

# DIMENSIONAMENTO DE VERGA E CONTRAVERGA

**SANTOS, Leandro Freitas<sup>1</sup>**

Faculdades Integradas Maria Imaculada-FIMI

[leandro.f.santos@outlook.com](mailto:leandro.f.santos@outlook.com)

**TRENTIN, Wando Roberto<sup>2</sup>**

Faculdades Integradas Maria Imaculada-FIMI

[engwrt@hotmail.com](mailto:engwrt@hotmail.com)

## RESUMO

É comum encontrar nas elevações da alvenaria as chamadas interrupções, que são em síntese, as aberturas para execução das instalações de portas e janelas, que causam grande interferência no processo de execução. Essas aberturas, em determinadas situações, influenciam no fluxo de tensões, contribuindo para grande concentração nos cantos e diante disso, percebe-se a necessidade de um componente construtivo para evitar fissuras. Os componentes verga e contraverga, geralmente não são calculados e têm como função a distribuição das cargas de maneira uniforme sobre as aberturas, evitando o surgimento de fissuras. Existem inúmeras proporções de dimensionamento e métodos para construção, sendo comum considerar como uma viga bi apoiada. Para construção de verga e contraverga existe uma diferença entre os apoios (comprimento): a carga atuante no elemento verga, obtém uma absorção de tensão por uma área triangular e já a contraverga obtém uma carga da reação da verga. Estes componentes podem ser padronizados para comercialização em vãos habituais, proporcionando ótima qualidade e eficiência na distribuição das cargas. Nesse contexto, o trabalho proporcionou uma análise a verga e contraverga em seus aspectos mecânicos, além de suas dimensões e geometria, contribuindo assim para um melhor entendimento sobre as reações de sua carga. Com os resultados obtidos é possível a padronização da construção de vergas e contravergas com a finalidade de torná-los elementos comerciais.

**Palavras-chave:** Verga e Contraverga. Patologia. Dimensionamento.

---

<sup>1</sup> Bacharel em Engenharia Civil - FIMI

<sup>2</sup> Possui graduação em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (2000). Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana na Pontifícia Universidade Católica de Campinas. MBA em Gestão de Negócios Imobiliários e da Construção Civil, módulo Nacional e Internacional pela FGV - Fundação Getúlio Vargas. Especialização em Projetos de Estruturas de Concreto pela Unicamp. Especialização em Projetos de Estruturas Metálicas pela Unicamp.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Borges (2009, p.78), em vão de portas e janelas devem ser construídas vergas, assim evitando que a carga da alvenaria superior do vão caia sobre as esquadrias deformando-as, sua função é distribuir a carga superior uniformemente para alvenaria inferior, revelando a distribuição pelo canto da verga superior e distribuindo para verga inferior, deste modo, evitando possíveis fissuras que afetariam o revestimento.

Ressalta Borges (2009, p.79), para um vão maior que 2,40 metros, as vergas devem ser calculadas como viga, abaixo desta medida existem formas mais práticas e rápidas para cálculo. Em um detalhamento de vão de 1,00 metro, sendo a armadura formada por duas barras de ferro 6,3mm, colocada sobre o assentamento de duas fiadas, argamassa de cimento e areia com traço de 1:3, já para o vão de 1,00m até 2,40 m, em parede de meio tijolo a verga será executada em forma e depois aplicada pronta sobre o vão; na construção de verga pré-moldada, com área de 0,10x0,07 m na forma será utilizada tabuas de 1x12 cm e dois pontaletes 3x3 cm; para parede de um tijolo pode-se usar tabua na parte inferior e tijolos na lateral, as vergas devem exceder no mínimo 30 cm de cada lado para seu apoio.

Lordsleem Júnior (2001, p.69), define a abertura na alvenaria, que geralmente são portas e janelas, de modo que para evitar que cargas que se concentram no vértice do vão não resulte em fissuras de 45°, é necessário que mesmo receba um reforço. Estes reforços são chamados de verga e contra verga. As contra vergas devem ser executadas a partir de um vão maior que 0,50m, já as vergas são construídas na parte superior do vão de janelas e portas, a fim de uniformizar carregamentos.

Segundo Lordsleem Júnior (2001, p.73), um vão que atinja a viga ou a laje, a verga não se faz necessária, desse modo contribuindo com a racionalização do processo de produção. Para os vãos inferiores a 2,4 m utiliza-se o mesmo método de construção para verga e contraverga. A construção da verga necessita de um escoramento para sua moldagem, em caso de vão superior a 2,4 m a verga será pré-dimensionada como viga em blocos de concreto celular autoclavados e sua execução deve ser realizada no local, por blocos canaleta ou de pré-fabricação com concreto celular, moldadas com formas metálicas ou de madeira.

De Thomaz *et al.* (2009), contraverga é um reforço a cisalhamento e a tração, componente da alvenaria, com intenção de absorver as tensões, localizada na parte inferior do vão, exemplo janelas.

Propõe Thomaz, Helene (2009), que a verga é um reforço a cisalhamento e tração nos vãos de portas e janelas, que distribui as tensões, as dimensões dos vãos são determinadas de acordo com objetivo sobre seu uso.

Segundo a Sinapi (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017), a verga e contraverga são construídas para evitar fissuras entre os vãos de janelas e portas, assim distribuindo as tensões que chegam ao extremo do vão. Existem diversas composições de vergas e contravergas sendo elas: verga pré-moldada para janela e porta; verga moldada in loco de concreto, para janelas e portas; vergas moldadas in loco, com auxílio de bloco tipo canaleta para portas e janelas; contraverga pré-moldada; contraverga pré-moldada in loco de concreto; contraverga moldada in loco, com utilização de blocos canaleta.

A NBR 10837(ABNT, 1989), define aberturas de até 1,2 m, como elemento construído sobre o vão denominado como verga, transmitindo cargas verticais para paredes adjacentes ao vão, para cálculo da verga emprega-se o carregamento, sendo ele o peso da parede compreendida no triângulo isósceles definido sobre vão da abertura, a carga só é considerada dentro do triângulo para cálculo.

Afirma Mamede (2001), vergas e contravergas absorvem tensões concentradas nos cantos, como mecanismo de flexão, ao ignorar a carga exercida sobre vão ocorre patologias como fissuras. Verga e contraverga tem a finalidade de distribuição das tensões nos cantos e absorção de tração horizontal nessas aberturas, assim as vergas e contravergas necessitam de estudo de dimensionamento e análise comportamental, é essencial que a verga se estenda sobre o vão das portas e janelas para absorção das tensões nos cantos.

Descreve Thomaz *et al.* (2009), para reforçar as vergas, contravergas e cinta de amarração, é necessário uma taxa mínima de armadura na alvenaria de 0,2%, assim evitando o aumento da compressão da parede, garantindo a resistência contra fissuras na alvenaria, que ocorre devido a torção ou flexão da estrutura de apoio. Para evitar as deformações é necessário a construção de vergas e contravergas com seu apoio de 20% da largura do vão, com mínimo de apoio 20 cm, em determinados casos como vãos sucessíveis, as vergas e contravergas são construídas de forma contínua, em caso de paredes altas e grandes vãos, considera-se o cálculo como viga, tais componentes devem ser executados com concreto ou graute e armados com no mínimo dois ferros de 6 mm.

Explica Thomaz *et al.* (2009), que blocos canaleta U, quando de material cerâmico em paredes transversais é utilizado para a construção de vergas, contravergas e cintas de amarração, na construção da verga e contraverga utilizando bloco canaleta, sempre antes do

concreto ou graute é necessário limpar a superfície e umedecer os blocos canaletas; vão acima de 0,80 m e largura de 11,5 cm recomenda-se que a construção dos componentes sejam executadas com forma ou pré-moldadas com a espessura do bloco; nos vãos de até 1,0 m a contraverga pode ter uma altura de 7 a 9 cm, com auxílio de blocos seccionáveis, já acima de 1,0 m a contraverga deve ser executada com a altura da fiada.

Afirma Parsekian, Hamid e Drysdale (2013), contraverga é uma estrutura construída sobre vão de aberturas, com objetivo de suportar as tensões concentradas nos cantos, constituída por canaleta armada e grauteada; viga é um elemento construído sobre vão com objetivo de resistir a carregamentos, constituída por canaleta armada e grauteada; cinta ou coxim: elemento contínuo na parede, pode ser ligado a laje, vergas ou contravergas, constituída por canaleta armada e grauteada, seu objetivo é distribuir carregamentos contínuos a parede.

Define Parsekian, Hamid e Drysdale (2013), vergas são elementos de distribuição de cargas, que conduzem o fluxo de tensão para apoio ou parede lateral, há vergas com carga distribuída, com o peso próprio da alvenaria acima e com cargas de laje ou cobertura, existe ainda verga com cargas concentradas de vigas, terças, vigotas ou elementos que se apoiam sobre a mesma. A verga possui somente carga na área abc, formando um triângulo, a área de carregamento que o componente absorve é chamada de quinhão de carga, formada pelo triângulo 45° e 60°, sendo que 45° é adotado pela norma brasileira, qualquer carregamento na parte superior do triângulo é desconsiderado, as cargas concentradas sobre as vergas podem ser consideradas distribuídas, obtendo um ângulo de distribuição da força igual a 60°, a área de DB que é considerada sobre a verga e somada ao quinhão.

Afirma Cassotti (2007) as fissuras obtêm diversas manifestações, no caso da dimensão de painel de alvenaria e dimensão da abertura, resultando em uma deformação nos trechos mais carregados fora da abertura, assim necessitando dos componentes construtivos denominado de verga e contraverga.

Ressalta Masuero *et al.* (2012), componente horizontal superior (verga), tem como objetivo sustentar o vão em função construtiva e finalidade estrutural, fixada no vão superior dos caixilhos, na sua distribuição a verga se prolonga além do vão, enquanto o elemento inferior horizontal (contraverga), absorve as tensões de tração na parte inferior do vão, prologa-se além do vão para melhor absorção das tensões, ambos os elementos (verga e contraverga), possuem duas espigas com função de encaixe nos montantes, estes componentes são de secção oca.

Segundo Nascimento Neto (2003), os cantos das aberturas são regiões de descontinuidade, ocasionando em concentração de tensões de compressão vertical e cisalhamento, o cisalhamento por sua vez, é destacado por ser intenso causando efeito de acoplamento. Em vão de portas o lintel aponta a direção das forças formando um ângulo de  $45^\circ$  na vertical, sendo seu principal esforço cortante, nos vãos de janelas se obtém esforços normais verticais, sendo de tração e compressão, estes esforços são mais concentrados nos cantos inferiores, a tensão vertical é variável com a altura da parede.

Afirma Chaves (2017), vergas e contravergas são elementos construídos de concreto, com auxílio de blocos canaletas, peças pré-moldadas ou montadas in loco, atua na distribuição de cargas sendo elas em aberturas de parede, exemplo em janelas e portas, onde há uma proporção de concentração de tensões. Com o dimensionamento errado pode-se obter uma fissuração de sobre cargas, essas, possuem a característica de surgirem nas quinas das aberturas e são inclinadas, verga e contraverga tem a função de garantir integridade da alvenaria.

Propõe Sampaio (2010), paredes com aberturas para portas e janelas, possuem em seus vãos tensões concentradas, assim sendo comum fissuras no vértice da abertura e no peitoral das janelas, para evitar este tipo de fissura deve-se construir verga e contraverga dimensionada a distribuição de cargas concentradas no vão, normalmente utiliza-se canaletas preenchidas com concreto armado, seu apoio é 30 cm; em painel de abertura para portas e janelas, ocorre o aparecimento de tensões de tração sobre o vão, estas tensões são consideradas altas, comparadas a tensão mínima pela norma 10837 (ABNT,1989), em análise as aberturas de portas sem um reforço obtém 0.30 MPA, e em janelas é ainda maior, obtendo valores de até 0.60 MPA, a norma estipula 0.15 MPA, por este fato ocorre o aparecimento de fissuras e é essencial a construção do reforço.

Relata Mazzucco (2014), em ensaios obtém-se diferentes comportamentos de contravergas quando construídas com áreas de aço distintas, executado com a mesma tensão e separado por grupos, sendo eles; grupo E: contraverga pré-moldada com estribo, na análise a que possui melhor característica estrutural, com maior resistência a ruptura, necessitando um carregamento maior para sua deformação; grupo F: contraverga pré-moldada sem estribo, menor resistência em sua ruptura o que a torna inferior ao grupo E; grupo T, contraverga de bloco cerâmico tipo u sem estribo, em análise se mostra inferior em comparação ao grupo E e F, por possuir a menor resistência de todos os grupos com armadura de 2 barras de 5 mm.

Define Rezende (2012), análise de três tipos de vergas construídas afim de estudar o comportamento mecânico, modelo VL construído por blocos contrafiados e armado com MURFOR® nas duas juntas horizontais; modelo VLT, construído por blocos contrafiados e armado com MURFOR® nas duas juntas horizontais e com estribo nas juntas verticais; modelo VGL, sua característica é muito usual em alvenaria estrutural, construído com bloco u, grauteado, com duas armaduras longitudinais, entre estes modelos a verga VGL é a mais resistente, os três modelos de vergas indicam ruptura por força cortante, sua fissuração nos apoios em diagonal cortando os blocos, define que sua resistência a tração é ultrapassada.

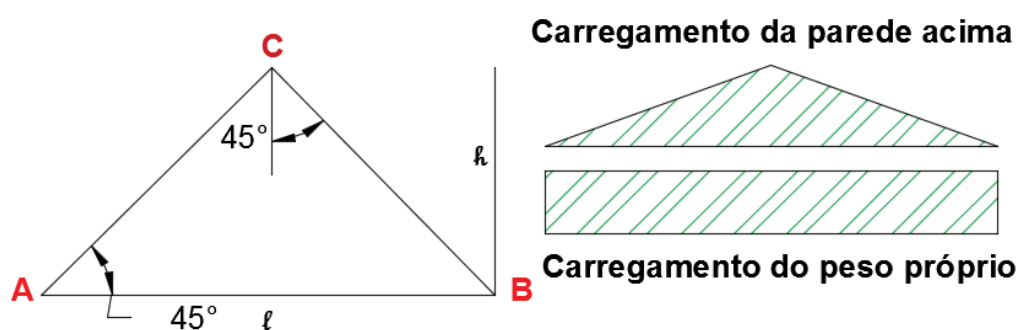
Descreve Thomaz e Helene (2000), verga e contraverga tem a finalidade de absorção de cargas, com transpasse de no mínimo 40 cm para cada lado do vão, em vãos sucessivos as vergas e contravergas são contínuas, para casos em proporção que as alvenarias são altas, os componentes são calculados como vigas e sempre armadas, o mínimo da armação é de 2 barras de 6mm de diâmetro sendo construído com concreto convencional ou micro concreto.

O objetivo do trabalho foi compreender o mecanismo das vergas e contra vergas, e seu modo de dimensionamento; Elaborar uma metodologia para determinação das tensões provocadas; Explorar uma metodologia para dimensionamento das vergas e contra vergas.

## 2 METODOLOGIA

Em construção de alvenaria de vedação e estrutural, nos vãos de janelas e portas existem elementos construtivos chamados de verga e contraverga, a fim de distribuir as cargas. Para cálculo de vergas, a carga considerada é obtida pelo triângulo ABC da figura 1, correspondente ao intervalo de 45° e 60° assim, determinando a área do quinhão e sua carga sobre a verga, tal cálculo é constituído por:

**Figura 1** – cargas atuantes sobre verga e contra verga



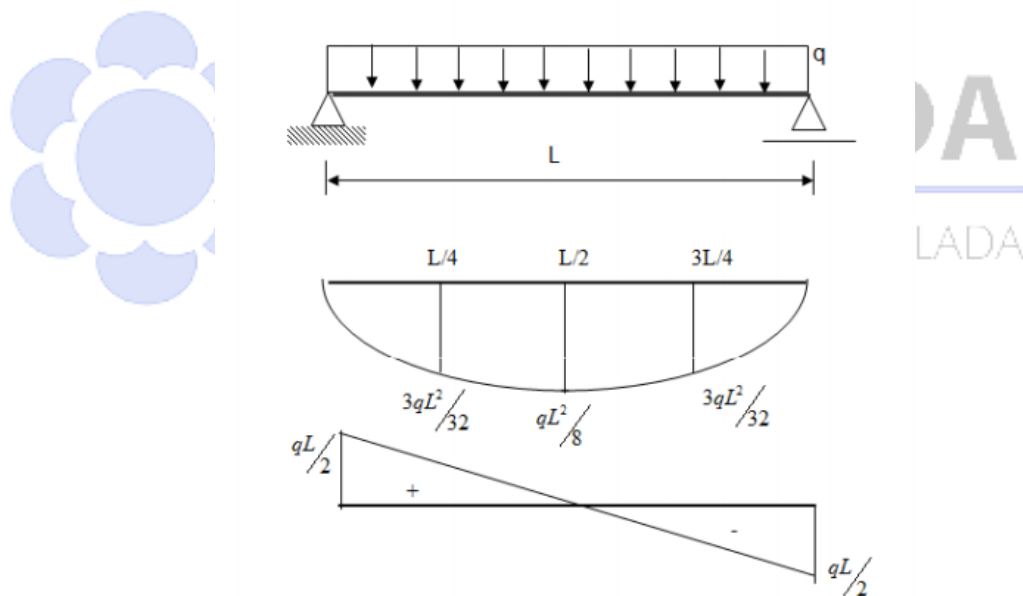
**Fonte:** “Adaptado de” Parsekian, Hamid e Drysdale, 2013, p.348.

- Para o tamanho do apoio temos a expressão  $H/2$ , sendo  $H$  altura da verga e contra verga, assim a metade da altura é acrescentada nas extremidades da verga e contra verga.
- Determinar carga característica para cálculo do peso próprio da verga e contra verga.
- Peso da alvenaria sobre a verga é construída pelo triângulo de  $45^\circ$  com seu valor máximo ao centro da verga;
- O triângulo de  $60^\circ$  é utilizado em uma área sobre a verga, obtendo uma influência de cargas.

Considerando verga e contraverga como um tipo de viga simplesmente bi apoiada e obtendo um sistema isostático (estável), assim propõe as seguintes equações:

- Diagrama de corpo livre (**Figura 2**).

**Figura 2** – Diagrama de corpo livre.



**Fonte:** Autor, 2020.

- Equação de equilíbrio,

$$\sum F_x = 0; \quad (\text{Equação 1})$$

$$\sum F_y = 0; \quad (\text{Equação 2})$$

$$\Sigma M=0, \quad (\text{Equação 3})$$

$$\frac{VA=VB}{P} \quad (\text{Equação 4})$$

- Diagrama de esforços, momento máximo, normal e cortante.

$$M_{\text{máximo}} = \frac{P \times L^2}{8} \quad (\text{Equação 5})$$

- Secção pré-dimensionada da viga;

$$M_d = m k_x 1,4 \quad (\text{Equação 6})$$

- Armadura da verga e contraverga;

$$K_C = \frac{b w \times d^2}{m d} \quad (\text{Equação 7})$$

$$A_S = k_s \times \frac{m d}{d}, \quad (\text{Equação 8})$$

$$a_l = 0,75 \times d \quad (\text{Equação 9})$$

$$B_x = \frac{x}{d} \quad (\text{Equação 10})$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad (\text{Equação 11})$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_f} \quad (\text{Equação 12})$$

- Ancoragem, equações necessárias ancoragem mínima

$$l_b = \frac{\Phi}{4} \times \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \quad (\text{Equação 13})$$

$$f_{bd} = 0,42 \times f_{cd}^{2/3} \quad (\text{Equação 14})$$

$$A_{s,ef} = \text{numero de barra} \times \frac{\pi \times \Phi^2}{4} \quad (\text{Equação 16})$$

$$A_{s,cal} = 0,8 \times A_S \quad (\text{Equação 17})$$

$$l_b \text{ mínimo} = 10 \times \Phi, \text{ ou } 100 \text{ mm} \quad (\text{Equação 18})$$

$$l_b, \text{ necessário} = l_b \times \frac{A_{s,calculado}}{A_{s,efetivo}} \geq l_b, \text{ mínimo} \quad (\text{Equação 19})$$

- Cálculo da armadura transversal (estribos)

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9 \times d \times f_{yd}} \quad (\text{Equação 20})$$

$$v_{sd} = v_s \times \gamma_c \quad (\text{Equação 21})$$

$$V_{rd2} = 0,27 \times \alpha_{v2} \times f_{cd} \times b w \times d \quad (\text{Equação 22})$$

$$V_{co} = 0,6 \times f_{ctd} \times b w \times d \quad (\text{Equação 23})$$

$$V_{sd} = V_{co} + V_{sw} \text{ (Equação 24)}$$

- Verificações da resistência da peça em uma determinada seção transversal e verificação do concreto

$$V_{sd} < V_{rd2} \text{ (Equação 25)}$$

$$V_{sd} < V_{rd3} = V_c + V_{sw} \text{ (Equação 26)}$$

$$\alpha_{v \rightarrow fck=20 \text{ MPa} \rightarrow \alpha_{v=1-}} \frac{20}{250} = 0,92 \text{ (Equação 27)}$$

$$fck = 20 \rightarrow fctd = 1,107 \text{ (Equação 28)}$$

$$f_{ct,m=0.3 \times \sqrt[3]{fck^2}} = \text{MPa} \text{ (Equação 29)}$$

$$A_{sw,mín} = \frac{20 \times f_{ct,m}}{f_{yw}} \times bw = \text{cm}^2/\text{m} \text{ (Equação 30)}$$

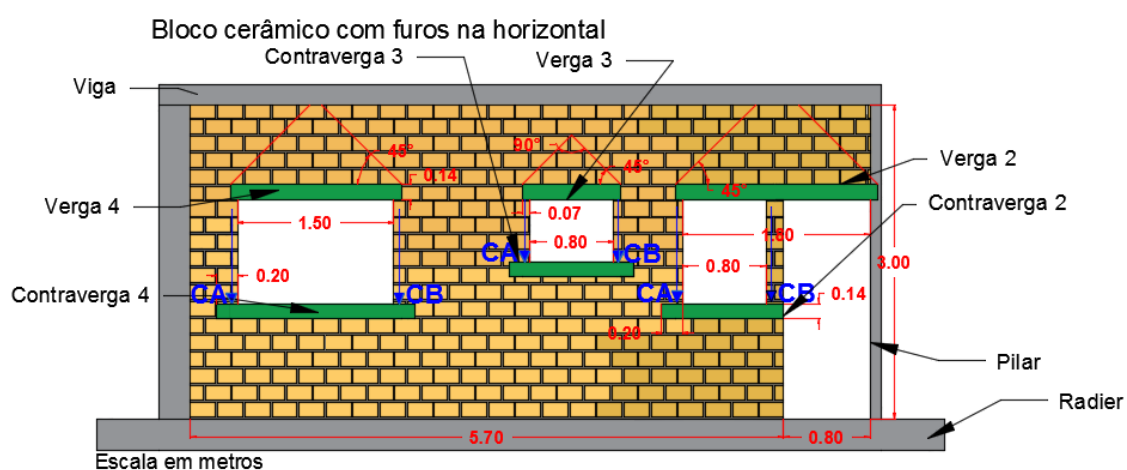
- Para realização dos cálculos de verga e contra-verga utilizar tabela 1, sendo ela as especificações das simbologias das equações propostas.

**Tabela 1-** Especificações das simbologias nas equações.

| Simbologia              | Especificação                                             |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| bw                      | Largura da seção, definição da linha neutra               |
| $\gamma_c = \gamma_f$   | Coefficiente de majoração dos esforços solicitantes (1,4) |
| $\gamma_s$              | Coefficiente de majoração da resistência do aço (1,15)    |
| fck                     | Resistência do concreto                                   |
| fyk                     | Valor característico da resistência de escoamento         |
| fcd                     | Resistência de cálculo do concreto                        |
| mk                      | Momento máximo                                            |
| lb                      | Comprimento de ancoragem básico                           |
| AS <sub>calculado</sub> | Área da armadura calculada                                |
| AS <sub>efetiva</sub>   | Área da armadura efetiva                                  |
| V <sub>sd</sub>         | Força cortante de cálculo na seção                        |
| V <sub>rd2</sub>        | Força cortante resistente ao cálculo, relativo a ruínas   |
| V <sub>c</sub>          | Parcela da força cortante absorvida                       |
| V <sub>sw</sub>         | Parcela absorvida pela armadura transversal               |

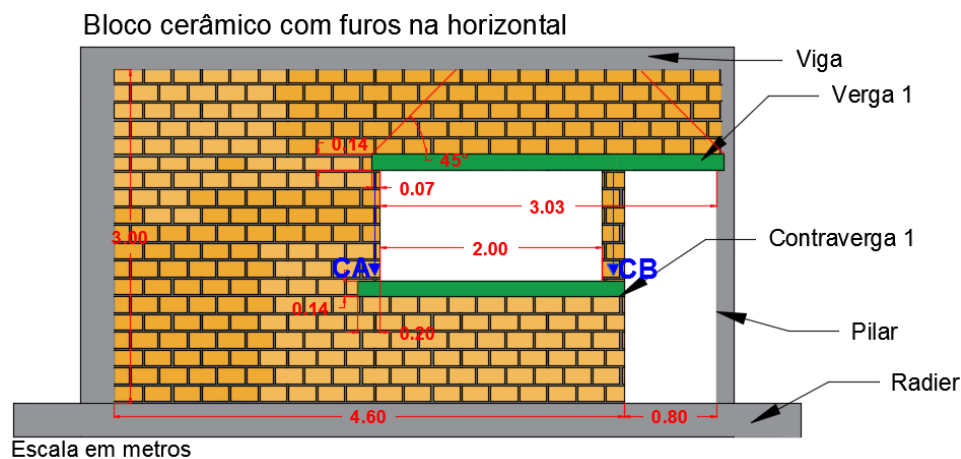
Foi utilizado como demonstração, uma aplicação em um projeto padrão de interesse social, ao qual resultou no dimensionamento dos elementos verga e contra verga (**Figuras 3,4 e 5**).

**Figura 3** – Corte vergas e contravergas 2,3 e 4.

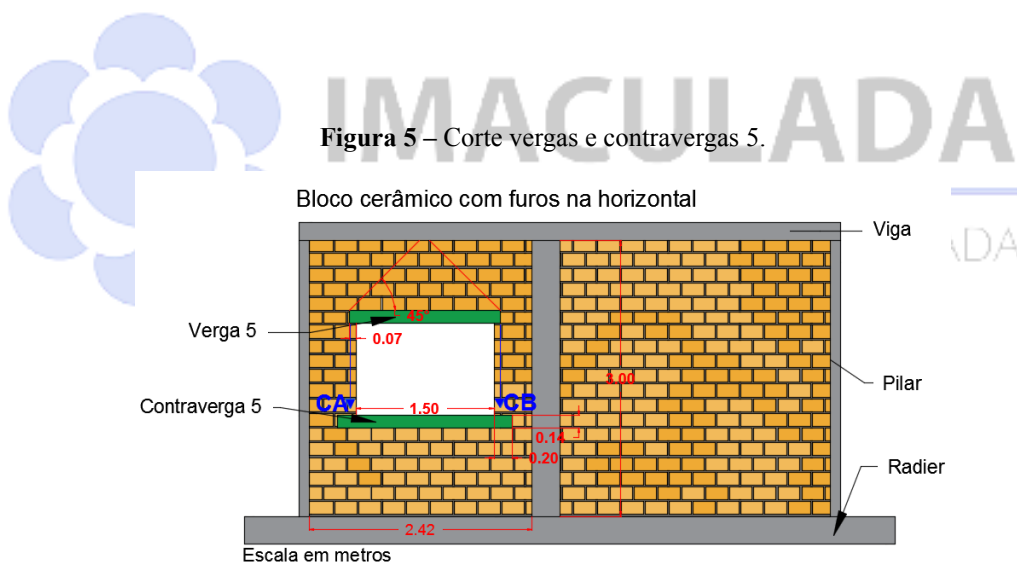


Fonte: Autor, 2020.

**Figura 4**– Corte vergas e contravergas 1.



Fonte: Autor, 2020.



Fonte: Autor, 2020.

### 3 RESULTADOS

- Diagrama de corpo livre para verga 1.

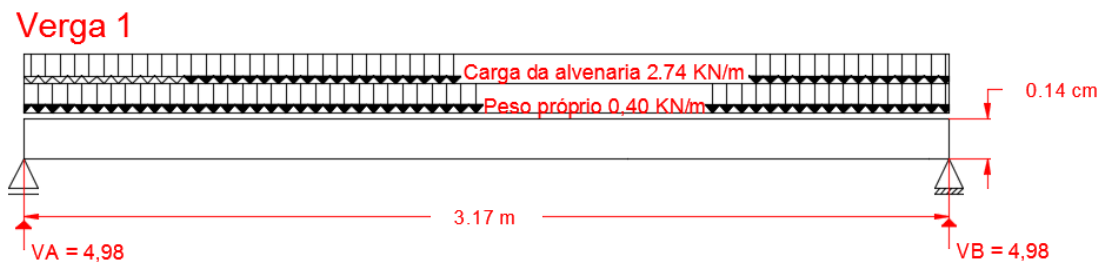
Para carga atuante na verga 1 (**Figura 6**), calculou-se utilizando quinhão de carga como apontado na figura 3, sendo assim:  $1,83 M^2 \times 13KN \times 0,115 = 2,74 KN/M$ ,

13 kn é referente ao peso específico da alvenaria, 0,115 espessura do bloco de furo horizontal.

Peso próprio da verga,  $25 \frac{KN}{M^3} \times 0,14 M \times 0,115 M = 0,40 KN/M$

Verga 1 obteve uma carga distribuída equivalente a 3,14 KN/M

**Figura 6** – Sistema estático verga 1



**Fonte:** Autor, 2020

- Equação de equilíbrio, para que fosse determinado VA e VB (**Figura 6**).

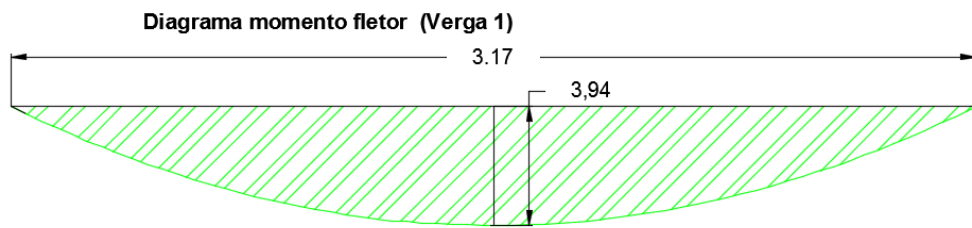
$$\frac{3,14 \times 3,17}{2} = 4,98 KN$$

$$VA = VB = 4,98 KN$$

$$M_k = \frac{3,14 \times 3,17^2}{8} = 3,94 KN/M \text{ (Figura 7)}$$

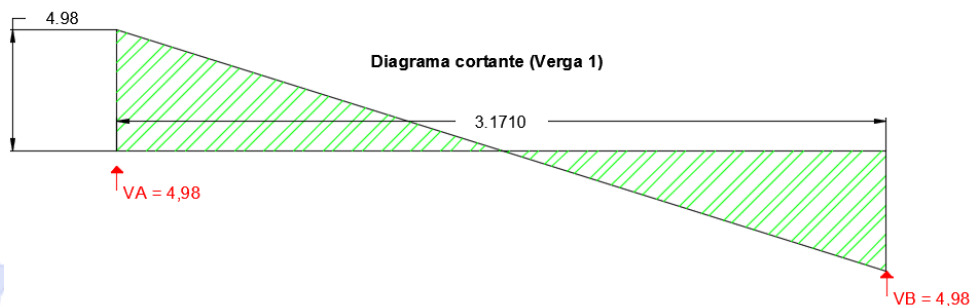
- Diagrama de esforços para verga 1 (**Figura 4**), de momento máximo mostrado na figura 7 com escala de metros para horizontal e cm para vertical, diagrama de cortante seguiu a mesma escala mostrado na figura 8.

**Figura 7**– Diagrama de momento máximo verga 1



Fonte: Autor, 2020

Figura 8 – Diagrama cortante, verga 1.



Fonte: Autor, 2020

- Secção pré-dimensionada da viga, para momento de cálculo=  
 $M_d = 3,94 \times 1,4 = 5,521 \text{ KN/M} \rightarrow 552,1 \text{ KN/cm}$
- Armadura da verga 1, com utilização de tabelas para que fosse determinados  $K_s$  e  $B_x$ ;

$$K_C = \frac{11,5 \times 10^2}{552,6} = 2,08 \text{ cm}^2/\text{KN}$$

$$B_x = 0,44 ; K_s = 0,029 \text{ (figura 9)}$$

$$0,44 \times \frac{x}{10} = 4,4 \text{ cm}$$

$$A_s = 0,029 \times \frac{551,6}{10} = 1,60 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \text{ barras } \phi = 10 \text{ mm (Figura 10)}$$

$$a_l = 0,75 \times d$$

$$f_{cd} = \frac{25}{1,4} = 17,86$$

$$f_{yd} = \frac{50}{1,15} = 43,48$$

$$f_{db} = 0,42 \times (17,86)^{2/3} = 2,87 \text{ Mpa}$$

Figura 9 – Valores de  $K_s$  e  $K_C$ , PARA AÇO CA-50.

| FLEXÃO SIMPLES EM SEÇÃO RETANGULAR - ARMADURA SIMPLES |                                |     |     |     |     |     |     |     |                                |       |       |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------------|-------|-------|
| $\beta_x = \frac{x}{d}$                               | $K_c \text{ (cm}^2/\text{kN)}$ |     |     |     |     |     |     |     | $K_s \text{ (cm}^2/\text{kN)}$ |       |       |
|                                                       | C15                            | C20 | C25 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | CA-25                          | CA-50 | CA-60 |
| 0,45                                                  | 3,7                            | 2,8 | 2,2 | 1,9 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 0,056                          | 0,028 | 0,023 |
| 0,46                                                  | 3,7                            | 2,7 | 2,2 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 0,056                          | 0,028 | 0,023 |
| 0,48                                                  | 3,5                            | 2,7 | 2,1 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 0,057                          | 0,028 | 0,024 |
| 0,50                                                  | 3,4                            | 2,6 | 2,1 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 0,058                          | 0,029 | 0,024 |
| 0,52                                                  | 3,3                            | 2,5 | 2,0 | 1,7 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,058                          | 0,029 | 0,024 |
| 0,54                                                  | 3,2                            | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,059                          | 0,029 | 0,024 |

Fonte: Bastos, 2015.

Figura 10 – Área de aço e largura  $b_w$  mínima.

| Diâm.<br>(mm) | $A_s \text{ (cm}^2)$<br>$b_w \text{ (cm)}$ | Número de barras |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|--------------------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |                                            | 1                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 10            | As                                         | 0,80             | 1,60 | 2,40 | 3,20 | 4,00 | 4,80 | 5,60 | 6,40 | 7,20 | 8,00 |
|               | Br. 1                                      | -                | 10   | 13   | 16   | 19   | 23   | 26   | 29   | 33   | 36   |
|               | Br. 2                                      | -                | 10   | 14   | 18   | 22   | 26   | 30   | 34   | 38   | 42   |

Fonte: Bastos, 2015.

- Ancoragem, equações necessárias para a ancoragem mínima.

$$lb = \frac{1}{4} \times \frac{434,8}{2,87} = 3,78 \text{ cm}$$

$$lb \text{ mínimo} = 10 \times 1 = 10 \text{ cm}$$

$$A_{s,ef} = 2 \times \frac{\pi \times 1^2}{4} = 1,57 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,cal} = 0,8 \times 1,60 = 1,28 \text{ cm}^2$$

$$lb, \text{ necessário} = 3,78 \times \frac{1,57}{1,28} = 4,64 \leq 8 \text{ cm}$$

- Cálculo de estribos de 2 ramos, para verga

$$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd} = 25/1,4 = 17,85 \text{ Mpa}$$

$$\text{Para verga 1, } B_w = 11,5 \text{ cm, } d = 10 \text{ cm}$$

$$V_s = 4,98 \quad V_{sd} = 4,98 \times 1,4 = 6,972 \text{ Kn}$$

$$f_{yd} = (CA-50/1,15) = 43,5$$

$$V_{rd2} = 3.548 \times 0,115 \times 0,10 = 40,8 \text{ Kn verificação ok, está maior que } V_{sd}.$$

$$\alpha_{v2} = 1 - (20/250) = 0,92$$

$$f_{ctd} = 1,107$$

$$V_{co} = 0,6 \times f_{ctd} \times d \rightarrow 664 \times 0,115 \times 0,10 = 7,636 \text{ Kn}$$

$$V_{sd} = V_{co} + V_{sw} = 6,972 - 7,636 = -0,664$$

$$A_{sw}/S = 0,664 / (0,9 \times 0,10 \times 43,5) = 0,17 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 \times \sqrt[3]{20^2} = 2,21 \text{ MPa}$$

$$A_{sw,min} = \frac{20 \times 0,221}{50} \times 14,5 = 1,28 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Então utilizando armadura de estribo mínima: espaçamento de 11cm e  $\phi 4,2\text{mm}$  (Figura 11).

**Figura 11** – Área de armadura por metro de largura.

| ÁREA DE ARMADURA POR METRO DE LARGURA (cm <sup>2</sup> /m) |                       |      |      |      |      |       |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|-------|
| Espaçamento (cm)                                           | Diâmetro Nominal (mm) |      |      |      |      |       |
|                                                            | 4,2                   | 5    | 6,3  | 8    | 10   | 12,5  |
| 11                                                         | 1,26                  | 1,82 | 2,86 | 4,55 | 7,27 | 11,36 |

Fonte: Bastos, 2015.

- Cálculo contraverga (**figura 4**) e diagrama de corpo livre (**figura 12**).

Cargas atuantes na figura 12 sendo elas calculadas como:

$0,20 \text{ m}^2 \times 13 \text{ KN} \times 0,115 = 2 * 0,30 = 60 \text{ KN/M}$  para peso da alvenaria de bloco de furos horizontais com altura de 14 cm, espessura 11,5 cm, peso próprio da verga,

$25 \frac{\text{KN}}{\text{M}^3} \times 0,14 \text{ m} \times 0,115 \text{ m} = 0,40 \text{ KN/M}$  sendo assim a contraverga 1, obteve uma cargas mostrada na figura 12.

- Equação de equilíbrio, para determinar VA e VB (**Figura 12**).

$$\sum M_A = (0,06 \times 0,10 + 5,3 \times 0,20 + 0,96 \times 1,20 + 5,3 \times 2,20 + 0,06 \times 2,30) =$$

$$VA = (14,016 / 2,40) = 5,84$$

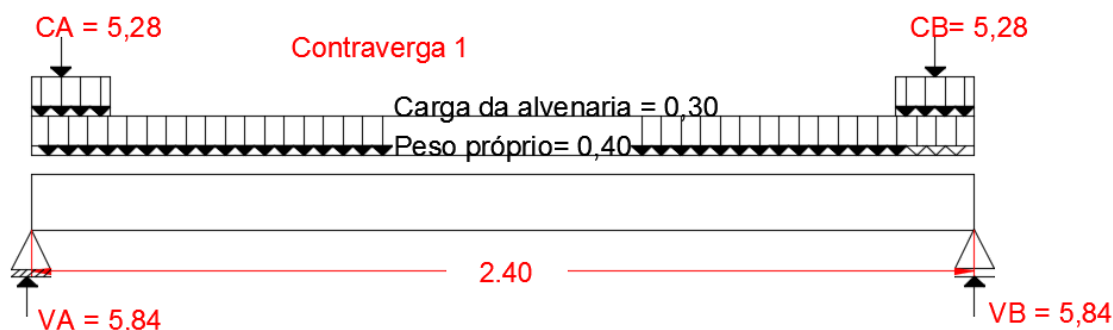
$$\sum F_v = (0,06 + 5,3 + 0,96 + 5,3 + 0,06) - 5,84 = 5,84$$

Então  $VA = VB = 5,84$  (**figura 12**).

Para momento estabelece 2 corte com comprimento de 0,20 e 2,20

$M_k = ((5,84 \times 1,20) - (5,28 \times 0,90) - (1,15 \times 0,6)) = 1,5$  para comprimento de 2,20 metros (**Figura 13**).

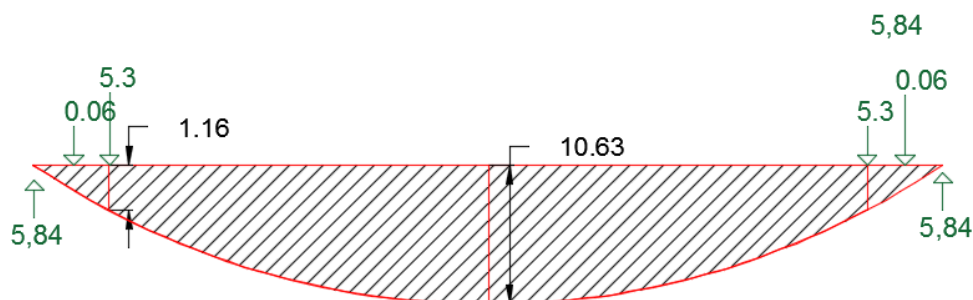
**Figura 12** – Sistema estático contraverga 1



Fonte: Autor, 2020

- Diagrama de esforços para contraverga 1, momento máximo na figura 13 e a cortante na figura 14, ambas com escalas de cm para vertical e metros para horizontal.

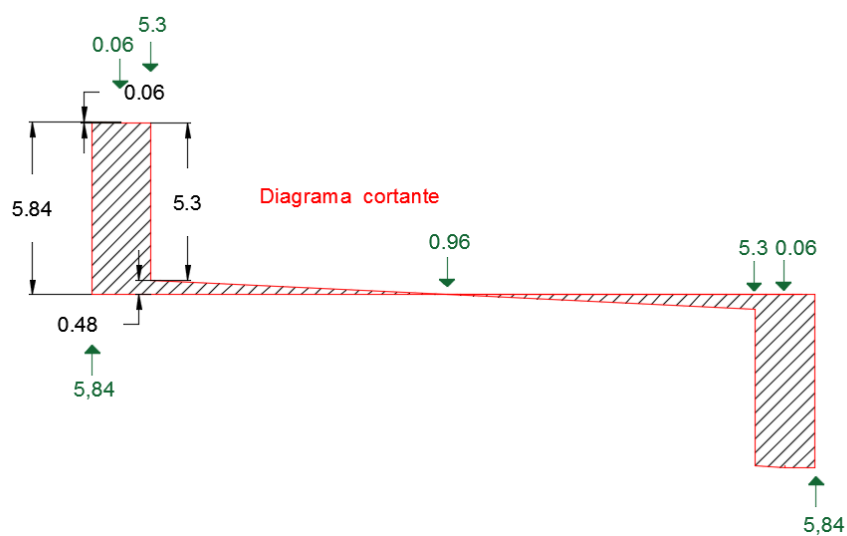
**Figura 13**– Diagrama de momento máximo na contraaverga 1



**Fonte:** Autor, 2020.



**Figura 14**– Diagrama cortante, contraaverga 1.



**Fonte:** Autor, 2020.

- Secção pré-dimensionada da contraverga;

$$M_d = 1,3 \times 1,4 = 1,82 \text{ KN/M} \rightarrow 182 \text{ KN/cm}$$

- Armadura da verga e contraverga;

$$K_c = \frac{11,5 \times 10^2}{182} = 6,3 \text{ cm}^2/\text{KN} \text{ (Figura 15)}$$

$$B_x = 0,17 ; K_s = 0,025$$

$$0,17 \times \frac{x}{10} = 1,7 \text{ cm}$$

$$A_s = 0,025 \times \frac{182}{10} = 0,45 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \text{ barras } \phi = 6,3 \text{ mm (Figura 16)}$$

$$a_l = 0,75 \times 10 = 10 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = \frac{25}{1,4} = 17,86$$

$$f_{yd} = \frac{50}{1,15} = 43,48$$

$$f_{db} = 0,42 \times (17,86)^{2/3} = 2,87 \text{ Mpa}$$

Figura 15– Valores de  $K_s$  E  $K_c$ , PARA AÇO CA-50.

| FLEXÃO SIMPLES EM SEÇÃO RETANGULAR - ARMADURA SIMPLES |                                |     |     |     |     |     |     |     |                                |       |       |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------------|-------|-------|
| $\beta_x = \frac{x}{d}$                               | $K_c \text{ (cm}^2/\text{kN)}$ |     |     |     |     |     |     |     | $K_s \text{ (cm}^2/\text{kN)}$ |       |       |
|                                                       | C15                            | C20 | C25 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | CA-25                          | CA-50 | CA-60 |
| 0,52                                                  | 3,3                            | 2,5 | 2,0 | 1,7 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,058                          | 0,029 | 0,024 |
| 0,54                                                  | 3,2                            | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,059                          | 0,029 | 0,024 |

Fonte: Bastos, 2015.

Figura 16 – Área de aço e largura  $b_w$  mínima.

| Diâm.<br>(mm) | $A_s \text{ (cm}^2)$<br>$b_w \text{ (cm)}$ | Número de barras |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|--------------------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |                                            | 1                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 10            | $A_s$                                      | 0,80             | 1,60 | 2,40 | 3,20 | 4,00 | 4,80 | 5,60 | 6,40 | 7,20 | 8,00 |
|               | Br. 1                                      | -                | 10   | 13   | 16   | 19   | 23   | 26   | 29   | 33   | 36   |
|               | Br. 2                                      | -                | 10   | 14   | 18   | 22   | 26   | 30   | 34   | 38   | 42   |

Fonte: Bastos, 2015.

- Ancoragem, equações necessárias ancoragem mínima

$$l_b = \frac{0,63}{4} \times \frac{43,48}{2,87} = 2,38 \text{ cm}$$

$$l_b \text{ mínimo} = 10 \times 10 = 100 \text{ mm} \rightarrow 10 \text{ cm}$$

$$A_{s,ef} = 2 \times \frac{\pi \times 0,63^2}{4} = 0,623 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,cal} = 0,8 \times 0,44 = 0,352 \text{ cm}^2$$

$$l_b, \text{ necessário} = 2,38 \times \frac{0,623}{0,352} = 4,2 \text{ cm} \leq 10 \text{ cm}$$

- Cálculo de estribos de 2 ramos, para contraverga

$$F_{ck} = 20 \text{ Mpa}$$

$$F_{cd} = 20/1,4 = 14,286 \text{ Mpa}$$

$$\text{Para contraverga 1, } B_w = 11,5 \text{ cm, } d = 10 \text{ cm}$$

$$V_s = 5,84 \quad V_{sd} = 5,84 \times 1,4 = 8,176 \text{ Kn}$$

$$F_{yd} = (CA-50/1,15) = 43,5$$

$$V_{rd2} = 3.548 \times 0,115 \times 0,10 = 40,8 \text{ Kn verificação ok, está maior que } V_{sd}.$$

$$\alpha_{v2} = 1 - (20/250) = 0,92$$

$$F_{ctd} = 1,107$$

$$V_{co} = 664 \times 0,115 \times 0,10 = 7,636 \text{ Kn}$$

$$V_{sd} = V_{co} + V_{sw} = 6,972 - 8,176 = -1,204$$

$$A_{sw}/S = 1,204 / (0,9 \times 0,10 \times 43,5) = 0,31 \text{ cm}^2/\text{m}$$

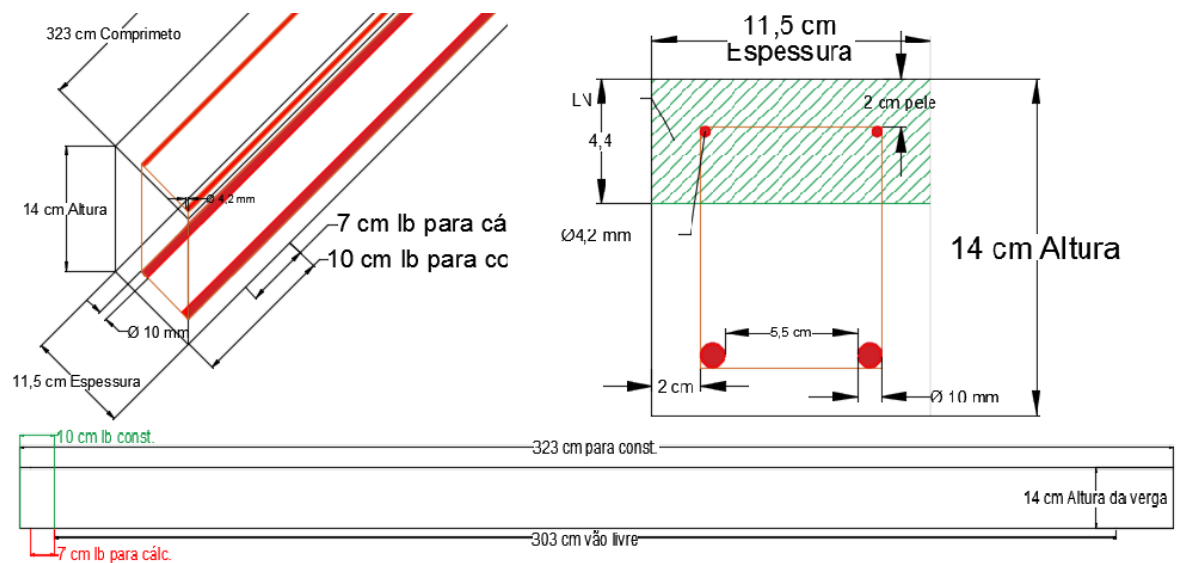
$$f_{ct,m=0,3 \times \sqrt{20}} = 2,21 \text{ MPa}$$

$$A_{sw,min} = \frac{20 \times 0,221}{50} \times 14,5 = 1,28 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Então utilizando armadura de estribo mínima: espaçamento de 11cm e  $\phi 4,2\text{mm}$  (**Figura 11**).

Sendo assim a verga 1 é calculada utilizando em seu cálculo de dimensionamento 7 centímetros, e adotando  $l_b$  mínimo para sua construção do transpasse, sendo ele de 10 centímetros constituindo em uma verga de comprimento 3,23 metros com altura de 14 centímetros e espessura 11,5 centímetros (**Figura 17**), as tabelas 2, 2.1, 3 e 4 são específicas para cálculo de verga e resultados propostos.

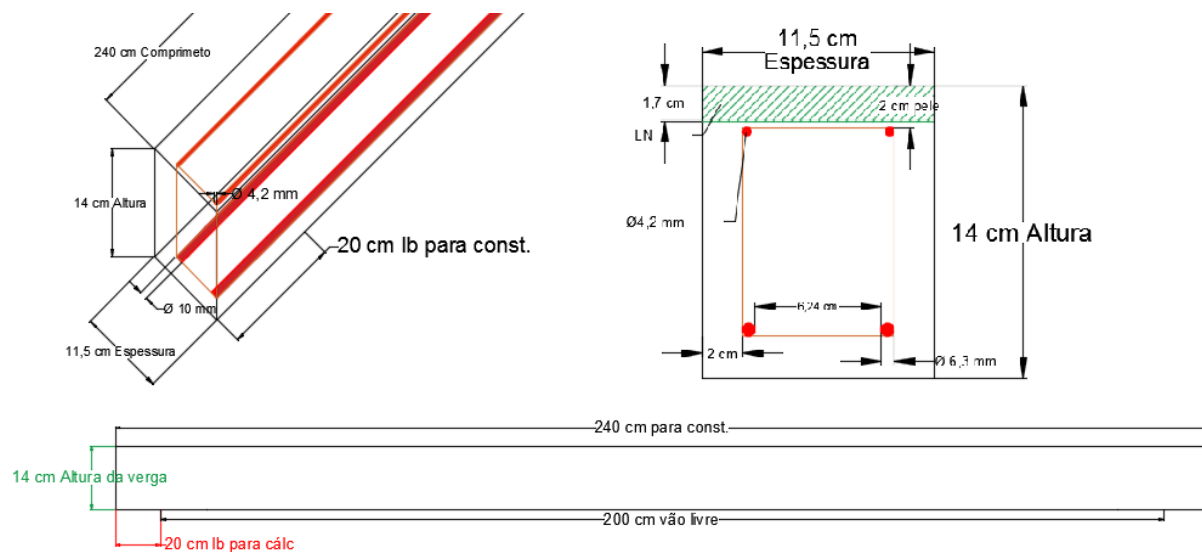
**Figura 17** – Detalhamento da verga 1.



Fonte: Autor, 2020.

Para a contraverga 1 foi calculada seu dimensionamento utilizando 20 centímetros para seu transpasse e em sua construção, obtendo um comprimento 2,40 metros com altura de 14 centímetros e espessura 11,5 centímetros (**Figura 18**), as tabelas 5, 5.1, 6 e 7 são específicas para cálculo de contraverga e resultados propostos.

**Figura 18** – Detalhamento da contraverga 1.



Fonte: Autor, 2020.

Tabela 2 – Especificação vergas para cálculo

| Blocos cerâmicos furos horizontal |                 |                          |
|-----------------------------------|-----------------|--------------------------|
| Componente Verga                  | Comprimento (m) | Área de quinhão de carga |
| 1                                 | 3,17            | 1,83                     |
| 2                                 | 1,94            | 0,894                    |
| 3                                 | 0,94            | 0,2209                   |
| 4                                 | 1,64            | 0,67                     |
| 5                                 | 1,64            | 0,67                     |

Tabela 2.1 – Especificação vergas para cálculo

| Blocos cerâmicos furos horizontal |             |                |            |               |
|-----------------------------------|-------------|----------------|------------|---------------|
| Componente verga                  | Altura (cm) | Espessura (cm) | Apoio (cm) | Vão livre (m) |
| 1                                 | 14          | 11,5           | 7          | 3,03          |
| 2                                 | 14          | 11,5           | 7          | 1,80          |
| 3                                 | 14          | 11,5           | 7          | 0,80          |
| 4                                 | 14          | 11,5           | 7          | 1,50          |
| 5                                 | 14          | 11,5           | 7          | 1,50          |

Tabela 3 – Vergas calculadas.

| Verga, espessura 11,5 cm altura 14 cm. |       |                |                |                |                |                |                |                                  |                    |
|----------------------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------------|--------------------|
| Verga                                  | Va=Vb | M <sub>k</sub> | M <sub>d</sub> | K <sub>c</sub> | K <sub>s</sub> | B <sub>x</sub> | A <sub>s</sub> | A <sub>s</sub> <sub>mínimo</sub> | Nº barras e $\phi$ |
| 1                                      | 4,98  | 3,94           | 55,52          | 2,08           | 0,029          | 0,52           | 1,60           | 10 cm                            | 2 barras de 10mm   |
| 2                                      | 1,68  | 0,8            | 112            | 10,27          | 0,024          | 0,10           | 0,27           | 0,24                             | 2barras de 5mm     |
| 3                                      | 0,343 | 0,08           | 11,2           | x              | x              | x              | 0,24           | 0,24                             | 2 barras de 4,2mm  |
| 4                                      | 1,148 | 0,47           | 65,9           | 17,5           | 0,023          | 0,06           | 0,17           | 0,24                             | 2 barras de 4,2mm  |
| 5                                      | 1,148 | 0,47           | 65,9           | 17,5           | 0,023          | 0,06           | 0,17           | 0,24                             | 2 barras de 4,2mm  |

Tabela 4 –Vergas calculadas.

| Verga, espessura 11,5 cm altura 14 cm. |              |      |            |                          |                       |                |
|----------------------------------------|--------------|------|------------|--------------------------|-----------------------|----------------|
| Verga                                  | Linha Neutra | lb   | lb, Mínimo | A <sub>s</sub> , efetivo | A <sub>s</sub> , Cal. | Lb, Necessário |
| 1                                      | 5,2 cm       | 3,78 | 10         | 1,57                     | 1,28                  | 4,64           |
| 2                                      | 1,0 cm       | 1,9  | 5          | 0,40                     | 0,216                 | 3,5            |
| 3                                      |              | 15,9 | 4,2        | 0,41                     | 0,168                 | 8,14           |
| 4                                      | 0,6          | 15,9 | 4,2        | 0,41                     | 0,168                 | 8,14           |
| 5                                      | 0,6          | 15,9 | 4,2        | 0,41                     | 0,168                 | 8,14           |

Tabela 5– Especificação contravergas para cálculo.

| Blocos cerâmicos furos horizontais |                 |                                                |      |                            |
|------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------|------|----------------------------|
| Componente Contra Verga            | Comprimento (m) | Cargas sobre contravergas (KN/m <sup>2</sup> ) |      | Área de carga da alvenaria |
|                                    |                 | CA                                             | CB   |                            |
| 1                                  | 2,40            | 5,28                                           | 5,28 | 0,40                       |
| 2                                  | 1,20            | 1,59                                           | 1,59 | 0,40                       |
| 3                                  | 1,20            | 0,52                                           | 0,52 | 0,24                       |
| 4                                  | 1,90            | 1,45                                           | 1,45 | 0,40                       |
| 5                                  | 1,90            | 1,45                                           | 1,45 | 0,40                       |

Tabela 5.1– Especificação contravergas para cálculo.

| Blocos cerâmicos furos horizontal |             |                |            |               |
|-----------------------------------|-------------|----------------|------------|---------------|
| Componente contraverga            | Altura (cm) | Espessura (cm) | Apoio (cm) | Vão livre (m) |
| 1                                 | 14          | 11,5           | 20         | 2,0           |
| 2                                 | 14          | 11,5           | 20         | 0,80          |
| 3                                 | 14          | 11,5           | 20         | 0,80          |
| 4                                 | 14          | 11,5           | 20         | 1,50          |
| 5                                 | 14          | 11,5           | 20         | 1,50          |

**Tabela 6** – Sistema de cálculo para contravergas.

| Contraverga, espessura 11,5 cm altura 14 cm. |       |                |                |                |                |                |                   |                |
|----------------------------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|
| Contraverga                                  | Va=Vb | M <sub>k</sub> | M <sub>d</sub> | K <sub>c</sub> | K <sub>s</sub> | B <sub>x</sub> | Nº barras/ $\phi$ | A <sub>s</sub> |
| 1                                            | 5,84  | 1,5            | 1,82           | 6,3            | 0,024          | 0,17           | 2b/6,3mm          | 0,44           |
| 2                                            | 1,9   | 0,4            | 0,56           | 20,5           | 0,023          | 0,05           | 2b/6,3mm          | 0,58           |
| 3                                            | 0,8   | 0,2            | 0,28           | 41             | 0,023          | 0,02           | 2b/4,2mm          | 0,06           |
| 4                                            | 1,9   | 0,5            | 0,7            | 16,4           | 0,024          | 0,06           | 2b/4,2mm          | 0,16           |
| 5                                            | 1,9   | 0,5            | 0,7            | 16,4           | 0,024          | 0,06           | 2b/4,2            | 0,16           |

**Tabela 7** – Sistema de cálculo para contravergas.

| Contraverga, espessura 11,5 cm altura 14 cm. |                         |                   |      |                 |                          |                       |                |
|----------------------------------------------|-------------------------|-------------------|------|-----------------|--------------------------|-----------------------|----------------|
| Contraverga                                  | A <sub>s</sub> , mínimo | Linha Neutra (cm) | lb   | lb, Mínimo (cm) | A <sub>s</sub> , efetivo | A <sub>s</sub> , Cal. | Lb, Necessário |
| 1                                            | 0,24                    | 1,7               | 2,38 | 6,3             | 0,623                    | 0,352                 | 4,2            |
| 2                                            | 0,24                    | 0,5               | 1,6  | 4,2             | 0,104                    | 0,464                 | 2,15           |
| 3                                            | 0,24                    | 0,2               | 1,6  | 4,2             | 0,28                     | 0,192                 | 2,3            |
| 4                                            | 0,24                    | 0,6               | 1,6  | 4,2             | 0,28                     | 0,192                 | 2,3            |
| 5                                            | 0,24                    | 0,6               | 1,6  | 4,2             | 0,28                     | 0,192                 | 2,3            |

#### 4 DISCUSSÃO

Ressalta Borges (2009, p.79), que para um vão maior que 2,40 metros, as vergas devem ser calculadas como viga, em um detalhamento de vão de 1,00 metro, sendo a armadura formada por duas barras de ferro 6,3 mm. As vergas também devem exceder no mínimo 30 cm de cada lado para seu apoio, mesmo que a verga e a contraverga obtenham um vão menor que 2,40, é possível que se calcule como viga. As armaduras em vergas com vão de 1 metro são calculadas como armadura mínima para vigas, nesse caso, não há necessidade de que o apoio em vergas seja estendido, já que sua medida chega até metade de sua altura (Tabela 2.1).

Para o cálculo para construção, o apoio é somado com lb (equação 19), que, é somado com seu comprimento de cálculo para segurança na distribuição de cargas. Já na contraverga se fez necessário um certo grau de extensão no apoio (Tabela 5.1), para absorção da força distribuída pela verga.

Para Lordsleem Júnior (2001, p.69), a abertura na alvenaria, que geralmente são portas e janelas, são importantes para evitar que cargas que se concentram no vértice do vão não resulte em fissuras de 45°. O quinhão de carga para o cálculo da verga, nesse sentido, é formado em ângulos de 45° graus nas extremidades, que resulta na absorção das cargas sobre o vão e evita possíveis fissuras (**Figuras 3, 4 e 5**).

Segundo Sinapi (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017), existem diversas composições de vergas e contravergas: verga pré-moldada, verga moldada in loco de concreto, vergas moldadas in loco bloco cerâmico, as vergas e contravergas podem ser padronizadas para os vãos comuns, demonstradas nas tabelas 2 e 5, proporcionam um ganho de tempo na execução e qualidade.

A NBR 10837(ABNT, 1989), regulariza para cálculo da verga o emprego do carregamento, sendo ele o peso da parede compreendida no triângulo isósceles definido sobre o vão da abertura. A carga só é considerada dentro do triângulo para cálculo, portanto, este conceito foi utilizado de modo a possibilitar a formação de um quinhão de carga para o cálculo de vergas figuras 3, 4 e 5.

Segundo Mamede (2001), é essencial que a verga se estenda sobre o vão das portas e janelas para garantir a absorção das tensões nos cantos. Na alvenaria de blocos com furo horizontal, os apoios das contravergas foram estendidos além dos apoios das vergas para a absorção das cargas descarregadas pelas vergas figuras 3, 4 e 5.

Descrevem Thomaz *et al.* (2012), e Borges (2009, p.79), que para evitar as deformações, é primordial a construção de vergas e contravergas. Estes componentes devem ser executados com concreto ou graute e armados com no mínimo dois ferros de 6,3mm. Nesse sentido, observa-se na tabela 3, que algumas vergas não atingem a armadura mínima da equação 8.

Em análise, segundo Sampaio (2010), as aberturas de portas sem um reforço obtêm 0.30 MPA, e em janelas é ainda maior, obtendo, neste sentido, valores de até 0.60 MPA. A norma estipula 0.15MPA, e por isso, pode-se explicar o aparecimento de fissuras e é essencial a construção do reforço. Explicam Thomaz *et al.* (2012), que blocos de alvenaria de vedação de furos horizontais obtêm resistência admissível de 0,5 MPA na direção y (vertical) na direção x (horizontal) 0,10MPA. Em realização de uma análise dos apoios, conclui-se que as reações sobre a verga e contraverga não ocorrera um esmagamento no transpasse sendo ele o apoio na alvenaria.

## 5 CONCLUSÃO

- Diante desse estudo, nota-se que para vergas geralmente ocorre um dimensionamento, deste modo, no apoio considera-se para cálculo a metade de sua altura, para construção, este apoio pode ser executado com o comprimento de  $l_b$  necessário (comprimento básico de transpasse). Já no caso da contraverga, percebe-se a necessidade do transpasse para absorção da carga distribuída.
- Para a tensão na verga utilizou-se um quinhão de cargas, sendo ele um triângulo isósceles, que determinou uma área de alvenaria exercida sobre a verga e provocou um carregamento. Na contraverga, observou-se que seu carregamento está diretamente relacionado à distribuição da verga e mais uma área de alvenarias sobre seu apoio. Estes vãos recebem peso da alvenaria e peso próprio da estrutura proporcionando assim esforço de cisalhamento nos cantos e momento fletor no centro, prevenindo fissuras no centro do vão e na extremidade formada por  $45^\circ$ . Para cálculo das vergas e contravergas utilizou-se método de dimensionamento de vigas.
- Por fim, de acordo com os resultados obtidos, entende-se que há possibilidade de uma padronização da construção de vergas e contravergas para vãos comuns, considerando o tipo da alvenaria, a altura do pé direito, a cinta de amarração e o vão livre. Com esses cuidados tomados, obtém-se um elemento para comercialização com potencial de eliminar possíveis patologias na construção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 10837**- Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro. 1989.

BASTOS, S.S.P. **Flexão normal simples**. Departamento de engenharia civil – Universidade estadual paulista, Bauru, 2015.

BORGES, A.C. **Prática das pequenas construções**. 9.ed. rev. ampl. São Paulo: Blucher, 2009.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI – **Índice da Construção Civil**. Brasil. Governo Federal. Disponível em: [http://www1.caixa.gov.br/gov/gov\\_social/municipal/programa\\_des\\_urbano/SINAPI/index.asp](http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI/index.asp). Acesso em: 23 fev. 2020.

CASSOTI, D.E. **Causas e recuperação de fissuras em alvenaria**. Orientador: André Penteado Tramontin. 34f. Itatiba, 2007. Trabalho de conclusão de curso (engenharia civil) –Universidade de são Francisco, Itatiba,2007.

CHAVES, N.F.P.M. **Análise e diagnóstico de trincas e fissurações em edificações: estudo de caso em residência na cidade de Cardoso Moreira, RJ**. Orientador: Jorge Antônio da Cunha Oliveira. 2017. 35f. Conclusão de curso pós-graduação (Lato Sensu em projeto) – Instituto CEUB de pesquisa e desenvolvimento, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. São Paulo: O nome da rosa, 2001.

MAMEDE, F. C. **Utilização de Pré-Moldado em Edifício de Alvenaria Estrutural**. Orientador: Márcio Roberto Silva Corrêa. 2001. 187f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Estrutural) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

MASUERO, A.B.; DAL MOLIN, D.C.C.; AZAMBUJA, J. A.; BONIN, L.C. **Elemento Integrado de Construção**. Depositante: Angela Borges Masuero, Denise Carpena Coitinho Dal Molin, José Alberto Azambuja, Luis Carlos Bonin. MU 9002074-0U2. Depósito: 15 maio 2010. Concessão: 04 dez. 2012.

MAZZUCCO, M.D. **Comparativo entre diferente tipos de contravergas a partir de ensaios de resistência a flexão a quatro pontos**. Orientador: Jakson Fábio Bitencourt. 2014. 16f. Trabalho de conclusão de curso. – Universidade do Extremo Sul Catarinense, santa Catarina, 2014.

NACIMENTO NETO, J. A. **Estudos de painéis com abertura constituído por abertura estrutural de blocos**. Orientador: Márcio Roberto Silva Corrêa. 2003. 327f. dissertação (Doutorado em engenharia de estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

PARSEKIAN, G.A; HAMID, A.A; DRYSDALE, R.D. **Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural**. 2. ed. São Carlos: EduFSCar, 2013.

REZENDE, F.M. **Estudo do comportamento mecânico de vergas armadas com treliça planas em alvenaria estrutural**. Orientador: Eduardo Rizzatti. 2012. 102f. dissertação (mestrado concentração em construção civil e preservação ambiental) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS,2012.

SAMPAIO, M. B. **Fissuras em edifício residencial em alvenaria estrutural**. Orientador: Márcio Antônio Ramalho. 2010. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Estrutural) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

THOMAZ, E. *et al.* **Alvenaria de vedação em bloco cerâmico**. São Paulo: câmara brasileira do livro, 2009.

THOMAZ, E; HELENE, P. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenaria de vedação em edifício**. Escola politécnica da universidade de são Paulo, BT/PCC/252,2000.

