

DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DE CONCRETO ARMADO: Estudo comparativo de sobrecarga de neve em um sobrado no Brasil

Luiz Fernando Leandro Teodoro^{1*}

Geisla Aparecida Maia Gomes²

RESUMO

Este estudo analisa o dimensionamento estrutural em concreto armado onde se considera e desconsidera a sobrecarga de neve em sobrado. Tal abordagem se justifica por ser um fenômeno comum em algumas cidades do Brasil, ter ocorrido em Santa Catarina, em julho de 2021, podendo se tornar comum e a norma brasileira não abranger este tipo de sobrecarga. O objetivo principal do estudo é comparar os impactos da sobrecarga de neve em uma obra residencial de um sobrado construído dentro das normas brasileiras e europeias e analisar o quantitativo dos insumos em ambas as situações. Este propósito foi conseguido através de um estudo comparativo simulando o dimensionamento de um sobrado residencial em concreto armado com dados reais obedecendo às normas brasileiras e estrangeiras com o auxílio de AutoCAD, Excel, ftool e cypecad. Ao final, observou-se que a sobrecarga de neve nas edificações brasileiras, caso se torne frequente a ocorrência deste fenômeno compromete o funcionamento da estrutura necessitando de estudo específico ao incluir este tipo de carregamento.

Palavras-chave: Sobrecarga de neve, carga de neves em telhados, sobrecarga de uso

1 INTRODUÇÃO

Em julho de 2021, na cidade de Lages, Santa Catarina, na região sul do Brasil ocorreu uma baixa significativa na temperatura, chegando a atingir -10° C, fenômeno comum em algumas cidades do Brasil. Segundo METSUL (2021) Devido às mudanças climáticas, este

^{1*}Graduando em engenharia civil pelo Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS-MG).

E-mail: luizfermandolteodoro@yahoo.com.br

²Orientadora: Geisla Ap. Maia Gomes, Engenheira Civil, Mestrando em Estatística Aplicada. Docente no centro universitário do Sul de Minas.

fenômeno poderá ocorrer com maior frequência no país e, como não é usual considerar a sobrecarga de neve no dimensionamento de uma edificação brasileira, acredita-se ser necessário realizar estudos para compreender quais os impactos podem ser causados.

Dessa forma, a presente pesquisa tem o objetivo de comparar os impactos causados no dimensionamento estrutural de um sobrado considerando os carregamentos previstos pela NBR 6120:2019 com uma eventual sobrecarga adicional de neve prevista na norma americana ASCE 7:2010. Acredita-se que os resultados desta pesquisa possam contribuir para que os projetistas estruturais atentem-se para considerar a inclusão desta sobrecarga nas futuras edificações, caso torne-se cada vez mais recorrente este evento, para um dimensionamento estrutural eficaz e seguro.

Para a realização dos estudos buscou-se fundamentos para a sobrecarga de neve na norma brasileira e própria a norma recomenda a busca por conteúdo em normas estrangeiras. Segundo a ABNT NBR 6120 (2019),

Não há, até o momento da publicação desta Norma, bancos de dados suficientes sobre a ocorrência e intensidade de neve que permitam definir requisitos para esta carga em Normas Brasileiras. Para projetos nos quais seja necessário considerar a ação da neve, deve ser feito estudo específico ou devem ser seguidos os requisitos de Normas estrangeiras validados conforme as particularidades locais. ABNT NBR 6120 (2019), p.41.

Ressalta-se a importância de considerar de forma eficiente quais são os efeitos causados pelo carregamento de neve para que o cálculo estrutural possa ser executado de modo correto neste tipo de situação, evitando que ocorra alguma catástrofe por falhas em projetos estruturais.

Para cumprir esta proposta realizou-se o dimensionamento para duas situações. Na primeira, foram dimensionadas as lajes superiores de um sobrado, considerando apenas a sobrecarga de uso conforme a NBR 6120:2019 e na outra situação, adicionou a sobrecarga de neve obedecendo à norma americana ASCE 7-10. Para as lajes do térreo, em ambas as situações consideraram a sobrecarga de uso residencial conforme previsto na NBR 6120:2019. Para as vigas e pilares realizou-se o dimensionamento cumprindo as especificações da NBR 6118: 2014 e as fundações seguindo as orientações da NBR 6122:2019 e ao final a análise comparativa entre ambos os dimensionamentos.

2 DEFINIÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

2.1 Projeto estrutural

O projeto estrutural deve trazer todas as informações necessárias para que se possa executar a estrutura contendo desenhos, características dos materiais a serem usados seguindo as premissas das normas técnicas vigentes. (BASTOS, 2006).

ARAÚJO (2021), ressalta a concepção estrutural como sendo a primeira fase do projeto estrutural.

Trata-se de um planejamento para determinar através de análise técnica o posicionamento, características, dimensionamento e detalhamentos dos elementos estruturais para se garantir um sistema estrutural que atenda com eficiência e qualidade os esforços atuantes para que se cumpra as exigências arquitetônicas e das normas técnicas.

Antes de realizar o dimensionamento é necessário fazer a análise da estrutura a ser projetada. Para que os cálculos sejam realizados visando eficiência, menor custo e segurança.

2.2 Ações sobre a laje

As ações podem ser definidas como “causas que provocam esforços solicitantes que atuam sobre a estrutura, capazes de produzir ou alterar as deformações ou o estado de tensão nos elementos estruturais. Do ponto de vista prático, as forças e as deformações impostas pelas ações são consideradas como se fossem as próprias ações”. (ABNT NBR 6120:2019)

De acordo com a NBR 8681 (2003), as ações podem ser classificadas como permanentes e variáveis.

Segundo a NBR 8681:2003, as ações permanentes são aquelas que exercem esforços durante a maior parte da vida útil da estrutura, como por exemplo, o peso próprio da estrutura. Já as ações variáveis são aquelas mudam durante a maior parte do tempo da vida útil da estrutura podendo ser classificadas como variáveis normais e variáveis especiais.

Já as ações variáveis normais, de acordo com NBR 8681: 2003, são aquelas que exercem esforços sobre as lajes de acordo com as características de uso da edificação e acontecem com frequência na vida útil da estrutura. Como exemplos, as pessoas e os móveis.

De acordo com a ABNT NBR 8681(2003) as ações variáveis especiais são aquelas que raramente acontecem e a sua duração pequena com relação à durabilidade da estrutura.

Como por exemplo, uma carreta com turbina de avião que atravessa uma ponte, a sobrecarga de neve no Brasil que raramente acontecem.

Para as lajes de cobertura em locais onde possa ocorrer neve ou granizo, podem ser acrescentadas como carga variável adicional. Para que se possa acrescentar essa carga de neve no dimensionamento, deve ser considerado de acordo com cada situação (ABNT NBR 6120, 2019). Inclui-se ainda as ações especiais como variáveis especiais, tendo como parte a sobrecarga de fenômenos naturais, como a neve, que faz parte deste estudo.

Para a realização dos estudos buscou-se fundamentos para a sobrecarga de neve na norma brasileira e própria a norma recomenda a busca por conteúdo em normas estrangeiras. Segundo a ABNT NBR 6120 (2019),

Não há, até o momento da publicação desta Norma, bancos de dados suficientes sobre a ocorrência e intensidade de neve que permitam definir requisitos para esta carga em Normas Brasileiras. Para projetos nos quais seja necessário considerar a ação da neve, deve ser feito estudo específico ou devem ser seguidos os requisitos de Normas estrangeiras validados conforme as particularidades locais.

Portanto, optou-se pela norma brasileira, para determinação das sobrecargas de uso do tipo residencial para as lajes do primeiro pavimento.

Nas lajes da cobertura considerou-se as ações de forros sem acesso ao público com telhado de fibrocimento cumpriu as diretrizes da norma brasileira NBR 6120:2019 e pela norma americana *ASCE 7-10*, para que se possa extrair os valores da sobrecarga de neve sobre estrutura, adotado nos Estados Unidos, região onde é comum utilização deste tipo de ações.

2.3 Sobrecarga de neve

De acordo com a norma americana, a carga de neve e o coeficiente de ajuste da ação da neve são determinados levando em consideração condições topográficas da edificação, altitude e a inclinação do telhado. (ASCE 7:2010)

Segundo a norma ASCE 7 (2010), o telhado deve ser de materiais que permitam que a neve escorregue facilmente, facilitando o escoamento como, por exemplo, metais e ardósias. Alterando a escolha do tipo de telha de fibrocimento para telha metálica, cuja massa é ainda mais leve.

As ações da neve sobre a estrutura podem ser definidas pela equação:

$$pf = 0.7C_e.C_t.eus.pg$$

Onde:

C_e = fator de exposição;

C_t = fator de temperatura;

eus = fator de importância da neve;

pg = carga de neve no solo;

Para a determinação dos carregamentos sobre as lajes deve-se somar todas as ações conforme o exemplo abaixo:

$$P = g_1 + g_2 + q + g_{parede}$$

Sendo que:

g_1 = peso próprio da laje (KN/m²)

g_2 = carga permanente de revestimentos em cima da laje (incluem a argamassa de regularização, porcelanato, pisos cerâmicos e outros) e embaixo da laje (incluem o chapisco, reboco, gesso e etc.) (KN/m²)

q = Carga variável normal, incluem as sobrecargas de uso (residencial, forro sem acesso, etc.) e ações variáveis especiais, como por exemplo a neve. (KN/m²)

g_{parede} = são ações geradas pelas alvenarias em sentido perpendicular à laje. (KN/m²)

Pode ser definido conforme a equação abaixo:

$$G_{parede} = (P_{parede} \cdot ly) / (ly \cdot lx) = (P_{parede}) / lx \text{ [KN/m}^2\text{]}$$

Para combinações das ações em que se utiliza os coeficientes de majoração e de minoração em favor da segurança para realizar o dimensionamento estrutural, deve-se analisar todas as combinações possíveis e utilizar a situação mais desfavorável. (ABNT NBR 8681:2003)

Com coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sem coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Onde:

Gk Ação permanente

Pk Ação de pré-esforço

Qk Ação variável

gG Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes

gP Coeficiente parcial de segurança da ação de pré-esforço

gQ,1 Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal

gQ,i Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento

yp,1 Coeficiente de combinação da ação variável principal

ya,i Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

2.5 Lajes

As lajes podem ser definidas como elementos tridimensionais que possuem duas dimensões com ordem de grandeza maior e uma menor e que podem ser classificadas de diversos tipos. Para este trabalho adotou-se a laje nervuradas pré moldadas do tipo treliçada.

Já a norma brasileira define que “as lajes nervuradas são as lajes moldadas no local ou com nervuras pré-moldadas, cuja zona de tração para momentos positivos esteja localizada nas nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte”.(ABNT NBR 6118: 2014)

2.4 Vigas

As vigas são elementos estruturais tridimensionais que possuem a sua maior dimensão na horizontal e tem por finalidade receber as cargas das lajes, alvenaria e outras vigas e

transmiti-las para outras vigas ou pilares. Segundo Faria (2018) são elementos horizontais com uma direção predominante.

O cálculo estrutural das vigas usuais é realizado tendo como solicitação mais crítica à flexão, em alguns casos ao cisalhamento, como nas vigas de transição.

Para a análise estrutural de vigas de concreto armado é necessário conhecer se a distribuição dos carregamentos das lajes, espaçamento entre os pilares

Dimensiona-se as armaduras longitudinais das vigas, considerando o ELU - estado limite último, cumprindo as especificações para que na seção transversal mais crítica sejam atingidas as deformações específicas, respeitando os limites estabelecidos pela norma. Prevenindo que a estrutura pode vir a romper tanto pelo concreto por não suportar os esforços de compressão quanto pelo aço em não atender as solicitações de tração. (CARVALHO, 2016)

Além dimensionar a estrutura, é necessário verificar as exigências previstas pela ABNT NBR 6118:2014, para o estado limite de serviço - ELS, a fim de garantir o conforto ao futuro morador, garantindo se durabilidade das estruturas, aparência e boa utilização das estruturas de acordo com o tipo de uso da edificação especificado pelo projetista. (CARVALHO, 2016)

Usualmente, para o pré dimensionamento da altura da viga em edificações com cargas residenciais e vãos com comprimento entre 2 a 8 metros, adota-se para as vigas isostáticas: $h = 10\%$ do vão e para as vigas contínuas: $h = L/12$ a $L/15$ em geral.

2.3 Pilares

Segundo a NBR 6118:2014, pilares são “elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes”. Já Carvalho (2013, pág.323) define os pilares como “um elemento estrutural geralmente vertical (em algumas situações podem ser inclinados) e recebe ações predominantemente de compressão. Pode portanto estar submetido a compressão composta normal e oblíqua.”

Sua principal função é receber a carga das vigas e transmitir para outros elementos estruturais. Normalmente, para o melhor proveito, os pilares são construídos sob o cruzamento de vigas. O pré dimensionamento dos pilares inicia-se traçando a linha de

influência entre os pilares; traça-se uma reta na linha média entre os pilares vizinhos obtendo-se assim a área de influência de cada pilar.

Dimensionam-se os pilares considerando as forças normais e momentos fletores resultantes das solicitações das vigas, e também as forças cortantes, oriundos das ações horizontais como a carga de vento. (BASTOS, 2017)

Para o dimensionamento utiliza-se de ábacos para flexão oblíqua de PINHEIRO (1994), citados no anexo neste trabalho.

2.2 Fundações

As fundações podem ser definidas como elementos estruturais que realizam a interação em estrutura e solo com a finalidade de suportar todos os esforços da estrutura e transmiti-los ao solo. Segundo Berberian (2015, p.14),

a fundação é o elemento de transição entre a edificação e o solo. É definida como sendo o conjunto constituído pela infraestrutura e o maciço de solo, com ênfase no solo, por ser o elemento mais fraco e complexo. A fundação é na realidade um elemento de interação solo/estrutura, cuja finalidade precípua é a de transferir carga da superestrutura para o terreno. Berberian (2015, p.14)

Segundo a ABNT NBR 6122:2019 existem dois tipos de fundações, as rasas e profundas. As fundações rasas transmitem as cargas ao terreno através das pressões sob a base da fundação, já as profundas transmitem as cargas ao terreno através de sua base e/ou sua superfície lateral.

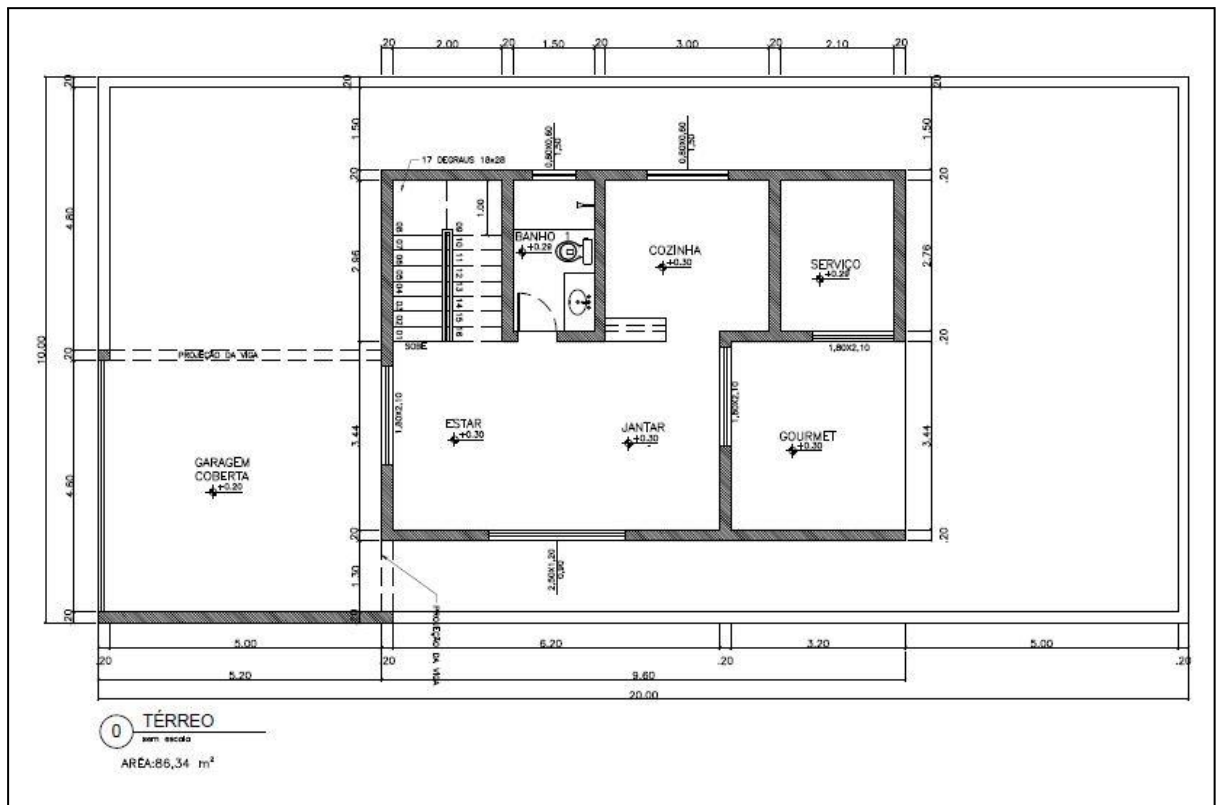
Para dimensionar-se as fundações é necessário antes realizar um ensaio de solo, o mais comum é a sondagem do tipo SPT (*standard penetration test*), para que se conheça as características do terreno onde será implantado a edificação e a seguir realizará se o dimensionamento geométrico pelo método empírico e o dimensionamento estrutural.

A determinação da tensão admissível do solo por método empírico, pode ser utilizada através da média das fórmulas de Aoki-Veloso, Décourt-Quaresma, Alberto e Cintra, Terzaghi, Teixeira e Vargas.

3 METODOLOGIA

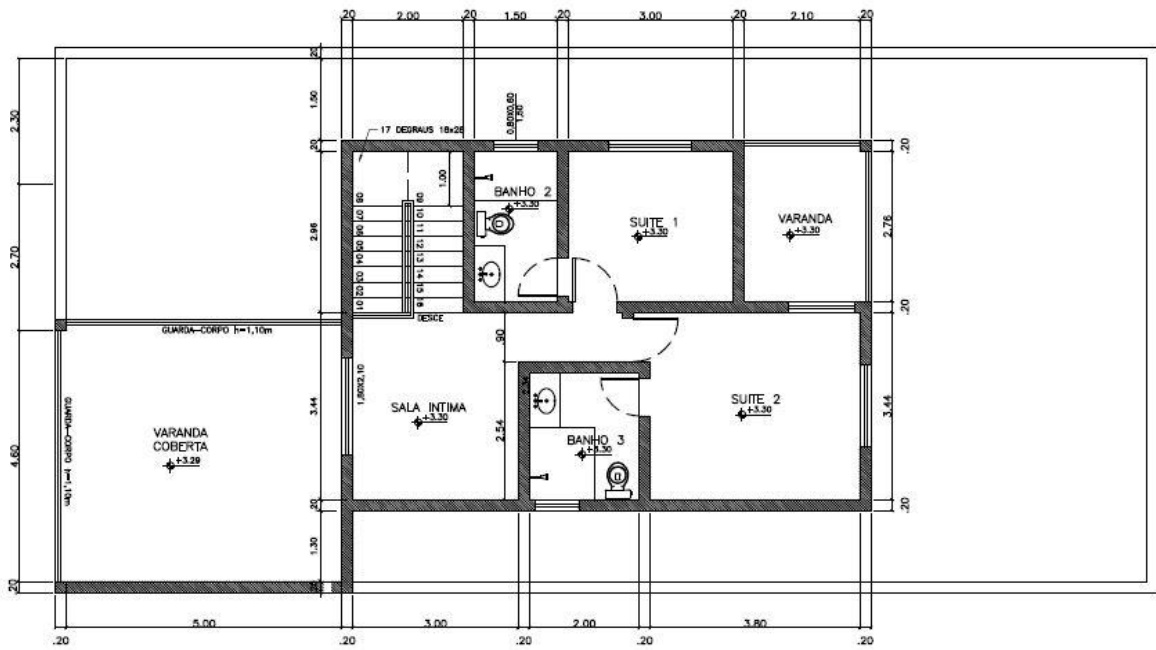
No estudo comparativo da presente pesquisa, simulou-se uma situação real para aplicação prática dos estudos tendo como base um projeto arquitetônico de uma edificação residencial de dois pavimentos - popularmente conhecido como um sobrado, contendo uma área de 86,34 metros quadrados no pavimento térreo e uma área de 84,62 metros quadrados totalizando 170,96 metros quadrados, conforme as figuras 1, 2 e 3.

Figura 1 - Planta baixa do térreo



Fonte: O próprio autor

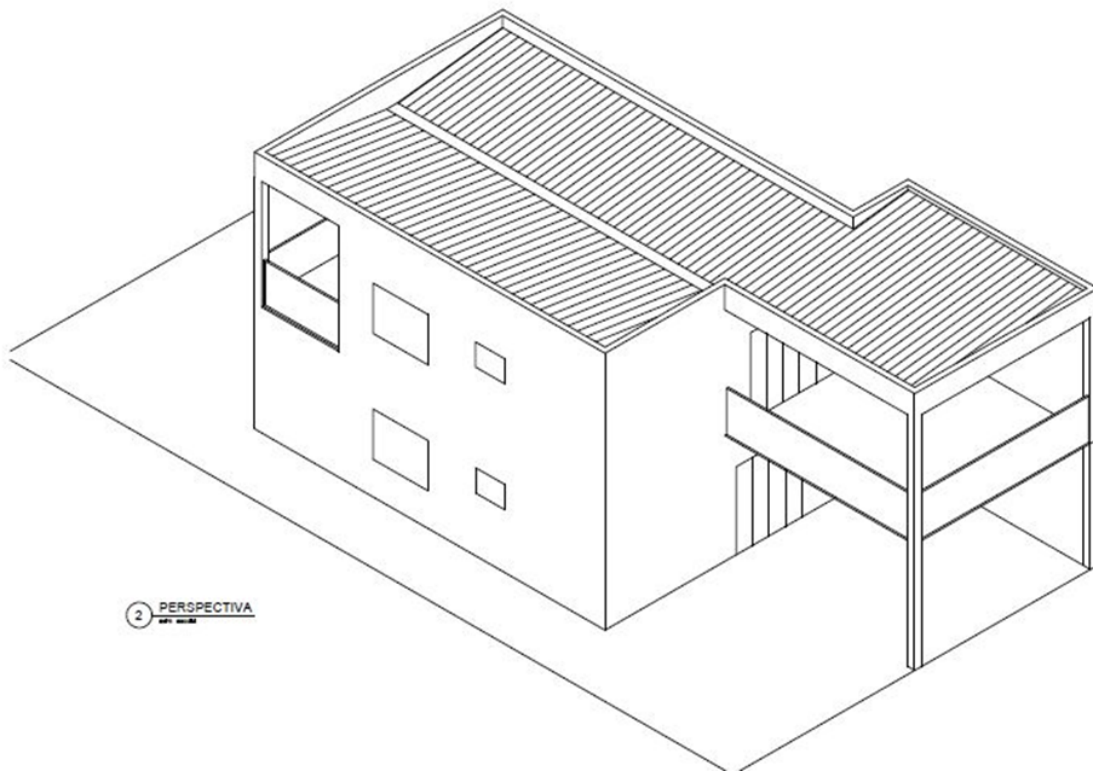
Figura 2 - Planta baixa do pavimento superior



① PAV. SUPERIOR
sem escala
AREA: 84,62 m²

Fonte: Próprio autor

Figura 3 - Perspectiva



② PERSPECTIVA
sem escala

Fonte: Próprio autor

Inicialmente, com o projeto arquitetônico em mãos, elaborou-se a concepção estrutural buscando atender com qualidade, segurança, economia e eficiência. Entende-se que a concepção bem realizada pode impactar de modo positivo o projeto estrutural e no cumprimento dos aspectos arquitetônicos.

Para elaboração de projeto estrutural, foi necessário conhecer as ações que atuarão sobre as lajes de acordo com o tipo de edificação e de uso, de modo que fossem cumpridas as exigências das normas vigentes. Para este estudo, realizou-se o dimensionamento das lajes considerando as duas situações de sobrecarga apresentada abaixo:

- Situação 1: Sobrado residencial sendo considerado sobre a laje do segundo pavimento a sobrecarga de uso (laje sem acesso público + telhado); no primeiro pavimento foi considerado a sobrecarga de uso para laje com acesso ao público de uma edificação residencial) conforme a NBR 6120:2019.
- Situação 2: Sobrado residencial foi considerado sobre a laje do segundo pavimento a sobrecarga de uso (laje sem acesso público + telhado), adicionou-se a sobrecarga de neve, utilizando parâmetros da sobrecarga de uso da *ASCE 7-10*, visto que a norma brasileira ainda não contempla este tipo de sobrecarga, por ser ainda um fenômeno raro no Brasil; no primeiro pavimento foi considerado a sobrecarga de uso para laje com acesso ao público de uma edificação residencial) conforme a NBR 6120:2019.

Para o dimensionamento das lajes deste sobrado residencial será utilizado o processo racional que admite-se que as vigas nos dois sentidos recebem as cargas com proporções diferentes de acordo com as dimensões das lajes, mesmo sendo uma laje unidirecional. (CARVALHO, 2016)

As expressões para o cálculo das reações das lajes nas vigas são:

- Ação nas vigas perpendiculares às nervuras: (viga na maior direção)

$$P_{vy} = ((58 + 17.)p \cdot lx)/200$$

- Ação nas vigas paralelas às nervuras: (viga na menor direção)

$$P_{vx} = ((42 - 17.)p \cdot ly)/200$$

Posteriormente, o dimensionamento das vigas, pilares, fundações e escadas foram realizados conforme a NBR 6118: 2014 e as fundações conforme NBR 6122:2019.

Adotou-se parâmetros de materiais, cumprindo as exigências das normas da ABNT NBR 6118:2014, para o cálculo estrutural das lajes, vigas, escadas e fundações::

- Concreto Fck 25 MPa;
- Classe de agressividade ambiental II;
- edificação do tipo residencial, a laje de cobertura sem acesso ao público.
- Tempo de escoramento de 28 dias;
- Diâmetro do agregado graúdo: 19 mm;

Para auxiliar no dimensionamento dos pilares, as solicitações de flexão composta normal e flexão composta oblíqua utilizou o auxílio de ábacos de PINHEIRO (1992) conforme anexo 1.

Para realização destes cálculos estruturais foram utilizados os seguintes softwares: ftool, excel e autocad e cypecad onde ao final deste projeto comparou o consumo de aço, concreto e forma para ambas situações e analisou quais os impactos causados em cada um dos elementos estruturais.

4 ESTUDO COMPARATIVO DE SOBRECARGA DE NEVE EM UM SOBRADO NO BRASIL

Após a realização deste estudo comparativo do dimensionamento estrutural de um sobrado onde considerou a sobrecarga de usual para este tipo de uso conforme a NBR 6120:2019, ver anexo, e comparou-se com o dimensionamento estrutural da mesma edificação acrescentando a sobrecarga de neve, com o auxílio do Cypecad, a fim de compreender quais os impactos podem ser causados pela sobrecarga de neve no dimensionamento estrutural de uma residência de pequeno porte contendo dois pavimentos e foram feitas varias análises.

Na primeira análise, percebeu um aumento da sobrecarga de uso sobre as lajes do pavimento superior na situação 2, na qual se considera a inclusão da sobrecarga de neve orientado pela ASCE 7-10 e observa-se que houve um aumento de 1 KN/m² com relação à situação 1, que considera apenas sobrecarga usuais em residências no Brasil, conforme a NBR 6120:2019. Fazendo com que as lajes fossem mais solicitadas.

Nas lajes, analisou-se, conforme a tabela 1, que houve um aumento no consumo de concreto e aço comparando a situação em que utilizou parâmetros usuais no Brasil no dimensionamento de lajes com os cálculos da sobrecarga de neve.

Tabela 1 - Comparativo de consumo de materiais nas lajes

Descrição	Sem neve	Com neve	Diferença percentual
Volume de concreto total (m ³)	9,571	10,01	4,59%
Consumo de aço (kg)	625,89	661,13	5,63%
Concreto (m ³ /m ²)	0,062	0,065	4,58%
Aço (Kg/m ²)	4,062	4,29	5,63%
T.A. - Aço/concreto (kg/m ³)	65,395	66,05	1,00%

Fonte: próprio autor

Nas lajes, percebe-se que houve um aumento de 0,44 m³ de concreto correspondendo a 4,59% e 35,24 kg de aço resultando em um acréscimo de 5,63% devido à sobrecarga de neve.

Nas vigas de concreto armado, pode-se analisar que houve aumento baixo no consumo de concreto, um pouco maior no consumo de aço e das formas também subiram razoavelmente, conforme tabela 2.

Tabela 2 - Comparativo de consumo de materiais nas vigas

Descrição	Sem neve	Com neve	Diferença percentual
Consumo de concreto (m ³)	12,26	12,45	1,55%
Consumo de aço (kg)	831	853,00	2,65%
Formas (m ²)	152,05	154,94	1,90%
T.A (Kg/m ³)	66,75	68,51	2,65%

Fonte: próprio autor

Nos pilares, não houve aumento significativo, justificando-se pelo fato a solicitações normais de compressão serem suportadas pela seção transversal dos pilares garantindo que as sobrecargas devido a fenômenos naturais possibilitando a utilização da mesma seção para

ambas as situações porém houve um aumento de consumo de 13,63 kg de aço que representa um aumento de 3,82%, conforme a tabela 3..

Tabela 3 - Comparativo de consumo de materiais nos pilares

Descrição	Sem neve	Com neve	Diferença percentual
Consumo de concreto (m ³)	3,93	3,93	0,00%
Consumo de aço total (kg)	356,43	370,06	3,82%
Formas (m ²)	82,44	82,44	0,00%
T. A. (Kg/m ³)	90,69	94,16285	3,82%

Fonte:próprio autor

Apesar de outros elementos terem uma diferença expressiva, nas fundações ocorreu algo diferente, pois as fundações são os elementos que recebem toda a carga da edificação e transmitem ao solo. Houve um aumento significativo no consumo de concreto aumentando em 6,90 metros cúbicos, ou seja mais dobrou a quantidade atingindo uma diferença de 135,56%. Já no aço o aumento foi de 67,56% que representa 143,91 kg e as formas tiveram um acréscimo de 88,57% que significa 15,81 metros quadrados de forma a mais.Esses dados podem ser observados na tabela 4

Tabela 4 - Comparativo de consumo de materiais nas fundações

Descrição	Sem neve	Com neve	Diferença percentual
Consumo de concreto (m ³)	5,09	11,99	135,56%
Consumo de aço total (kg)	213,01	356,92	67,56%
Formas (m ²)	17,85	33,66	88,57%

Fonte:próprio autor

Analisando de forma geral os consumo de materiais verifica-se o aumento de 7,53 metros cúbicos de concreto, 214,78 kg de aço e o acréscimo de 15,81 metros quadrados de

formas para que a estrutura de considerando a sobrecarga de neve sobre a cobertura seja atendida conforme os dados da tabela 5.

Tabela 5 - Comparativo de consumo de global insumos

Descrição	Sem neve	Com neve	Diferença percentual	Diferença
Consumo de concreto (m ³)	30,85	38,38	24,40%	7,53
Consumo de aço total (kg)	2026,33	2241,11	10,60%	214,78
Formas (m ²)	255,230	271,04	6,19%	15,81

Fonte: próprio autor

Após as informações comparadas anteriormente de modo quantitativo, utilizando a diferença global de cada insumos, analisa-se o custo dessa diferença tendo como preço base a tabela SINAPI conforme a tabela 6.

Tabela 6 - Custos global do acréscimo de insumos

Descrição	Diferença	Custo Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)
Consumo de concreto (m ³)	7,53	R\$ 413,66	R\$ 3.114,49
Consumo de aço total (kg)	214,78	R\$ 16,49	R\$ 3.541,72
Formas (m ²)	15,81	R\$ 97,11	R\$ 1.535,31
Total (R\$)			R\$ 8.191,52

Percebe-se um aumento no custo do sistema estrutural com a sobrecarga adicional de neve comparado ao dimensionamento em que não se considera este tipo de carregamento. Mas, vale lembrar que para possa garantir a estabilidade da estrutura é necessário adotar o projeto eficaz que garanta a segurança, conforto e melhor desempenho da estrutura.

6 CONCLUSÃO

Neste momento, ao analisar quais os impactos causados pela sobrecarga de neve em um sobrado com estrutura em concreto armado percebe que as cargas atuantes nos elementos estruturais na situação proposta têm um grande aumento, mudando os esforços aplicados em cada elemento, justificando uma análise estrutural precisa a fim de garantir a estabilidade global da estrutura.

Pode-se ressaltar que ao comparar os resultados para ambas situações podemos concluir que há aumento no consumo de materiais devido a sobrecarga de neve.

Após comparar as cargas atuantes nos dois dimensionamentos, percebe-se que o dimensionamento estrutural em que utiliza parâmetros utilizados em sobrados no Brasil conforme as normas brasileiras, não suportaria os esforços adicionais causados pela sobrecarga de neve com a estrutura calculada.

Por isso, após este estudo, confirma-se a hipótese inicial que há uma mudança significativa no comportamento estrutural exigindo um redimensionamento estrutural para que evite-se um colapso estrutural.

Observam-se também os impactos em termos de custos para adequar a execução dos elementos estruturais conforme o projeto estrutural que atenda aos esforços gerados pela sobrecarga de neve.

Por fim, conclui-se que este estudo foi de grande aprendizado e pode ser relevante para estudos futuros considerando os impactos gerados de outras sobrecargas sobre toda a estrutura. Podendo citar como exemplo, o acúmulo de água em telhados devido a falta de escoamento e a implantação de piscinas ainda que provisórias sobre as lajes.

ABSTRACT

This study analyzes the structural design in reinforced concrete where snow overload is considered and disregarded. Such an approach is justified because it is a common phenomenon in some cities in Brazil, what happened in Santa Catarina, in July 2021, and it may become a common Brazilian norm not to cover this type of common overload. The main objective of the study is to compare the impacts of never overload in a construction work built within the Brazilian and European ones and analyze the manufacturing standards of residential inputs in both situations. This purpose was elaborated through a study simulating or dimension of a residential study in concrete and foreign real obeyed with the aid of

AutoCAD, armed f and comparative cypecad. In the end, it was observed that an overload of snow in Brazilian buildings, the occurrence of this phenomenon becomes frequent, the functioning of the structure requiring a specific study to include this loading.

Keywords: *Snow overload, snow load on roofs, use overload*

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, José Milton de. **Projeto estrutural de edifícios de concreto armado**. 4ª ed. Rio Grande. Editora Dunas,2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.abril.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Cargas para cálculo de estruturas de edificações. Rio Janeiro: ABNT, 2019. setembro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. setembro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681**: Ações e segurança em estruturas - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. abril.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Pilares de concreto armado**. Bauru, 2017. (Apostila) BERBERIAN, Dickran. **Engenharia de fundações**.2.ed. Brasília. Editora UnB,2015

CARVALHO,R.C. PINHEIRO,L.M. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado:segundo a NBR 6118:2014**. 4.ed. São Carlos: EdUFSCar,2016.

CARVALHO,R.C. FIGUEIREDO FILHO, J.R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado:volume 2**. 42ed. São Paulo: PINI, 2013.

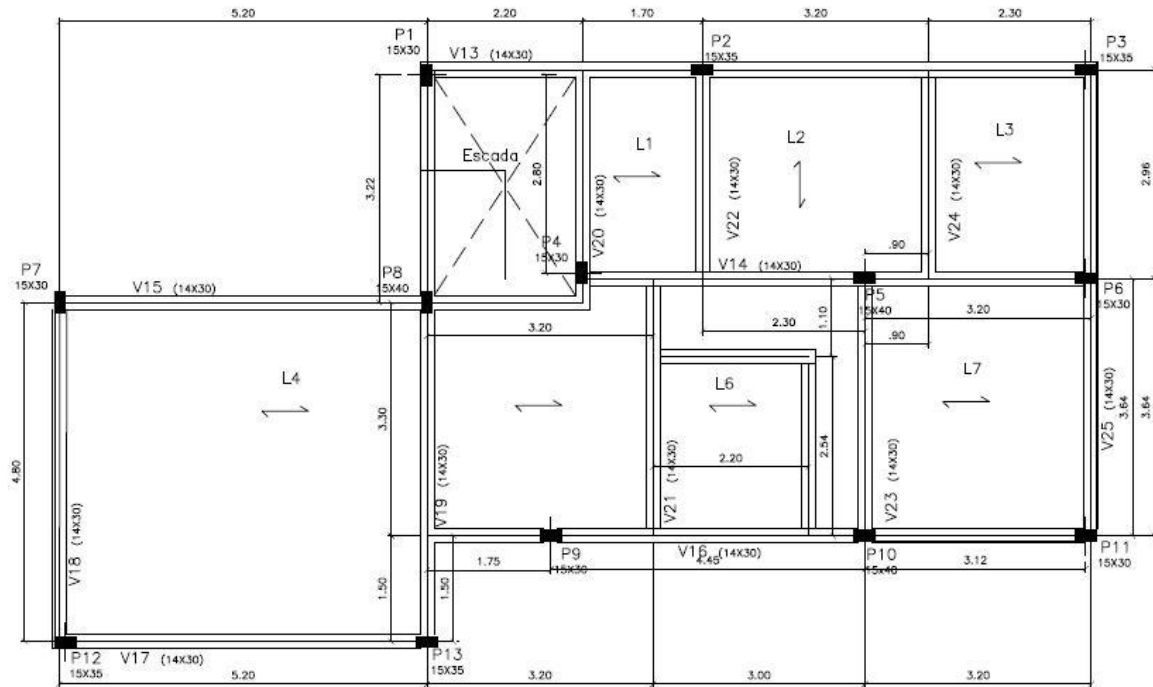
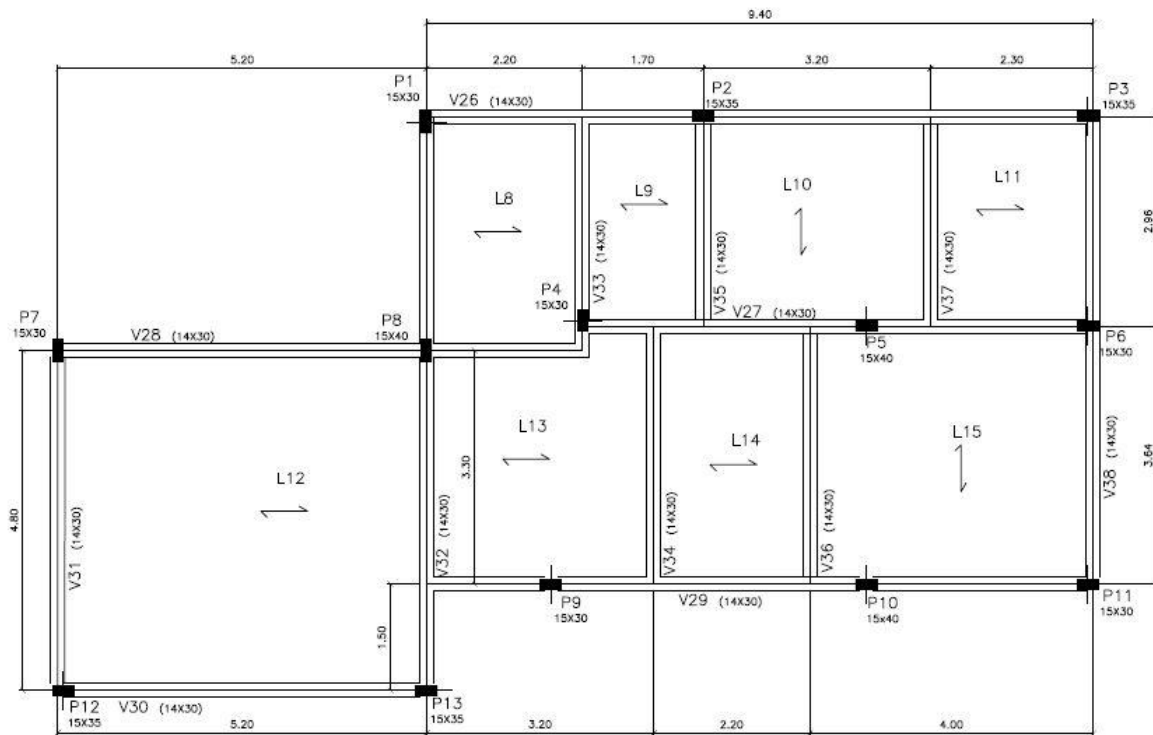
AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. **ASCE 7: Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures**. Virgínia: ASCE, 2010. setembro.

FARIA, Antônio.**Concreto armado II**. 2017. Nota de aula. Não paginado.

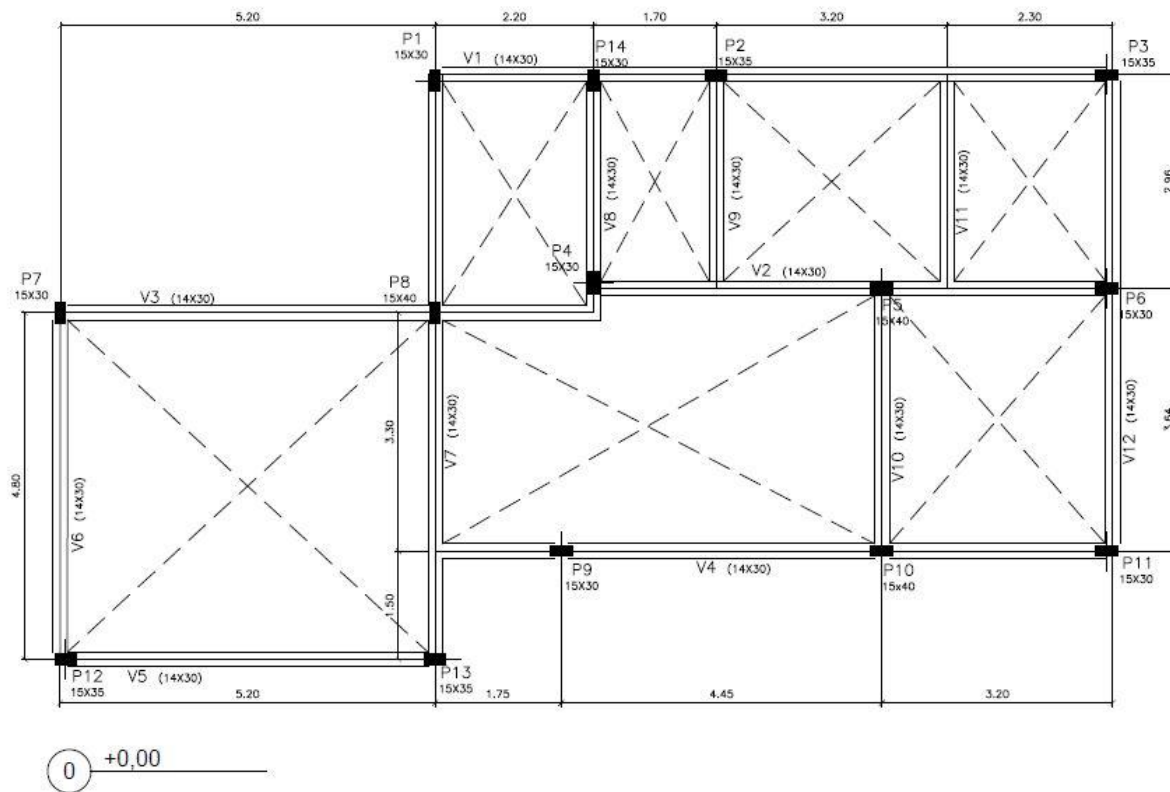
PINHEIRO, L. M. ; BARALDI, L.T. ; POREM, M.E. **Concreto Armado: Ábacos para flexão oblíqua**. São Carlos, Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1994. Disponível em: http://www.feb.unesp.br/pbastos/pag_concreto2.htm

Calculating roof snow loads with ASCE 7-10, **SKYCIV**, 2021. Disponível em:
<https://skyciv.com/pt/docs/tech-notes/loading/calculating-roof-snow-loads-w-asce-7-10/> .
Acesso em: 24 de junho de 2022.

APÊNDICE A

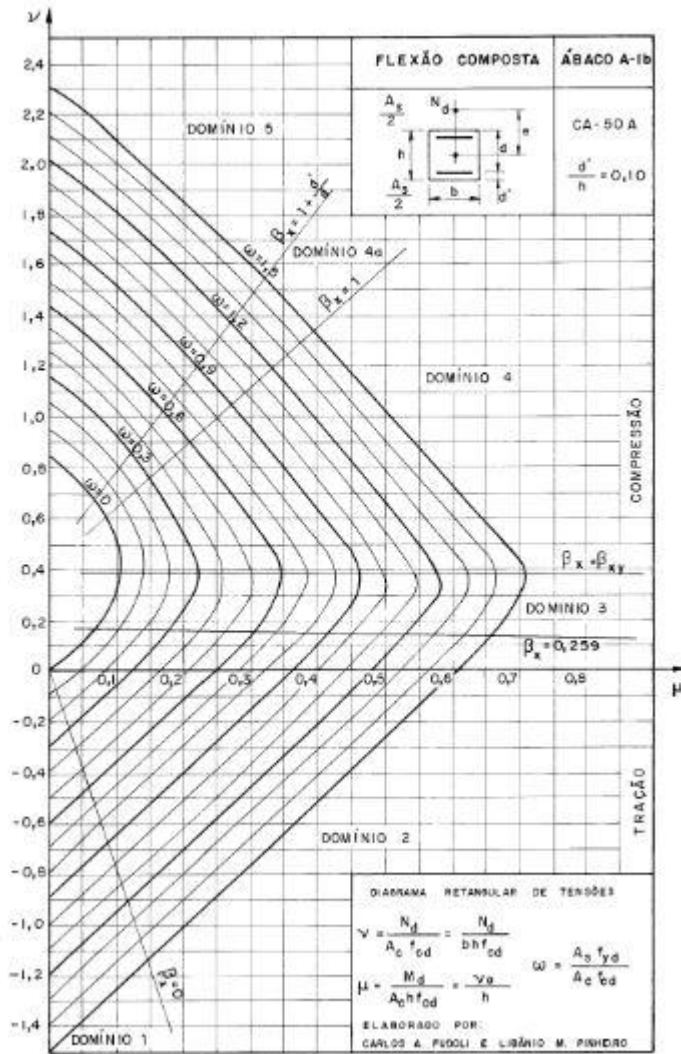


0 LAJE +3,00



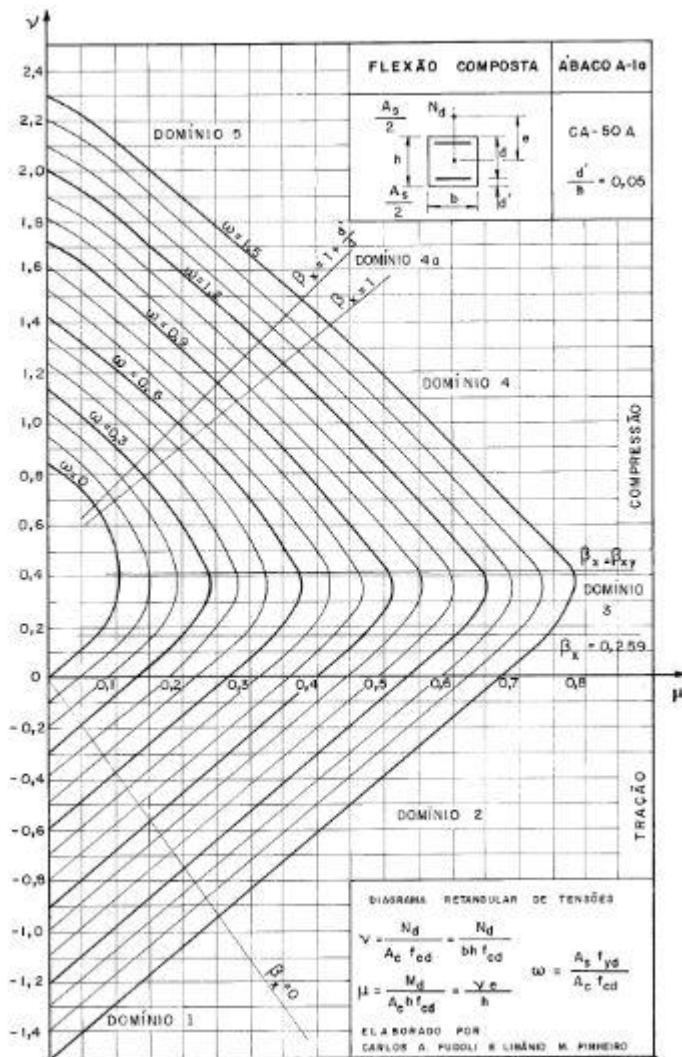
ANEXOS (informações extras de autoria de terceiros. Se não houver em seu trabalho, retirar)

Anexo 1 - Ábaco para pilares combinação de compressão e flexão em pilares



Fonte: Pinheiro (1994)

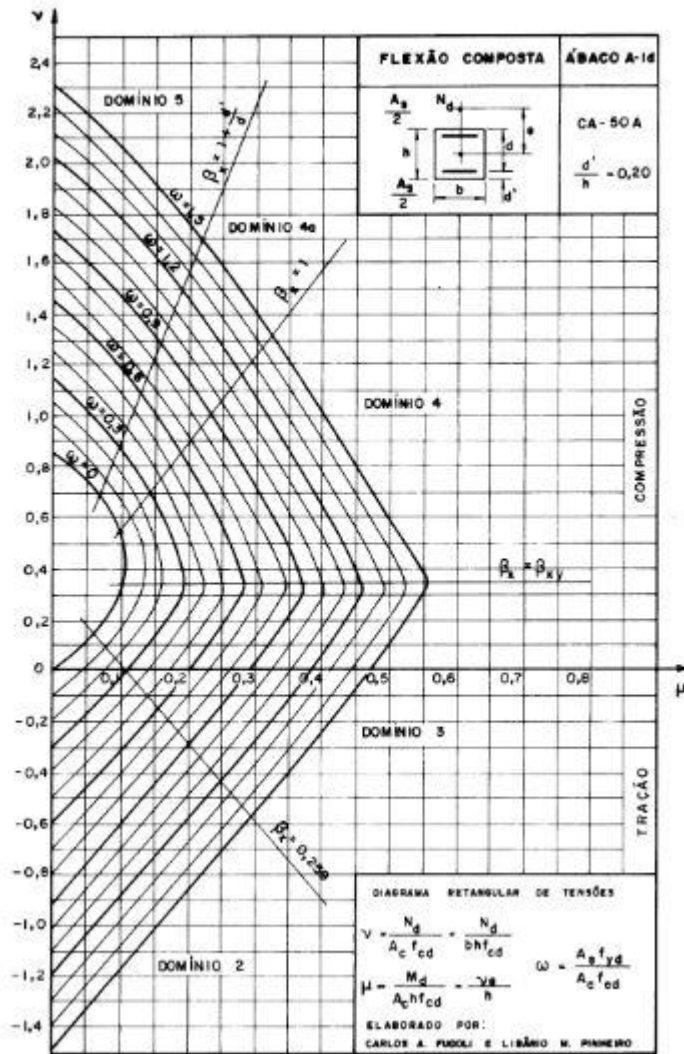
Anexo 2 - Ábaco para pilares combinação de compressão e flexão em pilares



Fonte: Pinheiro (1994)

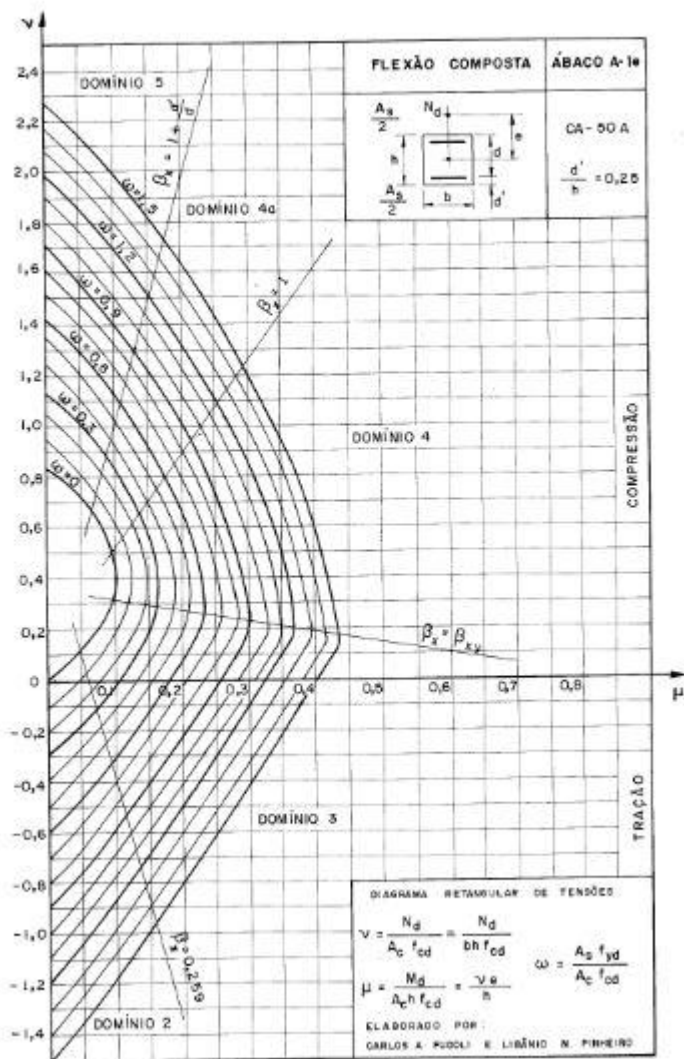
Anexo 3 - Ábaco para pilares combinação de compressão e flexão em pilares

A-B



Fonte: Pinheiro (1994)

Anexo 4 - Ábaco para pilares combinação de compressão e flexão em pilares



Fonte: Pinheiro (1994)

12.1.- Concretos

Elemento	Concreto	f_{ck} (MPa)	γ_c	Agregado		E_c (MPa)
				Natureza	Tamanho máximo (mm)	
Elementos de fundação	C20, em geral	20	1.40	Gnaisse	19	21287
Pisos	C25, em geral	25	1.40	Gnaisse	19	24150
Pilares e pilares-paredes	C25, em geral	25	1.40	Gnaisse	19	24150
Cortinas	C20, em geral	20	1.40	Gnaisse	19	21287

12.2.- Aços por elemento

12.2.1.- Aços em barras

Elemento	Aço	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	CA-50 e CA-60	500 a 600	1.15

Anexo 5 - Fundações