



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO OTONI
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

IZAIAS FERREIRA DOS SANTOS

**PRÉ-DIMENSIONAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL DE
VIGAS DE CONCRETO ARMADO**

TEÓFILO OTONI - MG
2019

IZAIAS FERREIRA DOS SANTOS

**PRÉ-DIMENSIONAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL DE
VIGAS DE CONCRETO ARMADO**

Artigo apresentado à Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo aluno Izaias Ferreira Dos Santos, orientado pelo Prof. Msc. Rodrigo Silva Colares.

Aprovado em __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador MSc. Rodrigo Silva Colares
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Professor 2
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Professor 3
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução | 5 |
| 1.1. Objetivos Gerais | 6 |
| 1.2. Objetivos Específicos | 6 |
| 2. Revisão da Literatura | 7 |
| 2.1. Vigas de concreto armado | 7 |
| 2.2. Tipos de vigas..... | 8 |
| 2.2.1. Armadura simples..... | 8 |
| 2.2.2. Armadura dupla..... | 8 |
| 2.3. Estimativa da altura da viga..... | 8 |
| 2.4. Área de aço..... | 9 |
| 2.4.1. Armadura longitudinal mínima e máxima | 9 |
| 3. Metodologia | 10 |
| 3.1. Projeto Arquitetônico | 10 |
| 3.2. Concepção estrutural das vigas..... | 11 |
| 4. Resultado e Discussão | 13 |
| 5. Considerações Finais | 17 |
| 6. Referências | 18 |

RESUMO

O pré-dimensionamento de elementos estruturais fundamenta-se em determinado ponto de partida para se chegar as dimensões finais desejadas. Para Engenheiros e Arquitetos, esse passo tem relevância na etapa de projeto, uma vez que através do mesmo é possível obter sessões mais eficientes para os elementos da estrutura.

O projetista utiliza desse ponto para ter uma visão concreta e realista da concepção arquitetônica. Partindo desse pressuposto, o Engenheiro Civil elabora o projeto estrutural, uma vez que através dos cálculos estruturais se chega as sessões finais de projeto. Na maioria das vezes, o pré-dimensionamento é realizado a partir da experiência do Engenheiro responsável.

Baseado no estudo da eficiência das estruturas, esse trabalho tem como ponto principal trazer uma análise do comportamento das vigas de concreto armado como elemento estrutural, ao ser alterada a sua seção transversal, enfatizando as mudanças nas armaduras das mesmas quando a peça é submetida a redução de sua altura, que por consequência tem sua inércia reduzida.

Para o dimensionamento estrutural das vigas, utilizou-se o software TQS, versão 21.7, obtendo as armaduras das vigas para análise.

A partir dos dados obtidos, averiguou-se que as vigas apresentaram pouca ou quase nenhuma alteração em suas armaduras ao terem sua seção reduzida. Conclui-se por tanto que dimensionar a altura das vigas seguindo um valor inferior aos 10% do vão, apesar de reduzir sua inércia, pouco influência na disposição das armaduras, e isso se mostra vantajoso, uma vez que se chega a dimensões mais eficientes e produz economia em outros sentidos.

Palavras-chave: pré-dimensionamento - vigas de concreto armado - estruturas de concreto armado – armaduras - inércia

ABSTRACT

The pre-dimensioning of structural elements is based on a certain starting point to reach the desired final dimensions. For Engineers and Architects, this step is relevant at the design stage, since it allows for more efficient sessions for the structure elements.

The designer uses this point to have a concrete and realistic vision of the architectural conception. Based on this assumption, the Civil Engineer prepares the structural design, since through structural calculations the final design sessions are reached. Most of the time, the pre-dimensioning is carried out based on the experience of the responsible Engineer.

Based on the study of the efficiency of structures, the main point of this work is to bring an analysis of the behavior of reinforced concrete beams as a structural element, by changing their transverse section, emphasizing the changes in their reinforcement when the part is subjected to a reduction in its height, which consequently has its inertia reduced.

For the structural design of the beams, the software TQS, version 21.7 was used, obtaining the reinforcement of the beams for analysis.

From the data obtained, it was found that the beams showed little or no change in their reinforcements when their session was reduced. Therefore, it is concluded that to design the height of the beams following a value lower than 10% of the span, despite reducing its inertia,

little influence on the arrangement of the reinforcement, and this is advantageous, since it reaches more efficient dimensions and produces savings in other directions.

Keywords: pre-dimensioning - reinforced concrete beams - reinforced concrete structures - reinforcement - inertia

1. INTRODUÇÃO

Uma estrutura de concreto armado (lajes, vigas, pilares, Etc.), segundo Botelho e Marchetti (2013), é uma união sólida de concreto com um material que resistente bem aos esforços de tração, que na grande maioria das vezes é o aço. Esses elementos dispostos em conjunto entre si formam um sistema estrutural, onde ocorre a transferência de ações através dos mesmos.

As cargas exercidas nas lajes são descarregadas nas vigas, que por sua vez descarregam nos pilares, e por fim na fundação que descarrega todas essas cargas para ao solo, criando se assim um sistema de transferência de esforços, gerando estabilidade na estrutura.

Esses elementos estruturais são dimensionados de tal forma a resistir a todos as cargas e esforços gerados pela estrutura em si. Suas dimensões mínimas são preconizadas por normas técnicas, que para essas estruturas citadas, se apresenta a ABNT NBR 6118:(2014) PROJETOS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO, afim de garantir a segurança e a eficiência do sistema estrutural.

Para o detalhamento de tais, parte se de uma estimativa afim de se chegar as dimensões necessárias para sua finalidade. Esse artigo traz em seu corpo, em especial, o pré-dimensionamento da seção transversal de vigas de concreto armado, enfatizando como ponto principal a discursão sobre o cálculo de sua altura.

Segundo a NBR 6118, 14.4.1.1 (2014) vigas são “elementos lineares em que a flexão é preponderante. ” Também segundo a referida norma “elementos lineares apresentam o comprimento longitudinal superior em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, também intitulado “barra”.

As vigas de concreto são elementos tridimensionais, possuindo assim comprimento, largura e altura. O comprimento depende do vão da arquitetura, enquanto a largura das vigas, segundo a

NBR 6118:(2014) não pode ser inferior a 12 cm e das vigas-parede não pode ser inferior a 15 cm. Já se tratando da altura da viga, esse artigo aborda uma discussão em relação ao seu pré-dimensionamento, que por critério adota-se o valor de 10% do vão, como é apresentado em algumas biografias e trabalhos acadêmicos de estruturas de concreto armado, caso da dissertação de Mestrado “Pré-dimensionamento de estruturas de madeira, de aço e de concreto para auxílio à concepção de projetos arquitetônicos” Paula Rodrigues de Melo (2013).

A partir desse pressuposto, será analisado a temática do pré-dimensionamento da altura das vigas de concreto, averiguando se existe a possibilidade de se utilizar um valor inferior aos 10% de sua altura, até se chegar a um dimensionamento final.

1.1 OBJETIVOS GERAIS

Através de um estudo técnico, demonstrar a possibilidade de se efetuar um pré-dimensionamento da seção transversal de vigas de concreto armado mais eficiente, pautando como ponto principal a dimensão ideal da altura das mesmas, afim de chegar a um dimensionamento que possibilite taxas de armaduras compatíveis com o porte das vigas, evitando superarmá-las.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar projeto arquitetônico de um edifício residencial com um pavimento, utilizando o software REVIT versão 2018;
- Dimensionar o projeto através do software TQS versão 21.7, para obter as armaduras das vigas para análise estrutural;
- Verificar o dimensionamento das armaduras das vigas com vãos variando a altura das mesmas;
- Analisar os resultados obtidos, ressaltando se a taxa de armadura pré-disposta nas vigas em cada vão e cada altura solicitada, apresenta discrepância significativa para a segurança estrutural;

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 VIGAS DE CONCRETO ARMADO

As vigas de concreto armado são elementos estruturais que compõem um sistema estrutural.

“Denomina-se estrutura o conjunto das partes consideradas resistentes de uma edificação”, (CLÍMACO 2008, p.62). Entre os elementos estruturais, segundo Porto e Fernandes (2015), têm-se: as lajes, as vigas e os pilares, sendo as vigas dimensionadas para suportar esforços como momentos fletores, cortantes e momentos devido à torção.

Assim como as lajes, seu comportamento é fundamentalmente controlado pelo momento fletor e pela força normal, e elas são responsáveis somente pelas cargas advindas do respectivo pavimento, e descarregam as mesmas para os pilares. Quando posicionadas entre dois pilares, para fins de cálculos, se apresentam como vigas bi apoiadas, e contínuas quando apoiadas em três ou mais pilares, ficando acima das alvenarias que na maioria das vezes, possuem a mesma largura da parede, assim, ficam escondidas quando a construção é finalizada.

A rigidez da viga está ligada diretamente a inércia da seção transversal, “largura x altura” uma vez que aumentada a altura da peça, há um ganho considerável de resistência, mais até do que se alterar a largura da mesma. Quanto mais alta, maior a tendência a resistir a esforços maiores, quando devidamente dimensionada, entretanto, segundo Botelho e Marchetti (2015) é necessário limitar a altura da viga em no máximo $1/5$ do vão, uma vez que se a mesma apresentar uma altura elevada não pode ser dimensionada como viga, precisando assim utilizar outras teorias mais complexas.

O pré-dimensionamento da seção transversal da viga é parte fundamental para a execução da mesma, evidentemente é necessário que depois sejam realizados os cálculos estruturais com todo o cuidado e a exatidão exigidos pelas normas técnicas, mas, pelo menos, com o pré-dimensionamento, se tem um ponto de partida para que o projeto seja efetivado.

2.2 TIPOS DE VIGAS

2.2.1 ARMADURA SIMPLES

Segundo Carvalho (2016), a viga estará solicitada à flexão normal simples, quando atuar sobre ela apenas o esforço de flexão, cujo plano contenha um dos eixos principais de inércia da seção transversal. A ocasião desse tipo de solicitação numa viga de concreto acarreta na existência de uma região tracionada e outra região comprimida, o que equivale a afirmar que a linha neutra cortará a seção transversal. Portanto, as peças de concreto submetidas à flexão simples, estarão trabalhando nos domínios de deformações 2, 3 ou 4. Nesse contexto, compreende - se as vigas com armadura simples, ou vigas simplesmente armadas, como sendo aquelas em que as barras de aço são colocadas somente no banzo tracionado, sendo que na região comprimida fica a carga exclusivamente do concreto, equilibrar as resultantes de compressão.

2.2.2 ARMADURA DUPLA

“ Podem ocorrer situações em que, por imposições de projeto, arquitetônicas etc., seja necessário utilizar para a viga uma altura menor que a altura mínima exigida pelo momento fletor atuante de cálculo M_d ”, (Carvalho 2016, p.144).

Quando houver a necessidade de se dimensionar uma viga duplamente armada, a peça possuirá armadura no banzo tracionado para combater os esforços de tração e também no banzo comprimido, auxiliando o concreto na resistência dos esforços de compressão.

2.3 ESTIMATIVA DA ALTURA DA VIGA

A NBR 6118:(2014) não aborda diretamente qual a altura estimada para o cálculo de uma viga de concreto armado, porém se parte do pressuposto de um valor mínimo de 25 cm para cálculo.

Grande parte dos profissionais da construção civil, por experiência, adotam o critério da altura da viga baseado num valor relativo a 10% do vão, o que a muito tem se mostrado satisfatório para sua dimensão final, e muito favorável quanto às deformações (flechas). Para Botelho e Marchetti (2015) o pré-dimensionamento da altura de vigas pode seguir a ordem de 1/10 do vão para vigas bi apoiadas, 1/12 do vão para vigas contínuas e 1/5 do vão para vigas em balanço.

Entretanto, se utilizar valores maiores do que estes, a peça se torna "superarmada", antieconômica e com perigo de rompimento brusco do concreto sem aviso prévio, mas ainda assim com folga de esforços no aço.

Deve - se ter sempre peças "subarmadas" e nunca "superarmadas", discorrem desse fato Botelho e Marchetti (2013), ressaltando a preferência da folga no concreto, dando avisos antecipados através de fissuras excessivas, enquanto o aço ainda se encontra no seu limite de escoamento. Em resumo, as vigas devem ser dimensionadas e verificadas quanto aos esforços de flexão, cisalhamento, deformação e fissuração.

Nas etapas anteriores ao projeto executivo, acredita - se que seja adequado adotar referenciais conservadores em função da aferição dos custos a partir deles e da garantia de dimensões mínimas para fins de modulação ou esquadrias. Hoje em dia, otimizar custos é fundamental.

Um projeto estrutural mal elaborado pode aumentar os gastos finais de uma obra em um percentual considerável.

Acerca disso, utilizar os 10% do vão para a altura da viga é um bom referencial inicial, visto que isso apresenta certas vantagens. Quando uma viga é muito baixa, por vezes é necessário fazer a compensação da inércia pela largura e contar com a área do aço para resistir a esforços de compressão. O risco de deformação é maior e a fluência é mais expressiva. Pode se apresentar mais interessante manter a geometria e fazer a economia com os materiais. É uma boa estimativa inicial, porém, depois é necessário fazer uma análise da armadura. Caso esta estiver folgada pode-se abaixar a altura, se estiver exagerada pode-se aumentar. Há também fatores a se considerar, como o "pé-direito x altura das janelas", estética e vários outros fatores para que simplesmente possa fazer tal afirmação.

2.4 ÁREA DE AÇO

A NBR 6118:(2014) determina prescrições a serem obedecidas durante as etapas de dimensionamento e detalhamentos de vigas, com o intuito de considerar diversos fatores que possuem influência direta nestas etapas de projeto e execução.

2.4.1 ARMADURA LONGITUDINAL MÍNIMA E MÁXIMA

No item 17.3.5 a NBR 6118:(2014) estabelece como princípios básicos:

"A ruptura frágil das seções transversais, quando da formação da primeira fissura, deve ser evitada considerando-se, para o cálculo das armaduras, um momento mínimo dado pelo valor correspondente ao que produziria a ruptura da seção de concreto simples, supondo que a resistência à tração do concreto seja dada por **fctk, sup**, devendo também obedecer às condições relativas ao controle da abertura de fissuras dadas em 17.3.3.

A armadura mínima de tração de uma viga, ou em qualquer outro elemento estrutural de concreto armado ou protendido, dever ser determinada dimensionando – se a seção para um momento fletor mínimo dado pela expressão seguinte, respeitando sempre uma taxa mínima absoluta de 0,15% (item 17.3.5.2.1 da norma):

$$M_{dmin} = 0,8 \times W_0 \times F_{ctk,sup} \quad \text{Eq:(1)}$$

(CARVALHO, pg.175, 2016)

De forma resumida, a armadura mínima é inserida para evitar rupturas frágeis e absorver pequenos esforços não considerados no cálculo.

Segundo a ABNT NBR 6118:2014 a soma das armaduras de tração e compressão ($A_s + A_s'$) não deve ter valor maior que 4% da área de concreto da seção (A_c), calculada em região fora da zona de emenda. (Item 17.3.5.2.4 da norma).

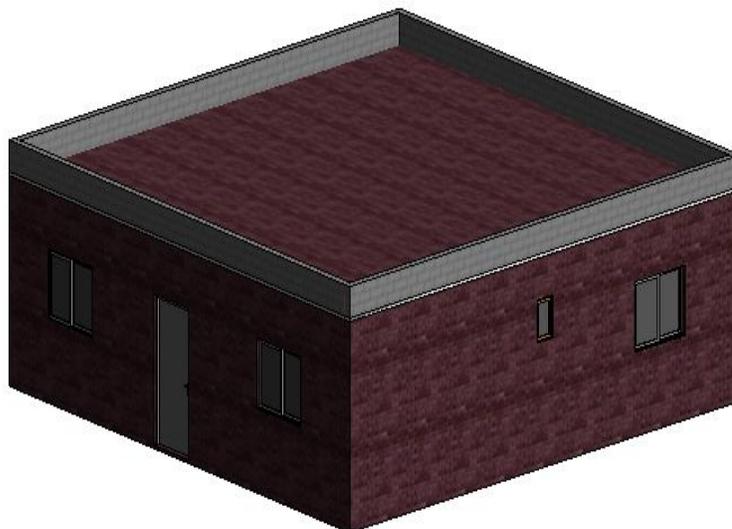
CLÍMACO (2008) afirma a necessidade de se impor valores máximos para as armaduras, no intuito de assegurar o campo de validade dos ensaios que deram origem às prescrições de funcionamento do conjunto aço-concreto e garantir a ductilidade da estrutura afim de evitar altas concentrações de armadura, que podem comprometer o bom adensamento e a compactação do concreto.

3 METODOLOGIA

3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

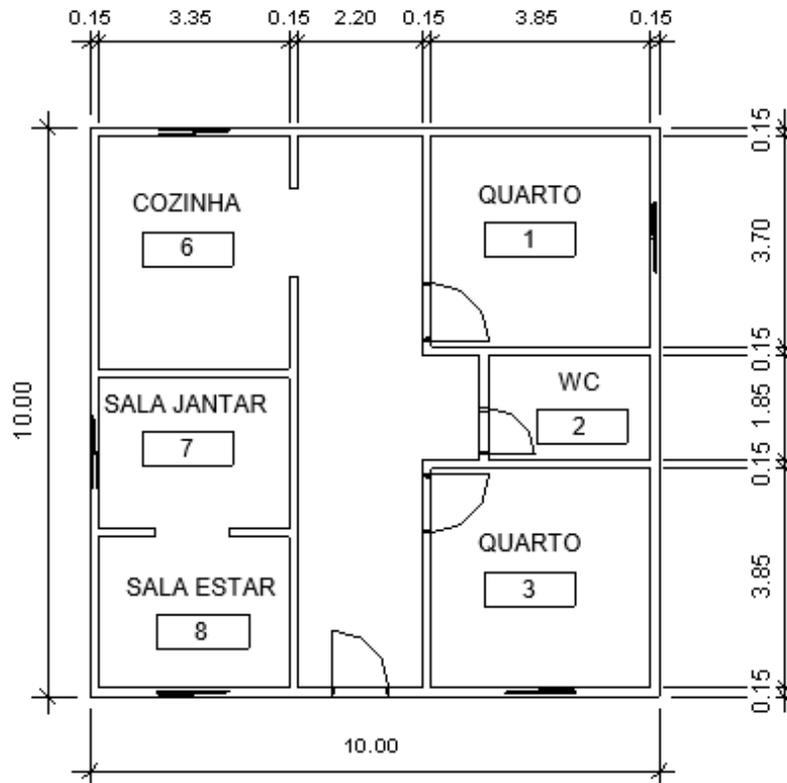
Para uma melhor compreensão da disposição das vigas e seus respectivos vãos, foi elaborado um projeto arquitetônico 3D e 2D de um edifício residencial com um pavimento, através do software REVIT versão 2018, com uma área de 100 m², conforme mostra as Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Representação 3D Projeto Arquitetônico



Fonte: Autoria própria.

Figura 2 – Projeto Arquitetônico Base



Fonte: Autoria própria.

Com o intuito de uma análise clara e objetiva, optou – se pela utilização de um projeto arquitetônico básico, que não apresentasse grandes dificuldades para alocação dos elementos estruturais, sobretudo para a disposição das vigas.

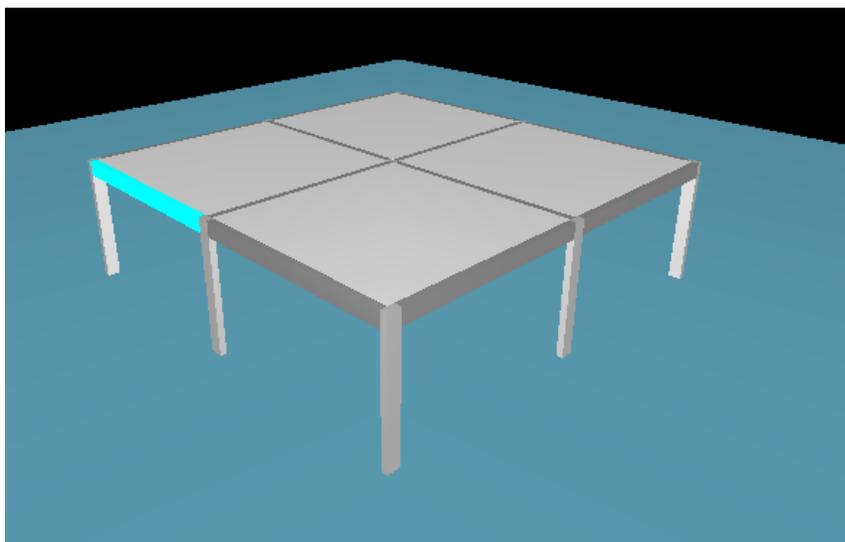
3.2 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DAS VIGAS

Na análise, verificação e pré-dimensionamento das vigas foi utilizado o software de projeto estrutural em concreto armado TQS, versão 21.7, disponível na versão estudante.

Foram analisadas as vigas de periferia, que são as vigas que fazem o contorno da estrutura, trabalhando em conjunto com os demais elementos estruturais, feito um pórtico espacial (FIGURA 3), submetidas as cargas uniformemente distribuídas (Q), oriundas de uma alvenaria de

tijolo vazado de 50 cm de altura sobre as mesmas, e uma parcela de um carregamento distribuído de uma laje maciça de 10 cm de altura com carregamento APART7; 0.15/0.15 tf/m²: APARTAMENTO COM ENCHIMENTO DE 7cm.

Figura 3 – Esboço estrutural. Viga de periferia em análise disposta na extremidade destacada em azul, representando as demais vigas de periferia.



Fonte: Autoria própria.

Foi lançado o pórtico espacial como representado na Figura 3 no software, definindo - se os critérios de cálculo a serem utilizados nos pré-dimensionamentos. As larguras das vigas foram fixadas em 15 cm, desta forma variou-se apenas a altura e o vão das mesmas.

Os vãos considerados no dimensionamento foram de 5 m, 4 m, 3 m, e 2m (Vãos livres). As cargas dispostas nas vigas de periferia foram resultantes de uma alvenaria de tijolo vazado de 50 cm de altura e uma parcela do carregamento oriundo de uma laje maciça de 10 cm de altura, ambas distribuídas uniformemente nas vigas analisadas.

As alturas foram variando no percentual de 10%, 9%, 8% e 7% do vão efetivo. A partir disso, foram feitas verificações quanto ao dimensionamento de cada viga de periferia, até obter-se os resultados finais quanto à disposição das armaduras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No intuito de possibilitar uma análise direta da disposição das armaduras nas vigas para os respectivos vãos e alturas, foram elaboradas tabelas para uma melhor compreensão.

As Tabelas 1,2,3 e 4 apresentam o detalhamento das armaduras para cada seção das vigas.

TABELA 1- Tabela referente à disposição das armaduras

| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
|---|--------------|-------------|----------|-------|
| V1 | 15 | 50 | 500 | 10 |
| Armadura Positiva - 3 N1 ϕ 10 Armadura Negativa - 3 N2 ϕ 10 Armadura Transversal – 43 N3 ϕ 5 c/22 C=121 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 45 | 500 | 9 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 10 Armadura Negativa - 3 N2 ϕ 10 Armadura Transversal – 28 N3 ϕ 5 c/22 C=111 e 14 N4 ϕ 6.3 c/25 C=112 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 40 | 500 | 8 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 10 Armadura Negativa - 4 N2 ϕ 10 Armadura Transversal – 43 N3 ϕ 5 c/22 C=101 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 35 | 500 | 7 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 10 Armadura Negativa - 4 N2 ϕ 10 Armadura Transversal – 52 N3 ϕ 5 c/18 C=91 | | | | |

Fonte: Autoria própria.

Na tabela 1, ao se reduzir a altura da viga nas respectivas porcentagens de 10,9,8 e 7% do vão, há uma redução na armadura positiva e um aumento na armadura negativa, e por consequência há uma mudança na disposição da armadura transversal.

TABELA 2- Tabela referente à disposição das armaduras

| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
|--|--------------|-------------|----------|-------|
| V1 | 15 | 40 | 400 | 10 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 10 Armadura Negativa - 3 N2 ϕ 10 Armadura Transversal – 34 N3 ϕ 5 c/22 C=101 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 36 | 400 | 9 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 10 Armadura Negativa - 3 N2 ϕ 10 Armadura Transversal – 42 N3 ϕ 5 c/18 C=93 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 32 | 400 | 8 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 10 Armadura Negativa - 3 N2 ϕ 10 Armadura Transversal – 50 N3 ϕ 5 c/15 C=85 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 28 | 400 | 7 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 10 Armadura Negativa - 3 N2 ϕ 10 Armadura Transversal – 62 N3 ϕ 5 c/12 C=77 | | | | |

Fonte: Aatoria própria.

Na tabela 2 não há alterações nas armaduras positivas e negativas, entretanto há um aumento da armadura transversal.

TABELA 3- Tabela referente à disposição das armaduras

| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
|--|--------------|-------------|----------|-------|
| V1 | 15 | 30 | 300 | 10 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 8 Armadura Negativa - 2 N2 ϕ 10 Armadura Transversal – 36 N3 ϕ 5 c/15 C=81 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 27 | 300 | 9 |

| | | | | |
|---|--------------|-------------|----------|-------|
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 8 | | | | |
| Armadura Negativa - 2 N2 ϕ 10 | | | | |
| Armadura Transversal – 44 N3 ϕ 5 c/12 C=75 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 24 | 300 | 8 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 8 | | | | |
| Armadura Negativa - 2 N2 ϕ 10 | | | | |
| Armadura Transversal – 44 N3 ϕ 5 c/12 C=69 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 21 | 300 | 7 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 8 | | | | |
| Armadura Negativa - 2 N2 ϕ 10 | | | | |
| Armadura Transversal – 54 N3 ϕ 5 c/10 C=63 | | | | |

Fonte: Autoria própria.

Na tabela 3 não há mudança nas armaduras positivas e negativas, somente alteração na armadura transversal.

TABELA 4- Tabela referente à disposição das armaduras

| | | | | |
|---|--------------|-------------|----------|-------|
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 20 | 200 | 10 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 8 | | | | |
| Armadura Negativa - 2 N2 ϕ 8 | | | | |
| Armadura Transversal – 34 N3 ϕ 5 c/10 C=61 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 18 | 200 | 9 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 8 | | | | |
| Armadura Negativa - 2 N2 ϕ 8 | | | | |
| Armadura Transversal – 42 N3 ϕ 5 c/8 C=57 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 16 | 200 | 8 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 8 | | | | |
| Armadura Negativa - 2 N2 ϕ 8 | | | | |
| Armadura Transversal – 48 N3 ϕ 5 c/7 C=53 | | | | |
| VIGA | LARGURA (cm) | ALTURA (cm) | VÃO (cm) | % VÃO |
| V1 | 15 | 14 | 200 | 7 |
| Armadura Positiva - 2 N1 ϕ 8 | | | | |
| Armadura Negativa - 2 N2 ϕ 8 | | | | |
| Armadura Transversal – 55 N3 ϕ 5 c/6 C=49 | | | | |

Fonte: Autoria própria.

Na tabela 4, assim como referido na tabela 3, não há mudança nas armaduras positivas e negativas, somente alteração na armadura transversal, devido a mudança da seção da peça.

Após a análise das tabelas, depreende – se mudanças diretas nas armaduras positivas e negativas das vigas após alteração de sua respectiva seção. Há também uma mudança considerável na disposição da armadura transversal.

É importante ressaltar que a ideia principal desse estudo de caso é analisar as alterações nas armaduras das vigas ao se reduzir a sua altura, no intuito de demonstrar a possibilidade de se efetuar um pré-dimensionamento mais eficiente. Nesse sentido, alguns pontos foram desconsiderados, como por exemplo, utilizar uma altura múltipla de 5, o que facilita a confecção das peças. Outro ponto não levado em consideração é a altura mínima recomendada de 25 cm, que no caso das tabelas 3 e 4 houveram alturas inferiores a dimensão citada anteriormente. A finalidade de todo o levantamento é trazer uma análise técnica do comportamento da viga ao ter sua seção transversal alterada, no caso reduzida.

O ponto principal a ser notado é que, ao se reduzir a seção transversal da viga, automaticamente é reduzida sua rigidez e ao passo que a seção de concreto é reduzida também, o software dimensiona uma área de aço para compensar a perda da inércia da peça. Isso leva a conclusão que quanto menor a altura da viga, mais suscetível ela fica a flexão, que é o esforço preponderante nesse tipo de elemento, como ressalta a NBR 6118 (2014) no item 14.4.1.1.

A inércia da peça está diretamente ligada à sua altura, ao ponto que reduzindo a altura da viga, também é reduzida a sua inércia, desfavorecendo o elemento ao ser exposto aos esforços de flexão.

Seguindo essa linha de raciocínio, conclui – se que é possível se efetuar um pré-dimensionamento da altura das vigas utilizando um critério inferior aos 10% do vão, como ressalta bibliografias apresentadas nesse artigo e com base nos resultados da disposição das armaduras, deve - se alterar o pré-dimensionamento das mesmas para valores inferiores, uma vez que não há alteração significativa, ao passo que atribui uma maior eficiência no dimensionamento e por fim uma economia de material, tempo e mão de obra ao se projetar tais elementos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pré-dimensionamento de um elemento estrutural é o primeiro passo para se chegar a dimensões desejadas, uma vez que a geometria da peça será concebida através desse passo.

Mediante aos dados apresentados é possível compreender as mudanças ocorridas no detalhamento final das vigas. Ao ser reduzida a seção de concreto, um equivalente de aço é dimensionado para sanar essa diferença de inercia gerada pela redução da área do concreto, entretanto não há uma discrepância evidente de um dimensionamento de 10% para 7% do vão da viga para sua altura, que foram os valores oscilantes apresentados no estudo em questão.

É importante ressaltar que o profissional deve estar atento as recomendações mínimas e máximas da norma vigente, no caso a NBR 6118 (2014) para efetuar os cálculos dos elementos estruturais, seguindo também o seu senso comum, afim de chegar a um resultado ideal para a estrutura. Não é coerente apenas aceitar o resultado emitido pelo software, uma vez que o profissional deve ter a destreza de analisar friamente as armaduras geradas para uma melhor concepção estrutural.

Salienta -se que este exposto foi concebido com base no projeto apresentado em questão, expondo que essas ponderações não devem ser ampliadas para todo tipo de viga e que é essencial analisar cada situação, concedendo desse modo que outras pesquisas sejam efetuadas e/ou estendidas.

6. REFERÊNCIAS

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

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues de. Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado– segundo a NBR 6118 2014. São Paulo: EdUfscar, 2016.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. Concreto armado, eu te amo. 4.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2006. v.1.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. Concreto armado, eu te amo. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2015. v.2.

MELO, PAULA RODRIGUES DE; UBERLANDIA, abril de 2013. Pré-dimensionamento de estruturas de madeira, de aço e de concreto para auxílio à concepção de projetos arquitetônicos.

CLÍMACO, João Carlos Teatini de Souza. Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação. UnB 2ª edição revisada, Brasília, 2008

LIVRO CURSO BÁSICO DE CONCRETO ARMADO CONFORME NBR 6118/2014, Thiago Bomjardim Porto, Danielle Stefane Gualberto Fernandes, São Paulo, Oficina de Textos, 2015