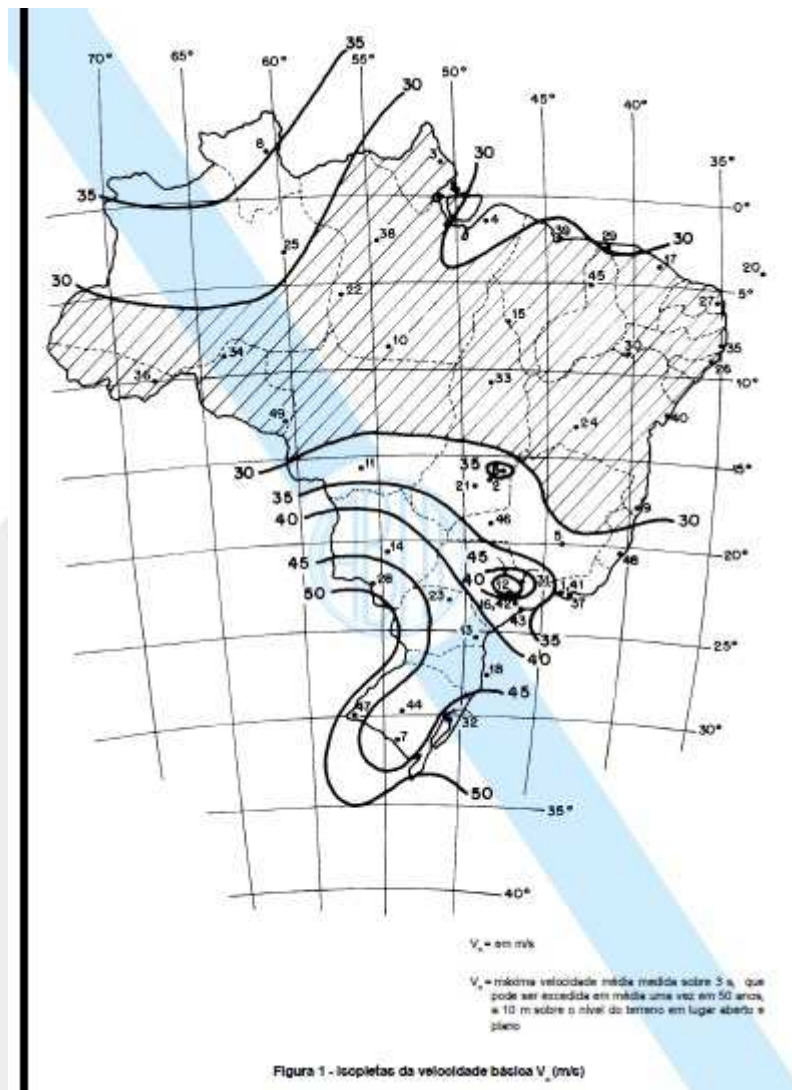
A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente e de acordo com o item 7.4.7 e seus subitens. Neste projeto foi considerado um controle rígido de qualidade na execução da obra.

A seguir são apresentados os valores de cobertura a serem utilizados para os diversos elementos estruturais existentes no projeto:

Elemento Estrutural	Cobrimento (cm)
Lajes	2,0
Vigas	2,5
Pilares	2,5
Blocos e Arrimos	4,0
Fundações	5,0

Velocidade básica do vento (V_k):

O valor a ser considerado na modelagem é de 31 m/s ($V_k=31\text{m/s}$), e está coerente com a NBR6123:1988 – Forças devido ao vento em edificações, conforme o mapa das isopletras para a região da cidade de Ribeirão das Neves – MG, (ver figura abaixo).



Mapa de Isoplefas da velocidade básica V_o (m/s) – Retirado da NBR 6123.

Fator topográfico (S1):

O valor a ser adotado para o cálculo estrutural ($S1=1,0$) está em conformidade com a NBR6123:1988 e retrata bem a região onde a edificação será erguida, como uma região de terreno plano ou fracamente ondulado.

Classe da edificação (S2):

A edificação foi considerada como sendo da Classe B, ou seja, sua maior dimensão horizontal ou vertical está entre 20 e 50 metros. Este

valor está em conformidade com as características da edificação, conforme os arquivos do projeto arquitetônico.

Fator estatístico (S3):

Trata-se de um coeficiente que considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação.

Para uma edificação como a que se propõe aqui neste projeto, sendo classificada como edificações gerais com alto fator de ocupação, a NBR6123:1988 estabelece o valor de $S3=1,0$. Este foi o valor adotado no modelo de cálculo desta edificação.

Fator de rugosidade do terreno (S2):

De acordo com a NBR6123:1988, este fator considera o efeito combinado da rugosidade do terreno, da variação da velocidade do vento com a altura acima do terreno e das dimensões da edificação ou parte da edificação em consideração.

No modelo de cálculo apresentado aqui desenvolvido, considera-se S2 como sendo da categoria III. Conforme a NBR6123:1988, esta categoria compreende terrenos planos ou ondulados, com obstáculos, tais como muros, árvores, edificações baixas, fazendas, subúrbios com casas baixas. Analisando a região da edificação, esta categoria adotada retrata bem a situação.

Aços utilizados nas armaduras:

As bitolas e as classes dos aços utilizados neste projeto estão em conformidade com o que diz a NBR7480:1996, sendo:

Armaduras passivas => Aço CA50 e CA60.

Segurança estrutural em relação ao incêndio – TRRF:

A NBR 14432 dispõe sobre o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) para as edificações em função das suas características geométricas e de utilização. A norma NBR 15200 trata dos métodos de

cálculo e simplificações possíveis para o cálculo das estruturas em situação de incêndio.

De acordo com as recomendações tanto da norma quanto da instrução técnica, tem-se uma edificação com Classe de Ocupação D1; altura do Subsolo < 10m e altura da edificação entre 12m e 23m (Classe P3).

Sendo assim, conforme as normas vigentes, a edificação se inclui na categoria de TRRF igual a 60 minutos.

6. RECOMENDAÇÕES DO CONSULTOR GEOTECNICO

Conforme pode ser visto no Anexo A, a orientação é da obrigatoriedade da execução de sondagem complementar nas condições apresentadas.

Seguindo as orientações da consultoria fizemos a indicação dos três novos furos para subsidiar a sondagem mista conforme proposta.

Belo Horizonte, 13 de janeiro de 2020.

Eng. Nelson Urias Pinto Gariglio da Silva

Engenheiro Civil

CREA-MG 82.624/D-MG

ANEXO A - CONSULTORIA GEOTÉCNICA



CONSULTORIA GEOTÉCNICA

DADOS DA OBRA

CLIENTE: Eficácia Projetos

INTERESSADO: Ministério Público do Estado de Minas Gerais

PROPRIETÁRIO: Ministério Público do Estado de Minas Gerais

ENDEREÇO: Rua Vera Lúcia de O. Andrade, Ribeirão das Neves/MG.

DOCUMENTOS DISPONIBILIZADOS

Foram avaliados 3 documentos envolvendo informações sobre a execução da fundação, sendo eles:

1. Relatório de Sondagem, RL 047 – Relatório de Sondagem – Ministério Público de Ribeirão das Neves;
2. Projetos (arranjo geral, arquitetônico, cortes, fachada, etc);
3. Levantamento Planialtimétrico,
LevantamentoPlanialtimetrico.MinisterioPublico.150218-A1_R01

Também foi enviado algumas fotos do local, para melhor visualização do projeto.

PARECER TÉCNICO

O documento EST-RIBE-Vera000-rev00-Diretrizes Básicas, sugere como metodologia aplicada na fundação, em ESTACA POR HÉLICE CONTÍNUA MONITORADA.

A luz dos projetos e resultados da sondagem, recomenda-se **FORTEMENTE** a substituição da metodologia para ESTACA RAIZ.

Outra metodologia factível e econômica é a fundação em SAPATA, contudo, observa-se uma estação de tratamento de esgoto (ETE) adjunta ao empreendimento, onde, caso o sistema de impermeabilização da ETE falhe, a frente

DIVISOLO SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS

de saturação do solo poderá alcançar as sapatas, podendo assim, gerar pequenos recalques na estrutura (trincas indesejáveis). Vale ressaltar que, esse fenômeno, para este empreendimento, está no campo da especulação, logo, garantias e afirmações, deverão ser feitas somente após visita técnica e estudo paralelo. Como última solução, deve-se estabelecer uma fundação mista. As fundações mistas são, tradicionalmente, evitadas devido ao grande número de equívocos, tanto na elaboração do projeto como na execução do serviço. Ainda, soma-se que, na maioria dos casos, não gera economia considerável ao cliente final.

CONCLUSÃO

Para o momento, faz-se a necessário, **obrigatoriamente**, a execução de sondagem complementar, nas seguintes condições:

1. SONDAGEM MISTA – ROTATIVA E SPT;
2. PARALIZAÇÃO DA SONDAGEM SOMENTE APÓS AVANÇO MÍNIMO DE 3 METROS DE ROCHA SÃ OU A CRITÉRIO DO GEOTÉCNICO PROJETISTA;
3. CASO ATINJA CAMADAS EM SOLO APÓS ROCHA, RETOMAR A SONDAGEM SPT OU COLETAR AMOSTRA POR EMBUCHAMENTO.
4. A CLASSIFICAÇÃO DA ROCHA E SOLO EMBUCHADO DEVERÁ SER FEITO POR GEÓLOGO OU GEOTÉCNICO CAPACITADO, SUGERINDO INCLUSIVE, DADOS GEOMECÂNICOS DOS MESMOS (COESÃO, ÂNGULO DE ATRITO OU CAPACIDADE DE CARGA)

Sem mais para o momento, subscrevo.

Divisol


Luiz Gustavo C. Batista
Divisolo Soluções Geotécnicas
CNPJ: 15.225.228/0001-57