



**UNICEPLAC**  
CENTRO UNIVERSITÁRIO

**Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos - UNICEPLAC**  
**Curso de Engenharia Civil**  
**Trabalho de Conclusão de Curso**

**DIMENSIONAMENTO DE UMA RESIDÊNCIA POPULAR  
EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

Gama-DF  
2022

**RAFAEL MORAIS PEREIRA**

**DIMENSIONAMENTO DE UMA RESIDÊNCIA POPULAR  
EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

Monografia apresentada como requisito para conclusão do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac.

Orientadora: Prof (a). Me. Natalia Gonçalves Torres.

Gama-DF  
2022

P436d

Pereira, Rafael Morais.

Dimensionamento de uma residência popular em alvenaria estrutural. / Rafael Morais Pereira. – 2022.

52 p.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos - UNICEPLAC, Curso de Engenharia Civil, Gama-DF, 2022.

Orientação: Profa. Me. Natalia Gonçalves Torres.

1. Alvenaria estrutural. 2. Bloco cerâmico. 3. Sistema estrutural. Título.

CDU: 624

**RAFAEL MORAIS PEREIRA**

**DIMENSIONAMENTO DE UMA RESIDÊNCIA POPULAR EM ALVENARIA  
ESTRUTURAL**

Monografia apresentada como requisito  
para conclusão do curso de Engenharia Civil do  
Centro Universitário do Planalto Central  
Apparecido dos Santos – Uniceplac.

Orientadora: Prof (a). Me. Natalia  
Gonçalves Torres.

Gama, 24 de Jun de 2022.

**Banca Examinadora**

---

Prof. Me. Natalia Gonçalves Torres  
Orientadora

---

Prof. Me. Maycol Moreira Coutinho  
Examinador

---

Prof. Me. Thiago Primo Sousa  
Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, minha mãe Cristina de Moraes dos Santos Pereira e meu pai Rodrigo dos Santos Pereira por me apoiarem sempre darem todo o suporte que eu precisava.

A orientadora Natalia Gonçalves Torres que me auxiliou durante todo o trabalho e a todos os meus colegas e professores que participaram da minha caminhada durante o curso.

## RESUMO

A alvenaria estrutural já era utilizada a milhares de anos, onde era utilizado pedras ou blocos cerâmicos, em que era construído a partir do conhecimento empírico de seus construtores, nos dias atuais a alvenaria estrutural vem se tornando interessante para algumas construtoras pela sua vantagem de ser um sistema construtivo racionalizado, que gera uma economia significativa, com maior rapidez de execução e gerando menos resíduos da construção, visto que neste sistema construtivo as paredes são consideradas portantes, elas que são responsáveis por receber o carregamento. O presente trabalho buscou realizar o dimensionamento de uma residência popular de aproximadamente 80m<sup>2</sup>, através de uma revisão bibliográfica, se atentando a recente norma NBR 16868:2020 já que mesma trouxe mudanças significativa, foi realizado os cálculos utilizando planilhas e *software* de desenho apenas para confecção das plantas tendo em vista demonstrar de forma mais clara o processo de cálculo, foi utilizado bloco cerâmico para a realização da modulação e o dimensionamento. Pode-se observar que os cálculos foram simples para uma residência deste porte, e que não houveram grandes áreas de aço para esse projeto.

**Palavras-chave:** Alvenaria estrutural; Bloco cerâmico; Sistema estrutural.

## **ABSTRACT**

Structural masonry was already used for thousands of years, where stones or ceramic blocks were used, in which it was built from the empirical knowledge of its builders, nowadays structural masonry has become interesting for some builders due to its advantage of being a rationalized construction system, which generates significant savings, with faster execution and generating less construction waste, since in this construction system the walls are considered load-bearing, they are responsible for receiving the load. The present work sought to carry out the dimensioning of a popular residence of approximately 80m<sup>2</sup>, through a bibliographic review, taking into account the recent standard NBR 16868:2020 since it brought significant changes, the calculations were carried out using spreadsheets and design software only for making of the plants in order to demonstrate more clearly the calculation process, a ceramic block was used to carry out the modulation and dimensioning. It can be seen that the calculations were simple for a residence of this size, and that there were no large areas of steel for this project.

**Keywords:** Structural masonry; Ceramic block; Structural system.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho de tipos de blocos.....	14
Figura 2 - Alvenaria não armada.....	16
Figura 3 - Alvenaria Armada ou parcialmente armada .....	16
Figura 4 - Custo relativo aproximado entre estruturas convencionais e a alvenaria estrutural. (Brasil) .....	18
Figura 5 - Dimensões das famílias de blocos de concreto.....	19
Figura 6 - Compensador .....	19
Figura 7 - Ações permanentes, variáveis e excepcionais .....	21
Figura 8 - Recomendação dos materiais da alvenaria estrutural.....	23
Figura 9 - Valores característicos da resistência ao cisalhamento em juntas horizontais de paredes (fvk).....	24
Figura 10 - Planta Baixa da residencial .....	25
Figura 11 - Tipos de apoio .....	26
Figura 12 - Áreas de influencia .....	26
Figura 13 - Modulação Primeira Fiada.....	31
Figura 14 - Modulação Segunda Fiada.....	32
Figura 15- Corte paredes PX1 e PY1 .....	32
Figura 16- Áreas de influência .....	33
Figura 17 - Grupos.....	35



## LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Reações das lajes .....	34
Tabela 2 – Carregamento dos grupos de parede .....	35
Tabela 3 - Verificação a compressão simples .....	36
Tabela 4 - Dimensionamento a flexão simples verga.....	36
Tabela 5 - Verificação de cisalhamento nas paredes.....	37
Tabela 6 - Verificação de cisalhamento nas vergas.....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

A – Área bruta da seção transversal

$A_{inf}$  - Área de influência correspondente ao apoio;

b – Largura da seção transversal

d – altura útil da seção transversal

fpd – Resistência a compressão de cálculo do prisma

fbk – Resistência a compressão do bloco

$f_{pk}$  – Resistência característica de compressão simples do prisma

$f_{vk}$  – Resistência característica ao cisalhamento em juntas horizontais de parede

Gk – Carregamento permanente

he – altura efetiva

$L_{ap}$  - Comprimento do apoio.

$M_d$  – Momento de cálculo

NBR – Norma Brasileira

$N_k$  – Força normal característica

q - Carga uniformemente distribuída;

Qk – Carregamento acidental

R – coeficiente redutor devido a esbeltez da parede

$R_i$  - Reação no apoio

te – espessura efetiva

$V_k$  – Força cortante.

$\lambda$  – índice de esbeltez

$\gamma_f$  - Coeficiente de ponderação de ações

$\gamma_m$  – Coeficiente de resistência

$\sigma$  – tensão normal de pré-compressão

$\rho$  – Taxa geométrica de armadura

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Justificativa .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Objetivos específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Materiais.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Tipos de alvenaria estrutural.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Normas.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Economia aproximada em alvenaria estrutural.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5 Coordenação modular.....</b>	<b>18</b>
<b>2.6 Ações atuantes na alvenaria estrutural .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6 Dimensionamento .....</b>	<b>22</b>
<b>3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Planta baixa.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Carregamento vertical .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Compressão simples .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4 Flexão simples.....</b>	<b>28</b>
<b>3.5 Cisalhamento .....</b>	<b>29</b>
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1 Modulação .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2 Reações das lajes .....</b>	<b>33</b>
<b>4.3 Compressão simples .....</b>	<b>34</b>
<b>4.4 Flexão simples.....</b>	<b>36</b>
<b>4.4 Cisalhamento .....</b>	<b>37</b>
<b>4.5 Análise de dado .....</b>	<b>38</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>40</b>
<b>APÊNDICE A – PROJETO .....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICE B – ÁREAS DE INFLUÊNCIA E GRUPOS .....</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICE C – DIMENSIONAMENTO COMPRESSÃO SIMPLES .....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na humanidade grandes estruturas ficaram marcadas na história, do ponto de vista estrutural e arquitetônico, em que era utilizado unidades de blocos de pedra ou cerâmicos intertravados, podendo conter ou não um material ligante, como por exemplo as pirâmides do Egito, o Coliseu Romano e a Catedral de Notre-Dame. A alvenaria estrutural já existia a milhares de anos, inicialmente era utilizado conhecimento empírico passado através de gerações, até por volta do início do século XX, neste tipo de edificações o que assegurava a rigidez e a estabilidade da estrutura era o seu formato (MOHAMAD, 2020).

Segundo (CAMACHO, 2006), a alvenaria estrutural é um processo construtivo em que os elementos que exercem a função estrutural é a própria alvenaria, em que eles são projetados, dimensionados e executados, de maneira racional, ou seja, utilizar de forma mais eficiente os recursos no processo de construção da edificação.

Dentre as vantagens da alvenaria estrutural, citadas por (MOHAMAD; MACHADO; JANTSCH, 2017), a utilização de mão de obra qualificada, limpeza do canteiro de obra, redução de armaduras, formas, e resíduos da construção, maior otimização do tempo de execução, também promove a integração e compatibilização com as instalações prediais, e por fim, possibilita diminuir o número de profissionais no canteiro de obra.

Um dos problemas encontrado neste sistema construtivo é a utilização dele para grandes vãos, devido a limitação da arquitetura na alvenaria estrutural, sendo assim não recomendado para obras residenciais de alto padrão ou edifícios comerciais, se adequando melhor a obras de baixo ou médio padrão pois os ambientes nestes casos são menores (JUNIOR et al., 2018).

Observa-se que em alvenaria estrutural não é usado pilares e vigas, pois neste caso as paredes, chamadas de portantes, são responsáveis pela estrutura da edificação e distribuem o carregamento uniformemente ao longo da fundação, podendo ter armação e grauteamento quando necessário (TAUIL; NESE, 2010).

## **1.1 Justificativa**

Um dos problemas da engenharia hoje é construir com eficiência, minimizando os desperdícios, com menor duração da obra, sendo viável economicamente, e mantendo a qualidade e segurança final. A alvenaria estrutural é uma das opções encontradas hoje no mercado que se encaixa nessa necessidade.

Afim de difundir o conhecimento sobre o sistema construtivo em alvenaria estrutural, o presente trabalho busca através de uma revisão bibliográfica, fazer o dimensionamento de uma residência popular, como forma de auxiliar estudantes e engenheiros civis interessados no assunto, pois é um tema atual que ainda existe pouco material a respeito.

## **1.2 Objetivo geral**

Realizar um revisão bibliográfica a respeito do tema de alvenaria estrutural e descrever o dimensionamento de uma residência.

## **1.3 Objetivos específicos**

- Realizar a modulação da planta de uma residência popular com aproximadamente 80m<sup>2</sup>;
- Determinar os esforços atuantes na alvenaria estrutural;
- Demonstrar o processo de dimensionamento em alvenaria estrutural.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

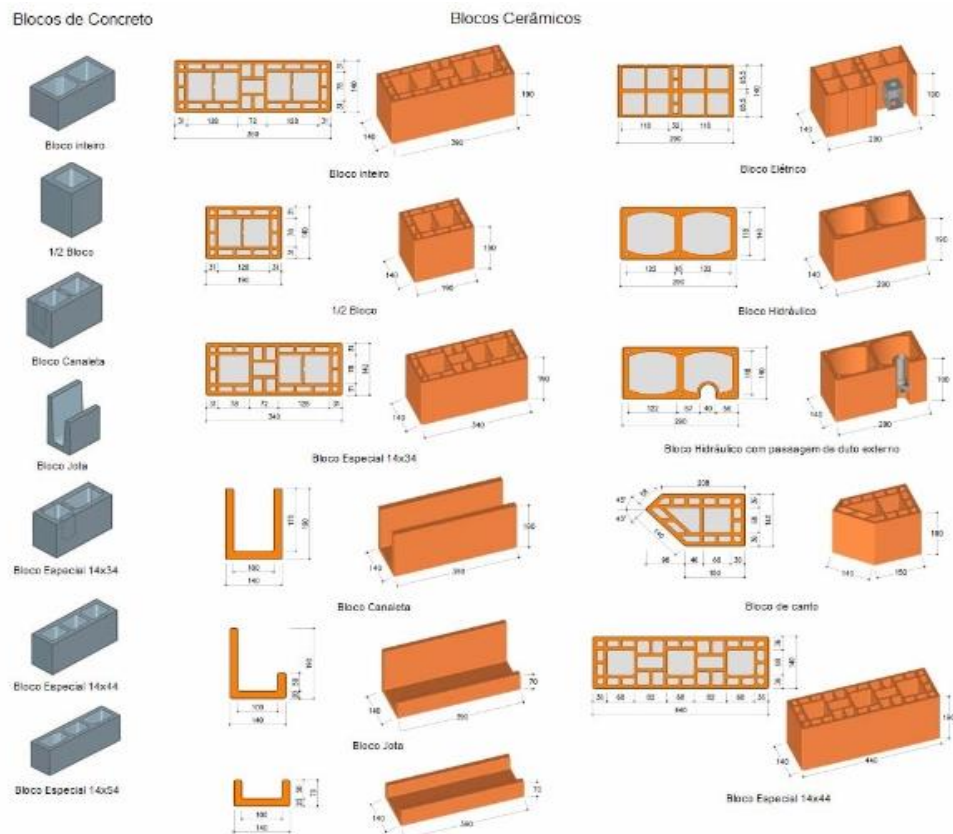
### 2.1 Materiais

#### Unidades:

De acordo com (CAMACHO, 2006), as unidades (blocos e tijolos), são os elementos de maior importância na alvenaria estrutural, tendo em vista que são eles que irão resistir ao esforço de compressão e também determina como deverão ser aplicados as técnicas de coordenação modular nos projetos, essas técnicas é um instrumento que busca facilitar a compatibilização de medidas.

As unidades mais utilizadas no Brasil com relação ao material que as compõe, são as unidades de concreto, cerâmicas, e sílico-calcáreas, podendo elas serem maciças ou vazadas, no qual são chamadas de tijolo ou bloco respectivamente. São classificadas a partir do índice de vazios até 25% - consideradas maciças - e acima disso é determinada vazada (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

**Figura 1 - Desenho de tipos de blocos**



Fonte: (CAMACHO, 2006).

**Argamassa:**

A argamassa de assentamento basicamente serve para solidarizar as unidades além de transmitir os esforços de tensões através das unidades de alvenaria, além de absorver pequenas deformações e isolar a entrada de água e vento nas edificações. A composição mais usual é cimento, areia, água e cal, a argamassa deve possuir boa trabalhabilidade, resistência, plasticidade e durabilidade para ter um bom desempenho na sua função requerida (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

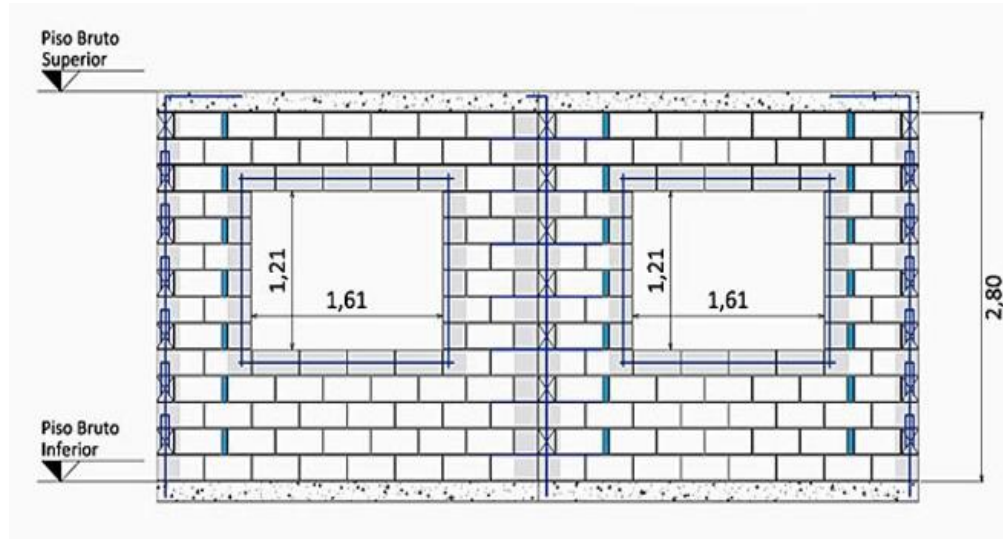
**Graute:**

O graute é uma mistura de cimento, agregado e água, que possui um alto *slump*, que pode ser lançado ou bombeado no local determinado, ele é utilizado para preencher os locais vazados tanto horizontal quanto vertical, de forma a melhorar aderência da armadura, e conseqüentemente aumentar a resistência, algumas vezes pode ser usado para preencher algum espaço entre duas ou mais paredes ou algum outro tipo de elemento, sua principal diferença para o concreto e seu alto *slump* (20 a 25 cm) e sua alta relação água/cimento (PARSEKIAN; HAMID; DRYSDALE, 2013).

**2.2 Tipos de alvenaria estrutural****Alvenaria não armada:**

É um tipo de alvenaria que não é utilizado graute, e o aço presente nesse tipo está apenas nas vergas, contravergas e algum outro tipo de reforço para as aberturas na alvenaria, colabora também para evitar o surgimento de patologias: como trincas, fissuras por acomodação da estrutura, movimentação por efeito sísmico, vento e concentração de tensão (TAUIL; NESE, 2010).

**Figura 2 - Alvenaria não armada**

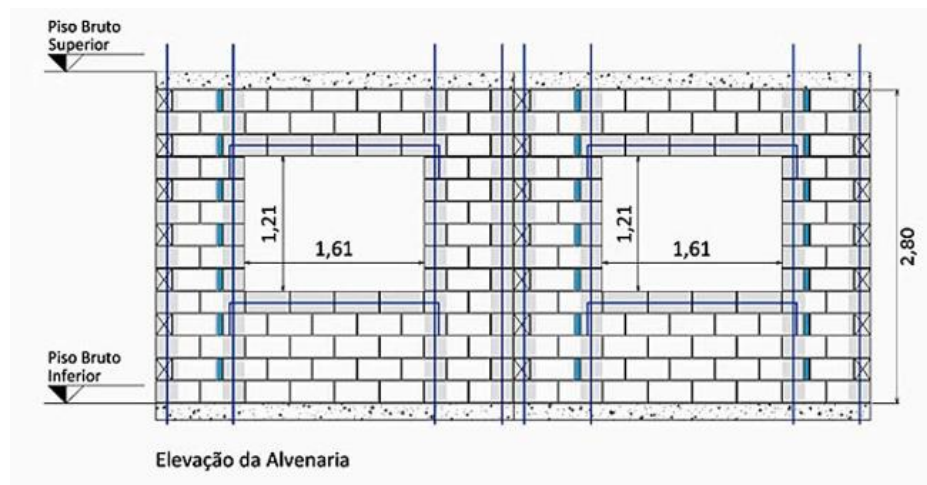


Fonte: (TAUIL; NESE, 2010).

**Alvenaria armada ou parcialmente armada:**

Neste caso a alvenaria possui locais específicos que recebem reforço, devido a necessidade estrutural é usado armaduras passivas como fios, barras e telas de aço, através dos espaços vazios dos blocos onde é grauteado, assim como todas as juntas verticais (TAUIL; NESE, 2010).

**Figura 3 - Alvenaria Armada ou parcialmente armada**



Fonte: (TAUIL; NESE, 2010).



## 2.3 Normas

### Principais normas brasileiras:

- ABNT 15270-1:2017 – Componentes cerâmicos – blocos e tijolos para alvenaria – parte 1: requisitos;
- ABNT 15270-2:2017 - Componentes cerâmicos – blocos e tijolos para alvenaria – parte 2: métodos e ensaios;
- ABNT 6136:2016 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos;
- ABNT 12118: 2013 (versão corrigida de 2014) – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – métodos de ensaio;
- ABNT 16868-1:2020 – Alvenaria estrutural Parte 1: Projeto;
- ABNT 16868-2:2020 – Alvenaria estrutural Parte 2: Execução e controle de obras;
- ABNT 16868-3:2020 – Alvenaria estrutural Parte 3: Método de ensaios.

### Normas internacionais:

- ASTM C 270:2014 – *Standard specification for mortar for unit masonry;*
- ASTM C 476:2016 – *Standard specification for grout for masonry;*
- ASTM C 1006-07:2013 – *Standard test method for splitting tensile strength of masonry units;*
- BS EN 772-16:2011 - *Methods of test for masonry units. Determination of dimension;*
- BS EN 1052-2:2016 - *Methods of test for masonry. Determination of flexural strength.*

## 2.4 Economia aproximada em alvenaria estrutural

**Figura 4 - Custo relativo aproximado entre estruturas convencionais e a alvenaria estrutural. (Brasil)**

Característica da obra	Economia (%)
Quatro pavimentos	25-30
Sete pavimentos sem pilotis com alvenaria não armada	20-25
Sete pavimentos sem pilotis com alvenaria armada	15-20
Sete pavimentos com pilotis	12-20
Doze pavimentos sem pilotis	10-15
Doze pavimentos com pilotis, térreo e subsolo em concreto armado	8-12
Dezoito pavimentos com pilotis, térreo e subsolo em concreto armado	4-6

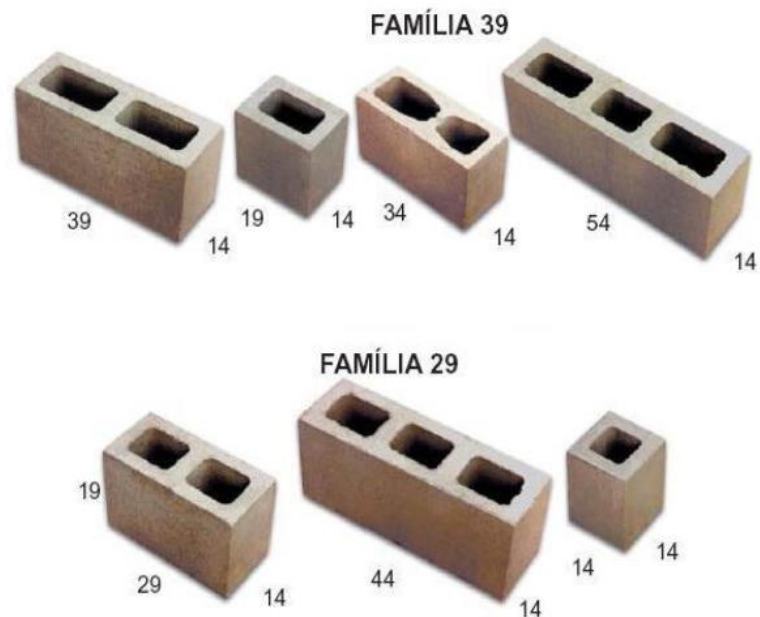
Fonte: (WENDLER, A (2005) apud JUNIOR, 2014).

Obras de até quatro pavimentos tende a uma redução de custos entre 25% a 30% aproximadamente, sendo interessantes para obras de programas habitacionais, e conforme aumenta o número de pavimentos esse valor econômico diminui, vale ressaltar que essa porcentagem aproximada é de 2005 e que pode se alterar para os dias atuais (WENDLER, A (2005) apud JUNIOR, 2014).

## 2.5 Coordenação modular

A coordenação modular serve para ajustar as dimensões da obra, tanto horizontais quanto verticais, pelo número de dimensão básica da unidades, isso permiti evitar cortes e desperdícios durante a fase de execução, deve ser previsto os encontros de paredes, aberturas, os pontos que serão grauteado e passado as ferragens, as ligações de laje e parede, caixas de passagem, colocação de pré-moldados, e as instalações no geral (CAMACHO, 2006).

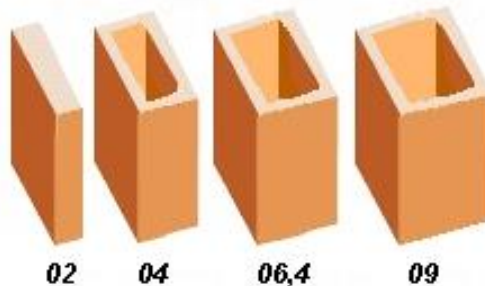
**Figura 5 - Dimensões das famílias de blocos de concreto**



Fonte: [https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/alvenaria-estrutural/blocos\\_concreto.php](https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/alvenaria-estrutural/blocos_concreto.php).

No Brasil as famílias mais comuns de ser encontrado são a “família 29” e a “família 39” em que suas dimensões de comprimento (C), largura (L) e altura (H) são 29x14x19 cm e 39x14x19 cm, para ser feito a distribuição desses blocos é necessário o uso de blocos especiais que fazem parte dessa modulação, porém com dimensões diferentes (MACHADO, 2014).

**Figura 6 - Compensador**



Fonte: <http://www.fkcomercio.com.br>.

Quando necessário ajustes menor que o do módulo, faz se uso de peças chamadas de compensadoras que é um incremento submodular, no caso de um bloco de concreto que a medida modular é  $M = 10$  cm, esse incremento terá sua medida igual a  $M/2 = 5$  cm ou  $4$  cm +  $1$  cm ( ajuste de coordenação) (TAUIL; NESE, 2010).

### **Tipos de amarrações entre paredes:**

De acordo com a ABNT NBR 16868-1: 2020, as amarrações podem ser:

Amarração direta em que o padrão de ligação das paredes é por intertravamento de blocos ou tijolos, respeitando a superposição em toda a espessura, sendo feita com a interpenetração alternada de 50% das fiadas de uma parede na outra ao longo das interfaces comuns.

Amarração indireta neste caso a ligação das paredes com junta vertical ao prumo, no qual o plano de interface comum é atravessado com armaduras normalmente é utilizado grampos metálicos ancorados em furos verticais adjacentes grauteados ou também por tela metálicas ancorados nas juntas de assentamento.

## **2.6 Ações atuantes na alvenaria estrutural**

Segundo a NBR 16868-1:2020, a análise estrutural deve ser levado em consideração todas as ações que produz efeitos significativos a segurança da estrutura, e também levando em conta os prováveis estados-limites último e de serviço.

**Figura 7 - Ações permanentes, variáveis e excepcionais**

		Peso específico
Permanentes	Diretas	Elementos construtivos fixos e instalações permanentes
		Empuxos permanentes dos materiais granulosos ou líquidos não removíveis, que podem ser obtidos na ABNT NBR 6120:2019
	Indiretas	Imperfeições geométricas locais (são consideradas quando do dimensionamento dos diversos elementos estruturais)
		Imperfeições geométricas globais, como o desaprumo para edifícios de múltiplos andares
Variáveis		Cargas acidentais de ocupação, de acordo com a ABNT NBR 6120:2019
		Ações de vento de acordo com a NBR 6123:1988
Excepcionais		Ações decorrentes de explosões, impactos, incêndios e sismos

Fonte: (MOHAMAD, 2020)

De acordo com a NBR 16868-1:2020 as ações são classificadas como:

- Ações permanentes: são ações que os valores apresentam uma pequena variação em sua média por quase toda a vida da estrutura;
- Ações permanentes diretas: no caso de não ter uma avaliação precisa para o peso específico sem revestimento da alvenaria de bloco de concreto vazado, bloco cerâmico vazado, bloco cerâmico maciço e tijolos maciços deve considerar os respectivos valores, 14 kN/m<sup>3</sup>, 12 kN/m<sup>3</sup>, 14 kN/m<sup>3</sup> e 18 kN/m<sup>3</sup>, a norma também diz que deve acrescentar o peso do graute quando for existente;
- Ações permanentes indiretas: são ações causadas por imperfeições geométricas que podem ser locais ou globais, neste último no caso em edifícios de múltiplos andares é considerado um desaprumo global pelo ângulo de desaprumo em radianos.
- Ações variáveis: são ações com uma variação notável ao longo de toda a vida da estrutura, são elas cargas acidentais que atuam sobre a função de uso da estrutura (pessoas, móveis, materiais diversos, veículos, etc) e as forças devido ao vento.
- Ações excepcionais: são aquelas decorrentes no caso de explosões, impactos, incêndios, sismos, etc.

## **2.6 Dimensionamento**

### **Esbeltez**

A NBR 16868-1:2020 diz que o índice de esbeltez é a razão da altura efetiva da parede ou pilar pela espessura, em que é determinado os valores máximos de esbeltez sendo 24 e 30 para não armados e armados respectivamente, e conforme for maior esse valor menor será a resistência a compressão, determinado pelo coeficiente redutor de esbeltez.




### **Compressão simples**

Para blocos de alvenaria com 190mm de altura e com 10mm de junta de argamassa a NBR 16868-1:2020, permite que o valor da compressão pode ser determinado como 70% da resistência característica de prisma  $f_{pk}$ , no caso de tijolos essa resistência pode ser estimada como 60%.

O NBR 16868-3: 2020 dispõe sobre método de ensaio dos primas, a respeito da construção, cada corpo de prova é um prisma oco ou cheio, onde dois blocos são sobrepostos com um junta de assentamento, para tijolos devem ser constituído de quatro tijolos sobrepostos com três juntas de assentamento, sendo eles íntegros e sem defeitos.

A Figura 8 apresenta valores de referência de acordo com a NBR 16868-1:2020 para especificações dos materiais (argamassa e graute) e também quanto a resistência do prisma em relação a resistência do bloco.

**Figura 8 - Recomendação dos materiais da alvenaria estrutural**

Tipo de bloco		$f_{bk}$	$f_a$	$f_{gk}$	$f_{pk}/f_{bk}$	$f_{pk}^*/f_{pk}$	$f_{pk}$	$f_{pk}^*$	Espessura mínima de parede do bloco mm
		MPa					MPa		
Bloco vazado de concreto, conforme a ABNT NBR 6136 (ref. 14 × 39 cm)		3,0	4,0	15,0	0,80	2,00	2,4	4,8	25
		4,0	4,0	15,0	0,80	2,00	3,2	6,4	25
		6,0	6,0	15,0	0,75	1,75	4,5	7,9	25
		8,0	6,0	20,0	0,75	1,75	6,0	10,5	25
		10,0	8,0	20,0	0,70	1,75	7,0	12,3	25
		12,0	8,0	25,0	0,70	1,60	8,4	13,4	25
		14,0	12,0	25,0	0,70	1,60	9,8	15,7	25
		16,0	12,0	30,0	0,65	1,60	10,4	16,6	25
		18,0	14,0	30,0	0,65	1,60	11,7	18,7	25
		20,0	14,0	35,0	0,60	1,60	12,0	19,2	25
		22,0	18,0	35,0	0,55	1,60	12,1	19,4	25
24,0	18,0	40,0	0,55	1,60	13,2	21,1	25		
Bloco cerâmico de parede vazada, conforme a ABNT NBR 15270-1 (ref. 14 × 29 cm)		4,0	4,0	15,0	0,50	1,60	2,0	3,2	8
		6,0	6,0	15,0	0,50	1,60	3,0	4,8	8
		8,0	6,0	20,0	0,50	1,60	4,0	6,4	8
		10,0	8,0	25,0	0,45	1,60	4,5	7,2	8
		12,0	8,0	25,0	0,45	1,60	5,4	8,6	8
Bloco cerâmico de parede maciça, conforme a ABNT NBR 15270-1 (ref. 14 × 29 cm)		10,0	8,0	20,0	0,60	1,60	6,0	9,6	22
		14,0	12,0	25,0	0,60	1,60	8,4	13,4	25
		18,0	15,0	30,0	0,60	1,60	10,8	17,3	30

$f_{pk}^*$  = resistência de prisma cheio.

Fonte: NBR 16868-1:2020.

### Flexão simples

A alvenaria é um tipo de material com baixa resistência a tração, se comparada a compressão que ela resiste, no caso da alvenaria não armada a resistência a tração será dada pela resistência da argamassa (traço) utilizada, neste caso a alvenaria é dimensionada no estágio I, em que a máxima tensão de tração inferior a resistida por ela, quando a tração é maior necessita de armaduras na região comprimida (PARSEKIAN, 2012).

## Cisalhamento

O cisalhamento na alvenaria estrutural segue a resistência de Coulomb ( $\tau = \tau_0 + \mu\sigma$ ), em que uma parte inicial da resistência devido a aderência é aumentada pelo nível de pré-compressão. O valor dessa parcela de resistência depende do traço da argamassa usada, ela influencia a aderência inicial ( $\tau_0$ ) e o nível de pré-compressão ( $\mu\sigma$ ), a partir do coeficiente de atrito  $\mu = 0,5$  (PARSEKIAN, 2012). A Figura 9 abaixo apresenta os valores característicos ao cisalhamento em juntas horizontais segundo a norma NBR 16868-1:2020.

**Figura 9 - Valores característicos da resistência ao cisalhamento em juntas horizontais de paredes ( $f_{vk}$ )**

Resistência média a compressão da argamassa	$f_{vk}$ MPa
Entre 1,5 e 3,4 MPa	$0,10 + 0,5 \sigma \leq 1,0$
Entre 3,5 e 7,0 MPa	$0,15 + 0,5 \sigma \leq 1,4$
Acima de 7,0 MPa	$0,35 + 0,5 \sigma \leq 1,7$
$\sigma$ é a tensão normal de pré-compressão na junta, considerando-se apenas as ações permanentes ponderadas por coeficiente igual a 0,9 (ação favorável).	

Fonte: NBR 16868-1:2020.

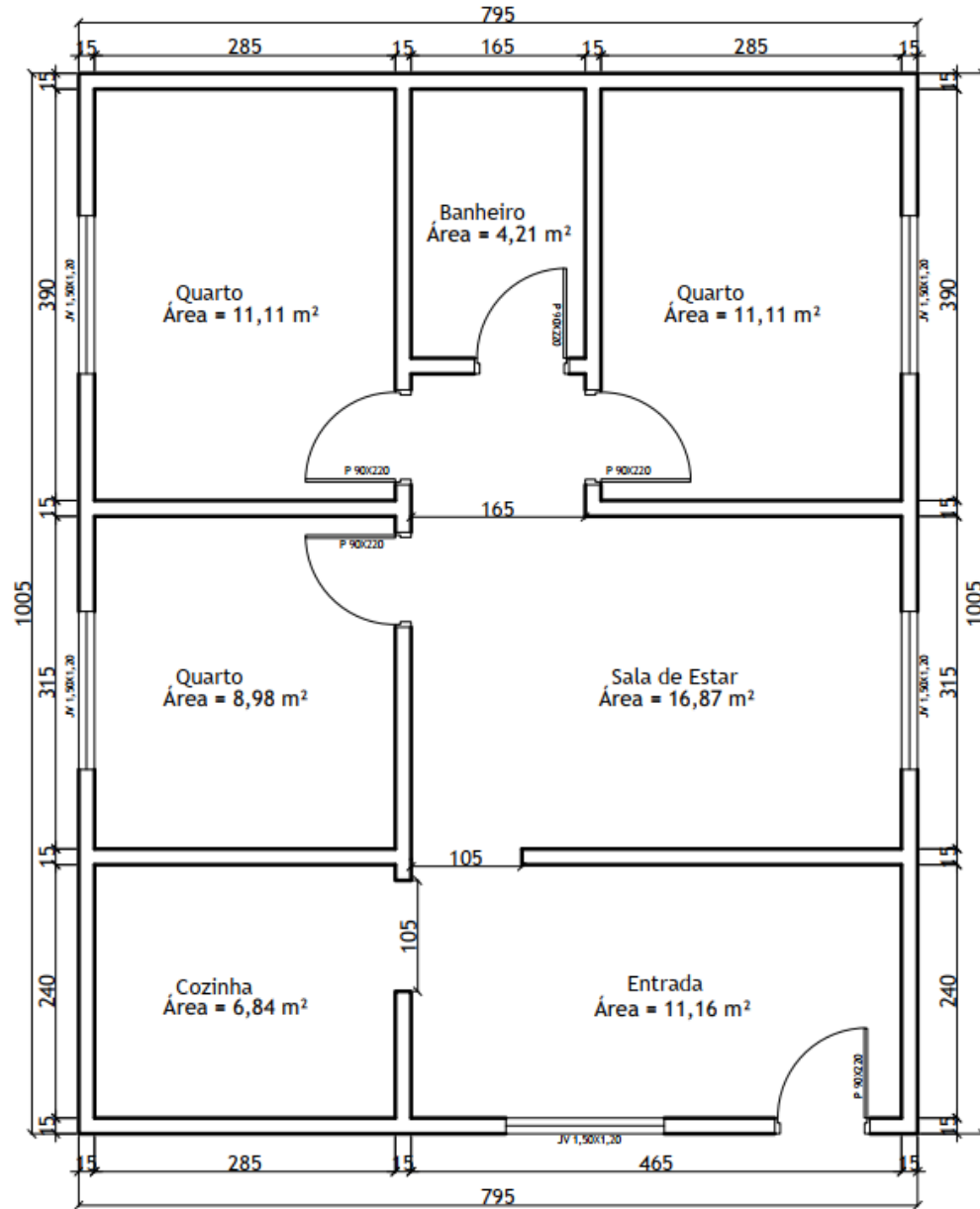
## 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

### 3.1 Planta baixa

A Figura 10, apresentada abaixo, é a planta baixa que será realizado o dimensionamento, no qual seus ambientes foram divididos em 3 quartos, 1 banheiro, 1 sala de estar, 1 cozinha e 1 entrada, totalizando uma área construída de aproximadamente 80 m<sup>2</sup> com pé direito de 2,80 m no qual foi realizado a modulação. Mais informação no APÊNDICE A.



**Figura 10 - Planta Baixa da residencial**



Fonte: Autor

### 3.2 Carregamento vertical

Neste passo será determinado o carregamento vertical atuante nesta residência, por possuir apenas um pavimento térreo esta carga sobre as paredes' será proveniente apenas das lajes e telhado. Neste caso, as lajes serão maciças, e por pré-dimensionamento foi determinado que a altura

da laje será de 10 cm, baseado na NBR 6118:2014 que determina que lajes maciças de cobertura não em balanço devem ter no mínimo 7 cm de espessura.

As ações permanentes a serem consideradas são o peso próprio da laje sobre as paredes, que foi determinado a partir do produto do peso específico do concreto segundo a NBR 6120:2019, sendo  $25 \text{ kN/m}^3$  e a espessura da laje de 10 cm, a carga permanente de telha cerâmicas em geral (exceto tipo germânica e colonial) de acordo com a NBR 6120:2019 é  $0,7 \text{ kN/m}^2$ , também foi considerado o peso próprio da parede, obtida pelo produto da altura da parede, o peso específico do bloco cerâmico vazado de  $12 \text{ kN/m}^3$  segundo a NBR 16868:2020, e a espessura do bloco de 14 cm, além disso foi considerado o graute presente na cinta de amarração. Quanto a carga acidental, foi adotado uma carga de  $0,1 \text{ kN/m}^2$  de forro acessível para manutenção e sem estoque de materiais.

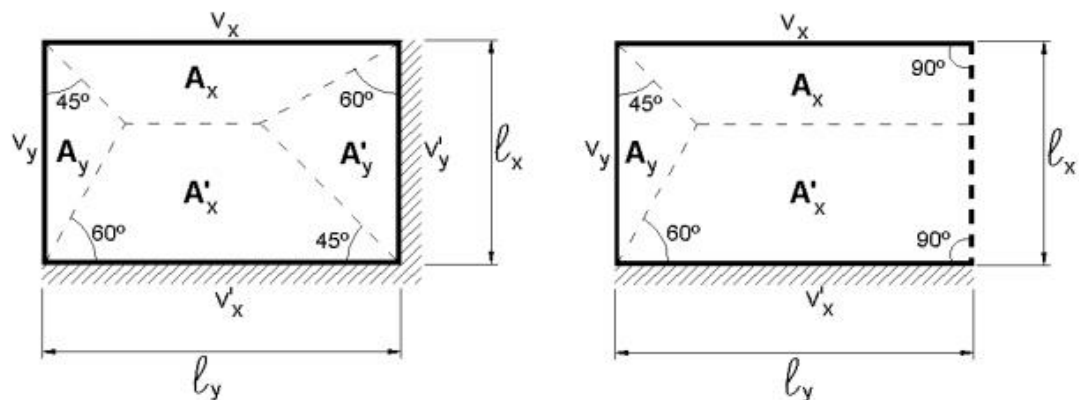
As reações de apoio das lajes maciças sobre a alvenaria foi realizado através do método das charneiras plásticas que pode ser obtido aproximando as retas inclinadas segundo a NBR 6118:2014, para apoios do mesmo tipo possuirá ângulo de  $45^\circ$  e para apoios diferentes o ângulo de  $60^\circ$  para o apoio engastado e se a borda vizinha for livre possuirá um ângulo de  $90^\circ$  partindo do apoio, segue abaixo a representação dos apoios Figura 11 e a Equação (1) de reação sobre o apoio.

**Figura 11 - Tipos de apoio**

Borda livre	Borda simplesmente apoiada	Borda engastada
-----	—————	// // // // //

Fonte: (PINHEIRO; MUZARDO; SANTOS, 2003)

**Figura 12 - Áreas de influencia**



Fonte: (PINHEIRO; MUZARDO; SANTOS, 2003)

$$R_i = \frac{q \cdot A_{inf}}{L_{ap}} \quad (1)$$

Onde:

$R_i$  - Reação no apoio;

$q$  - Carga uniformemente distribuída;

$A_{inf}$  - Área de influência correspondente ao apoio;

$L_{ap}$  - Comprimento do apoio.

### 3.3 Compressão simples

Primeiramente foi calculado o índice de esbeltez dado pela Equação (2), como determina a NBR 16868-1:2020.

$$\lambda = \frac{h_e}{t_e} \quad (2)$$

$\lambda$  – índice de esbeltez;

$h_e$  – altura efetiva;

$t_e$  – espessura efetiva.

A resistência a compressão na alvenaria estrutural é determinada segundo os parâmetros da NBR 16868-1:2020 através da relação (3) abaixo, foi adotado um bloco de cerâmico com  $F_{bk}$  de 6 MPa e possuindo um  $f_{pk}$  de 3 MPa:

$$\frac{\gamma_f \cdot N_k}{A} \leq \left\{ \begin{array}{l} 1,0 \text{ paredes} \\ 0,9 \text{ pilares} \end{array} \right\} \cdot \frac{0,7 f_{pk}}{\gamma_m} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{\lambda}{40} \right)^3 \right] \quad (3)$$

Onde:

$\gamma_f$ ,  $\gamma_m$  – Coeficiente de ponderação de ações e resistência 1,4 e 2 respectivamente;

$N_k$  – Força normal característica;

$A$  – Área bruta da seção transversal;

$f_{pk}$  – Resistência característica de compressão simples do prisma;

$R$  – coeficiente redutor devido a esbeltez da parede  $R = \left[ 1 - \left( \frac{\lambda}{40} \right)^3 \right]$ ;

$\lambda$  – índice de esbeltez.

### 3.4 Flexão simples

Foi calculado primeiramente o momento, no qual é dado pela Equação (4) abaixo:

$$M_d = 1,4 \cdot \frac{q \cdot l^2}{8} \quad (4)$$

Onde:

$M_d$  – Momento de cálculo;

$q$  - Carga uniformemente distribuída.

A partir do momento de cálculo foi utilizado a tabela KMD, que é determinado esse valor a partir pela equação (5) abaixo.

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot d^2 \cdot \frac{f_{pd}}{\gamma_m}} \quad (5)$$

$M_d$  – Momento de cálculo;

$b$  – Largura da seção transversal;

$d$  – altura útil da seção transversal;

$f_{pd}$  – Resistência a compressão de cálculo do prisma;

$\gamma_m$  – Coeficiente de ponderação de resistência, valor adotado 2.

Com o valor de KMD a tabela fornece o valor de  $K_z$ , que é utilizado para encontrar área de aço, pela Equação (6) abaixo.

$$A_s = \frac{M_d}{K_z \cdot d \cdot f_s} \quad (6)$$

Onde:

$A_s$  – Área de aço para armadura longitudinal;

$M_d$  – Momento de cálculo;

$d$  – altura útil da seção transversal;

$f_s$  – resistência do aço minorada.

A NBR 16868-1:2020 determina que elementos predominantemente fletidos deve possuir uma área de armadura mínima de 0,15%  $b \times d$ .

### 3.5 Cisalhamento

A resistência a compressão da argamassa adotada foi de 6 MPa, sendo que a resistência característica de cisalhamento em juntas horizontais para essa argamassa segundo a NBR 16868:2020, determina a seguinte Equação (7) para verificação:

$$f_{vk} = 0,15 + 0,5\sigma \leq 1,4 \text{ MPa} \quad (7)$$

Onde:

$f_{vk}$  – Resistência característica ao cisalhamento em juntas horizontais de parede;

$\sigma$  – tensão normal de pré-compressão na junta, considerando as ações permanentes ponderada por coeficiente igual a 0,9.

Para elementos submetidos a flexão com armaduras perpendiculares ao plano de cisalhamento e imersa em graute e determinada pela seguinte Equação (8):

$$f_{vk} = 0,35 + 17,5\rho \leq 0,7 \text{ MPa} \quad (8)$$

Onde:

$f_{vk}$  – Resistência característica ao cisalhamento em juntas horizontais de parede;

$\rho$  – Taxa geométrica de armadura com limite máximo de 2%.

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \quad (9)$$

Onde:

$A_s$  – Área de aço da armadura principal de flexão;

$b$  – Largura da seção transversal;

$d$  – altura útil da seção transversal.

Em seguida deve-se fazer a determinada verificação através da relação (10) dos esforços de cisalhamento:

$$\frac{V_k \cdot \gamma_f}{b \cdot d} \leq \frac{f_{vk}}{\gamma_m} \quad (10)$$

Onde:

$V_k$  – Força cortante.

$\gamma_f$  - Coeficiente de ponderação de ações, valor adoto de 1,4;

$b$  – Largura da seção transversal;

$d$  – altura útil da seção transversal;

$f_{vk}$  – Resistencia característica ao cisalhamento em juntas horizontais de parede;

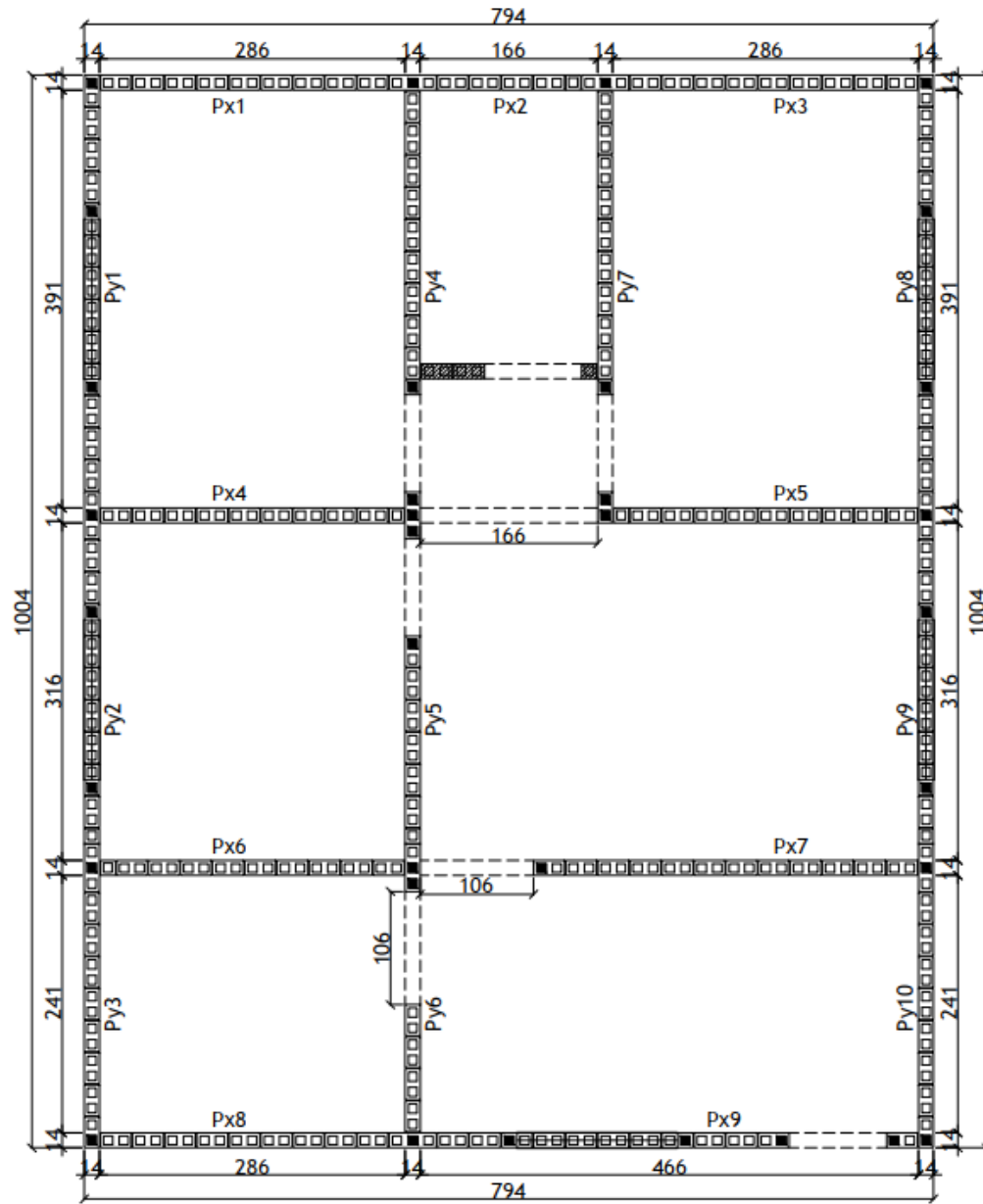
$\gamma_m$  – Coeficiente de ponderação de resistência, valora adotado 2.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

### 4.1 Modulação

Foi realizado a modulação como mostra as Figura 13 e 14 e um exemplo de corte na Figura 15, da planta utilizando blocos cerâmicos de parede vazada da família 29, sendo as medidas LxCxA em centímetros, bloco inteiro 14x29x19, meio bloco 14x14x19, bloco e meio 14x44x19, canaleta 14x29x19 e meia canaleta 14x14x19, e considerando uma junta de argamassa de 1 cm entre os blocos. Mais informação da planta no APÊNDICE A.

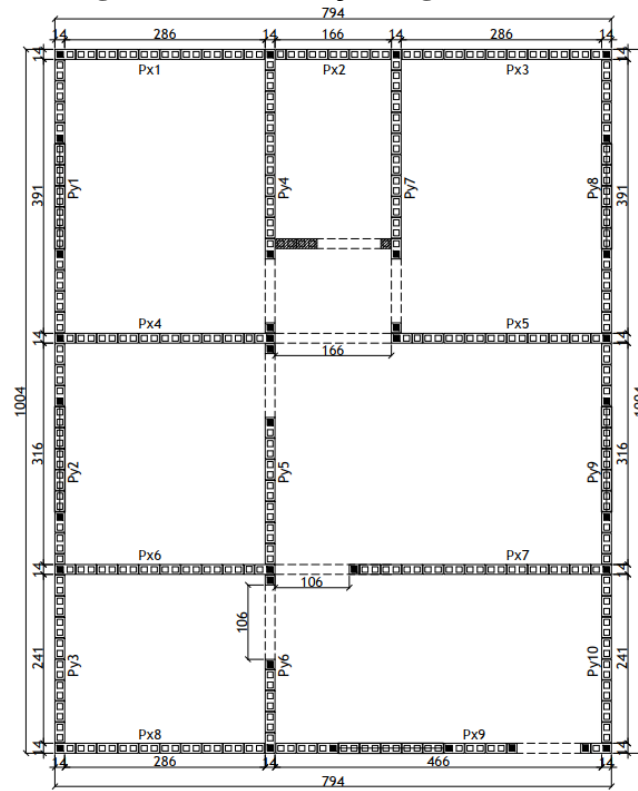
**Figura 13 - Modulação Primeira Fiada**



Fonte: Autor

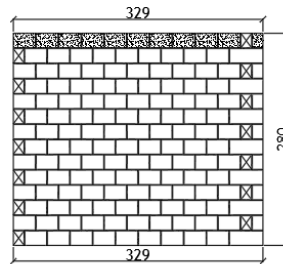
Foi determinado também os pontos de grautes, sendo esses nas amarrações em L, T e em cruz, e também nas regiões de aberturas, portas, janelas e qualquer outro tipo de abertura, foi nomeada as paredes em função do eixo horizontal e vertical em que a paredes está disposta.

**Figura 14 - Modulação Segunda Fiada**

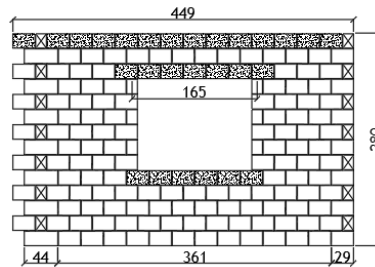


Fonte: Autor

**Figura 15- Corte paredes PX1 e PY1**



CORTE PX1  
ESCALA: 1:50



CORTE PY1  
ESCALA: 1:50

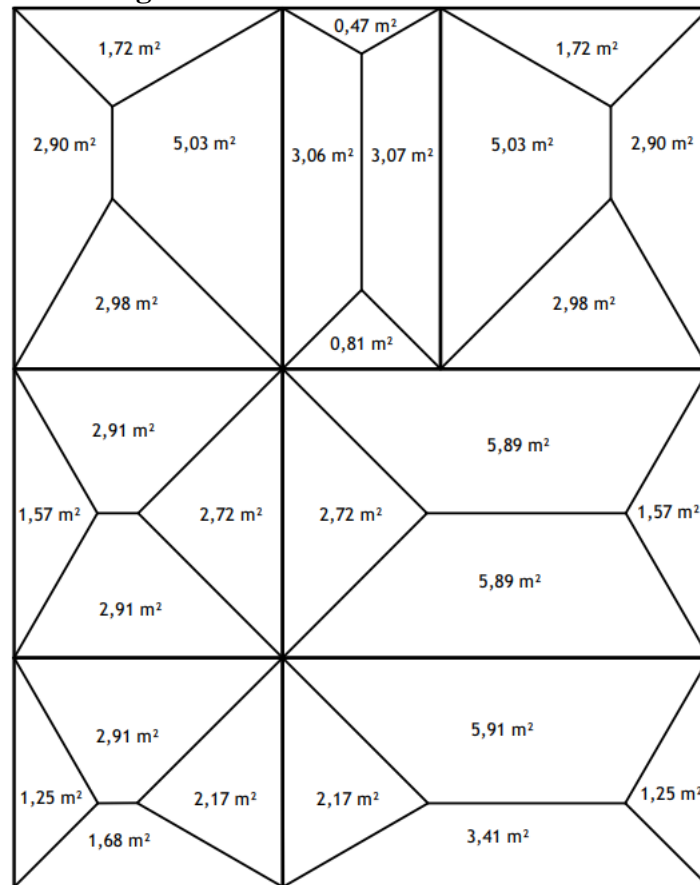
Fonte: Autor



## 4.2 Reações das lajes

As reações das lajes foram calculadas utilizando o método das charneiras, apresentando as seguintes áreas de influência, conforme mostra a Figura 16, e no APÊNDICE B.

**Figura 16- Áreas de influência**



Fonte: Autor

Através das áreas de influência obtive os resultados abaixo, conforme a Tabela 1. A parede Px7, está sobre a maior área, logo é a que recebe o maior carregamento e a Px2 recebe o menor carregamento decorrente da menor área. A carga permanente total encontrada foi de 3,2 kN/m² e acidental 0,1 kN/m².

**Tabela 1 - Reações das lajes**

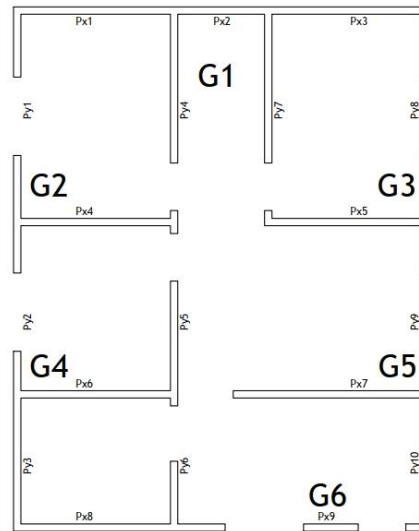
Parede	Área Inf. (m <sup>2</sup> )	L apoio (m)	R,gk (kN/m)	R,qk (kN/m)	R,total (kN/m)
Px1	1,72	3,00	1,83	0,06	1,89
Px2	0,47	1,80	0,84	0,03	0,86
Px3	1,72	3,00	1,83	0,06	1,89
Px4	5,89	3,00	6,28	0,20	6,48
Px5	8,87	3,00	9,46	0,30	9,76
Px6	5,82	3,15	5,91	0,18	6,10
Px7	11,80	3,60	10,49	0,33	10,82
Px8	1,68	3,15	1,71	0,05	1,76
Px9	3,41	3,00	3,64	0,11	3,75
Py1	2,90	4,05	2,29	0,07	2,36
Py2	1,57	3,15	1,59	0,05	1,64
Py3	1,25	2,55	1,57	0,05	1,62
Py4	8,49	4,05	6,71	0,21	6,92
Py5	5,56	3,15	5,65	0,18	5,82
Py6	4,34	2,55	5,45	0,17	5,62
Py7	8,49	4,05	6,71	0,21	6,92
Py8	2,90	4,05	2,29	0,07	2,36
Py9	1,57	3,15	1,59	0,05	1,64
Py10	1,25	2,55	1,57	0,05	1,62

Fonte: Autor

### 4.3 Compressão simples

Foi realizado o agrupamento das paredes conforme a Figura 17 e APÊNDICE B. Esses grupos são determinados pelas aberturas, onde as cargas são uniformizadas sobre cada grupo, pois leva em consideração as interações entre as paredes, permitindo que seja feito o dimensionamento mais eficiente e seguro do que se fosse considerado paredes isoladas. O carregamento permanente considerado foi a reação da laje e o peso próprio da parede encontrado foi de 5,04 kN/m.

Figura 17 - Grupos



Fonte: Autor

Utilizando a relação dado pela Equação (3) obteve-se os seguintes resultados dados pelas Tabelas 2 e 3, também se encontra no APÊNDICE C, onde foi feito a verificação dos esforços a compressão simples, para um bloco com  $f_{bk}$  6 MPa e um  $f_{pk}$  de 3 MPa.

Tabela 2 – Carregamento dos grupos de parede

Grupo	Parede	L (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Abertura (m)	Gk Parede (kN/m)	qk Parede (kN/m)	Grupo Gk (kN)	Grupo qk (kN)	Carga Total Grupo (kN)	Tensão Grupo (kN/m <sup>2</sup> )	Tensão Grupo (MPa)
G1	Px1	3,00	1,93	0,00	6,88	0,06	20,64	0,17	189,11	97,88	0,10
	Px2	1,80		0,00	5,88	0,03	10,58	0,05			
	Px3	3,00		0,00	6,88	0,06	20,64	0,17			
	Py1	1,20		1,50	7,34	0,07	14,30	0,14			
	Py4	1,80		0,91	11,75	0,21	26,50	0,47			
	Py7	1,80		0,91	11,75	0,21	26,50	0,47			
	Py8	1,20		1,50	7,34	0,07	14,30	0,14			
G2	Px4	3,00	0,79	0,00	11,33	0,20	33,98	0,59	106,30	135,34	0,14
	Py1	1,20		1,50	7,34	0,07	14,30	0,14			
	Py2	0,97		1,50	6,64	0,05	11,42	0,09			
	Py4	0,22		0,91	11,75	0,21	7,93	0,14			
	Py5	0,22		0,91	10,69	0,18	7,22	0,12			
G3	Px5	3,00	0,76	0,00	14,51	0,30	43,52	0,89	109,89	145,36	0,15
	Py7	0,22		0,91	11,75	0,21	7,93	0,14			
	Py8	1,20		1,50	7,34	0,07	14,30	0,14			
	Py9	0,98		1,50	6,64	0,05	11,49	0,09			
G4	Px6	3,00	1,96	0,00	10,96	0,18	32,87	0,55	204,07	104,04	0,10
	Px8	3,00		0,00	6,75	0,05	20,25	0,16			
	Px9	0,98		1,50	8,68	0,11	15,02	0,20			
	Py2	0,83		1,50	6,64	0,05	10,49	0,08			
	Py3	2,55		0,00	6,61	0,05	16,86	0,13			
	Py5	2,16		0,91	10,69	0,18	27,96	0,46			
	Py6	1,49		0,91	10,49	0,17	20,40	0,33			
G5	Px9	0,37	1,03	0,00	8,68	0,11	3,21	0,04	120,22	116,99	0,12
	Px7	3,60		0,00	15,53	0,33	55,92	1,18			
	Py9	0,82		0,91	6,64	0,05	8,46	0,06			
	Py10	2,55		0,00	6,61	0,05	16,86	0,13			
G6	Px9	1,40	0,20	2,41	8,68	0,11	22,61	0,30	32,08	163,65	0,16

Fonte: Autor

**Tabela 3 - Verificação a compressão simples**

Grupo	Tensão solicitante (MPa)	Fbk (MPa)	Tensão resistente (MPa)
G1	0,10	6,00	0,92
G2	0,14	6,00	0,92
G3	0,15	6,00	0,92
G4	0,10	6,00	0,92
G5	0,12	6,00	0,92
G6	0,16	6,00	0,92

Fonte: Autor

Verificou-se que por ser uma residência popular de um pavimento, os carregamentos obtidos são baixos pelo carregamento ser basicamente da laje de cobertura e telhado, para o bloco com fbk 6 MPa utilizado apresenta uma resistência muito maior do que a solicitada sendo o suficiente para resistir aos esforços de compressão como mostra a Tabela 3, o índice de esbeltez calculado foi 20, permitindo ser feito em alvenaria não armada, o coeficiente redutor devido a esbeltez encontrado foi 0,875.

#### 4.4 Flexão simples

Foi realizado o dimensionamento a flexão simples das vergas, utilizando a tabela de KMD para obter área de aço das armaduras longitudinais e obteve os resultados seguintes na Tabela 4.

**Tabela 4 - Dimensionamento a flexão simples verga**

Parede	Abertura (m)	Reação laje (kN/m)	A inf. (m <sup>2</sup> )	Carga Total (kN/m)	Md (kN.m)	KMD	Kz	As (cm <sup>2</sup> )
Px4,Px5	1,80	2,84	0,72	2,43	1,38	0,261	0,812	0,52
Px6,Px7	1,20	-	0,360	0,50	0,13	0,024	0,985	0,04
Px9 P	1,05	-	0,280	0,45	0,09	0,016	0,991	0,03
Px9 J	1,65	3,75	0,620	2,38	1,13	0,214	0,851	0,41
Py1	1,65	2,36	0,620	1,73	0,82	0,156	0,899	0,28
Py2	1,65	1,64	0,620	1,40	0,67	0,126	0,920	0,22
Py4	1,05	-	0,280	1,60	0,31	0,058	0,963	0,10
Py5	1,05	-	0,280	0,45	0,09	0,016	0,991	0,03
Py6	1,20	-	0,360	0,50	0,13	0,024	0,985	0,04
Py7	1,05	-	0,280	0,45	0,09	0,016	0,991	0,03
Py8	1,65	2,36	0,620	1,73	0,82	0,156	0,899	0,28
Py9	1,65	1,64	0,620	1,40	0,67	0,126	0,920	0,22

Fonte: Autor

A maior área de aço calculada nas vergas, foi na abertura entre as paredes Px4 e Px5 na devido ao fato de possuírem um vão grande e receberem uma carga grande da laje, possuindo uma área de aço de 0,52 cm<sup>2</sup>, optou-se por 1 barras de 10 mm, com essa armadura a área de aço passa a ser 0,80 cm<sup>2</sup> sendo mais que o suficiente, e também respeitando a área de aço mínima calculada que foi de 0,40 cm<sup>2</sup>. Nota-se que as aberturas com menores vãos não recebem carregamento da laje devido a dispersão de carga vertical.

Para contraverga segue o mesmo parâmetro de armadura que a verga, no caso das cintas de amarração não foi feito o dimensionamento, foi determinado apenas 1 barra de 10 mm também, sendo essa armadura o suficiente e respeitando a área de aço mínima pela NBR 16868-1:2020.

#### 4.4 Cisalhamento

A verificação de cisalhamento foi feita para as paredes, adotando uma argamassa com resistência de 6 MPa a sua resistência média fica entre 3,5 e 7 MPa e foi utilizado Equação (7) para verificação, com isso chegou aos resultados da Tabela 5.

**Tabela 5 - Verificação de cisalhamento nas paredes**

Parede	Gk Parede (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	Fvk (kN/m <sup>2</sup> )
Px1	49,13	44,22	22,26
Px2	42,00	37,80	19,05
Px3	49,13	44,22	22,26
Px4	80,90	72,81	36,56
Px5	103,61	93,25	46,77
Px6	78,26	70,43	35,37
Px7	110,95	99,85	50,08
Px8	48,22	43,40	21,85
Px9	62,01	55,81	28,05
Py1	52,40	47,16	23,73
Py2	47,23	42,51	21,40
Py3	47,23	42,51	21,40
Py4	83,94	75,55	37,92
Py5	76,37	68,74	34,52
Py6	74,93	67,44	33,87
Py7	47,23	42,51	21,40
Py8	52,40	47,16	23,73
Py9	47,42	42,68	21,49
Py10	47,23	42,51	21,40

Fonte: Autor

O Fvk encontrado foi abaixo do 1400 kN/m<sup>2</sup> em todas as paredes significa que a argamassa é suficiente para combater os esforços de cisalhamento sem a necessidade de armadura transversal, pois ela é dimensionada no estágio I, em que maior tensão de tração solicitada, é menor que a resistida pela alvenaria.

Foi verificada a resistência a cisalhamento das vergas, utilizando a relação da Equação (10), os resultados obtidos estão dispostos na Tabela 6 abaixo.

**Tabela 6 - Verificação de cisalhamento nas vergas**

Parede	Abertura (m)	Carga Total (kN/m)	Vd (kN)	$\tau_{vd}$ (kN/m <sup>2</sup> )	Fvd (kN/m <sup>2</sup> )
Px4, Px5	1,80	2,43	3,07	145,97	208,33
Px6, Px7	1,20	0,50	0,42	20,16	208,33
Px9 P	1,05	0,45	0,33	15,68	208,33
Px9 J	1,65	2,38	2,74	130,63	208,33
Py1	1,65	1,73	2,00	95,15	208,33
Py2	1,65	1,40	1,61	76,78	208,33
Py4	1,05	1,60	1,18	56,00	208,33
Py5	1,05	0,45	0,33	15,68	208,33
Py6	1,20	0,50	0,42	20,16	208,33
Py7	1,05	0,45	0,33	15,68	208,33
Py8	1,65	1,73	2,00	95,15	208,33
Py9	1,65	1,40	1,61	76,78	208,33

Fonte: Autor

Como mostra a Tabela 6 a tensão solicitada de cisalhamento é menor que a resistida em todas as paredes, logo não foi necessário utilizar armadura transversal contra cisalhamento nas vergas e contravergas, pois a armadura longitudinal é suficiente para resistir a esses esforços de cisalhamento.

#### 4.5 Análise de dado

De acordo com os resultados obtidos, nota-se que por se tratar de uma residência popular de um pavimento, é previsto que o carregamento nesta edificação seria baixo, logo não haveria necessidade de executar em alvenaria estrutural armada, e realizando o levantamento de cargas verticais e executando o dimensionamento confirmou a expectativa.

O baixo quantitativo de armaduras encontrado é um dos pontos de vantagem de se utilizar alvenaria estrutural, sendo um bom resultado quando se trata de uma residência popular, em que o custo é um fator muito importante, e ainda assim mantendo uma estrutura segura.

No caso dimensionado não houve a necessidade de uso de armaduras de cisalhamento e graute apenas pontos construtivos como aberturas e amarrações, mas caso tivesse a necessidade poderia optar por graute em furos intercalados elevando a sua resistência.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A alvenaria estrutural nos últimos anos tem sido atrativos as construtoras, pelo fato de ser um sistema racionalizado, que tende a gerar economia e uma maior rapidez de execução, assim o trabalho buscou demonstrar o dimensionamento de uma residência popular.

O objetivo deste trabalho foi alcançado, visto que o dimensionamento foi realizado e obtido resultados satisfatórios, e para realizar os cálculos foi necessário apenas planilhas de cálculo e *software* para confecção das plantas, dito isso o processo de dimensionamento se mostrou simples no que tange ao cálculo de uma residência popular de um pavimento.

Por fim a realização deste trabalho proporcionou uma maior familiaridade com o sistema construtivo em alvenaria estrutural, pois não é comum estar nas grades dos cursos de Engenharia Civil nas faculdades, e também visto ainda que ainda há poucos material tratando da norma recente a NBR 16868:2020, o trabalho buscou se atentar sempre a ela.

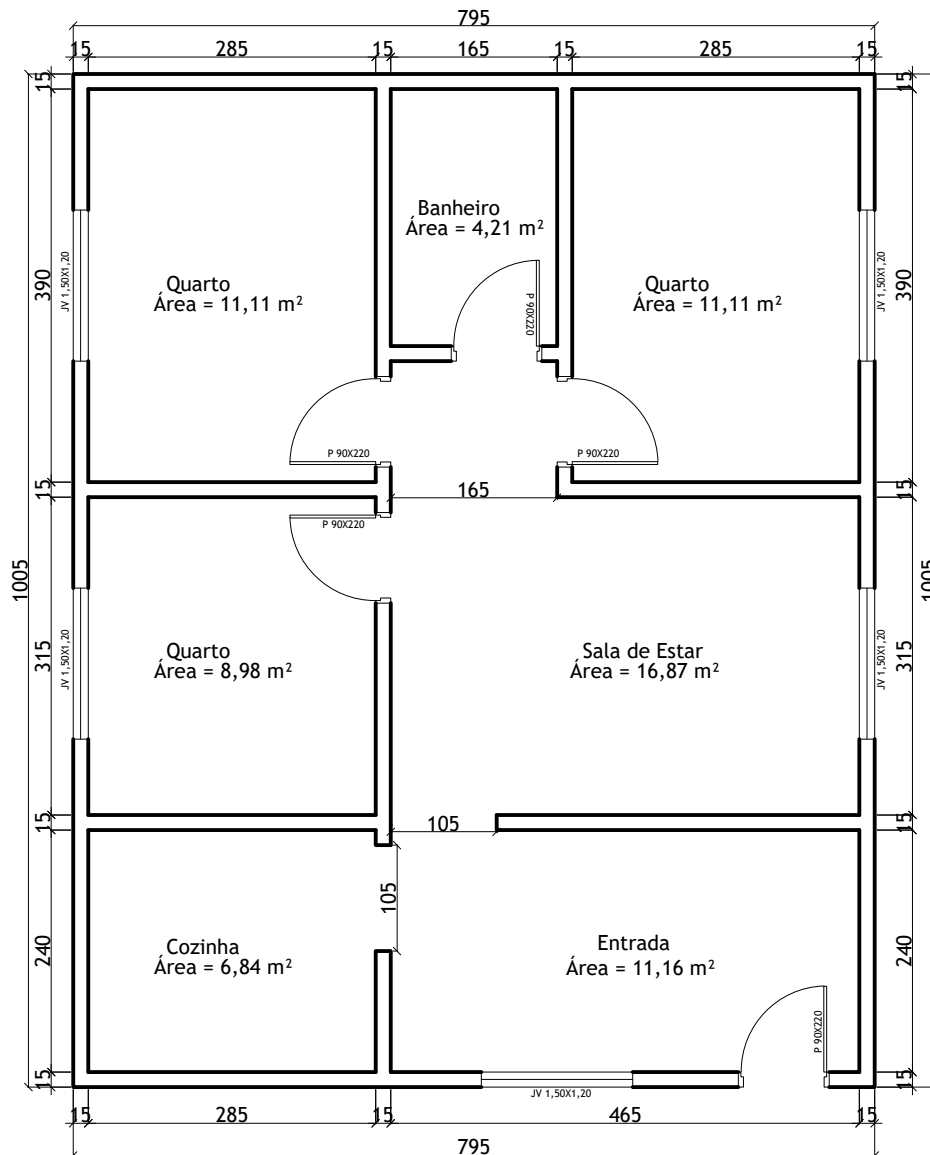
## REFERÊNCIAS

- ALVENARIA ESTRUTURAL. **Blocos e Tijolos de Concreto**. Disponível em: [https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/alvenaria-estrutural/blocos\\_concreto.php](https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/alvenaria-estrutural/blocos_concreto.php). Acesso em: 04 abril. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estrutura de concreto armado - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Ações para cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16868-1**: Alvenaria estrutural -Parte1: Projeto. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16868-3**: Alvenaria estrutural –Parte3: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2020.
- CAMACHO, J. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. p. 53, 2006.
- FK Comércio. **Bloco cerâmico**. Disponível em: [http://www.fkcomercio.com.br/bloco\\_ceramico.html](http://www.fkcomercio.com.br/bloco_ceramico.html). Acesso em: 04 abril. 2022.
- JUNIOR, A. L. M. **Comparativo dos Custos de Sistemas Construtivos em Concreto Armado e Alvenaria Estrutural- Estudo de Caso em Santana Do Livramento/Rs**. p. 85, 2014.
- JUNIOR, L. A. A. M. DE A. et al. **Alvenaria estrutural na construção civil**. Revista Eletrônica TECCEN, v. 11, n. 2, p. 16–22, 4 dez. 2018.
- MACHADO, J. F. **Diretrizes Para Projetos em Alvenaria Estrutural – Modulação E Detalhamentos**. p. 91, 2014.
- MOHAMAD, G. **Construções em Alvenaria Estrutural: Materiais, projeto e desempenho**. 2ª Edição ed. [s.l.] Editora Blucher, 2020.
- MOHAMAD, G.; MACHADO, D. W. N.; JANTSCH, A. C. A. **Alvenaria Estrutural: Construindo o Conhecimento**. 1ª edição ed. [s.l.] Blucher, 2017.
- PARSEKIAN, G. A. **Parâmetro de Projeto de Alvenaria Estrutural com Blocos de Concreto**. São Carlos: Edufscar, 2012.
- PARSEKIAN, G. A.; HAMID, A. A.; DRYSDALE, R. G. **Comportamento e Dimensionamento de Alvenaria Estrutural**. 2ª edição ed. [s.l.] Edufscar, 2013.
- PINHEIRO, L. M.; MUZARDO, C. D.; SANTOS, S. P. **Lajes Maciças – Capítulo 1**. p. 29, 2003.
- RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.



TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. 1ª Edição ed. São Paulo: Editora Pini, 2010.

## **APÊNDICE A – PROJETO**



PLANTA BAIXA  
 ESCALA: 1:75

# UNICEPLAC - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos





Projetista: Rafael Moraes Pereira

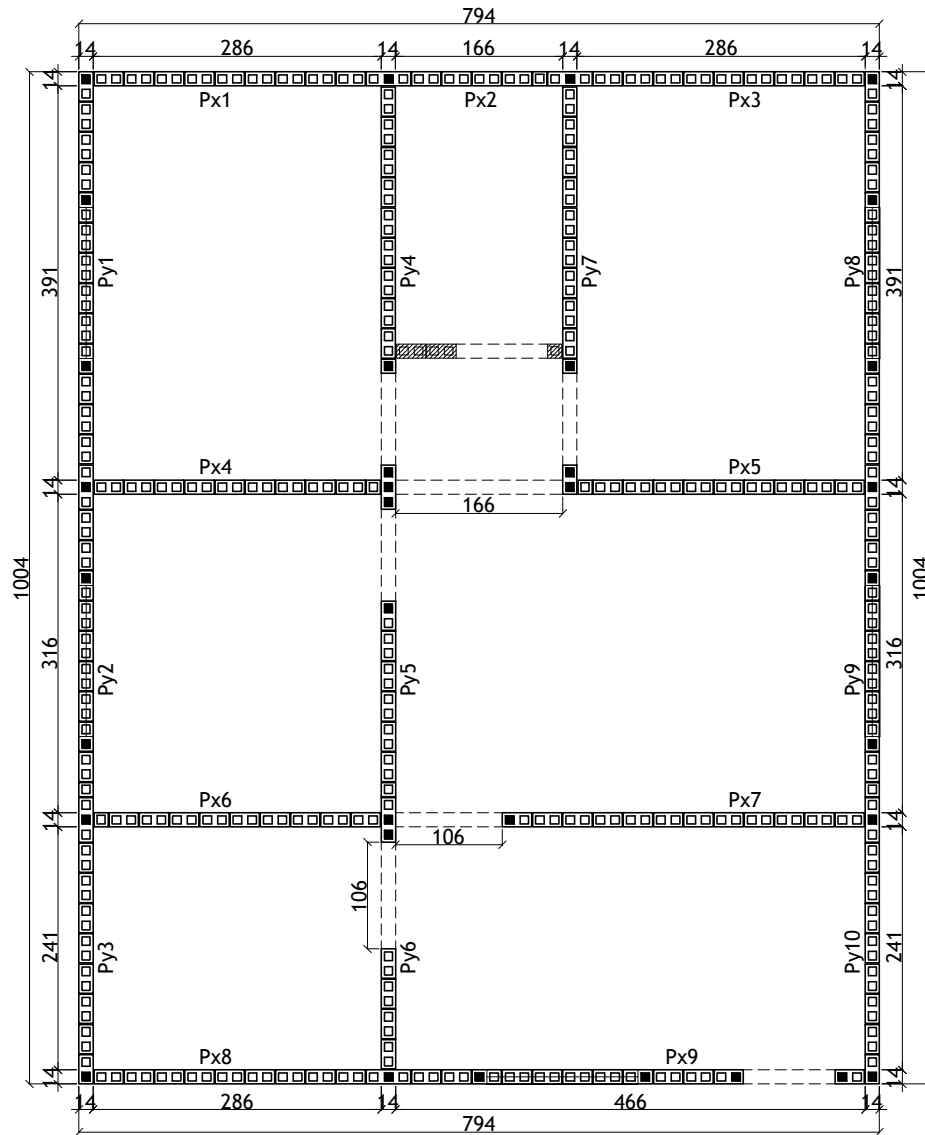
Descrição: Planta Baixa

Prancha

Escala: 1:75

01 / 08

Bloco	Tipo	Dimensão
	Bloco 14	14x14x19
	Bloco 29	14x29x19
	Bloco 44	14x44x19
	Bloco não estrutural	14x29x19



PRIMEIRA FIADA  
ESCALA: 1:75

## UNICEPLAC - Centro Universitário do Planalto Central Apparecido dos Santos





Projetista: Rafael Moraes Pereira

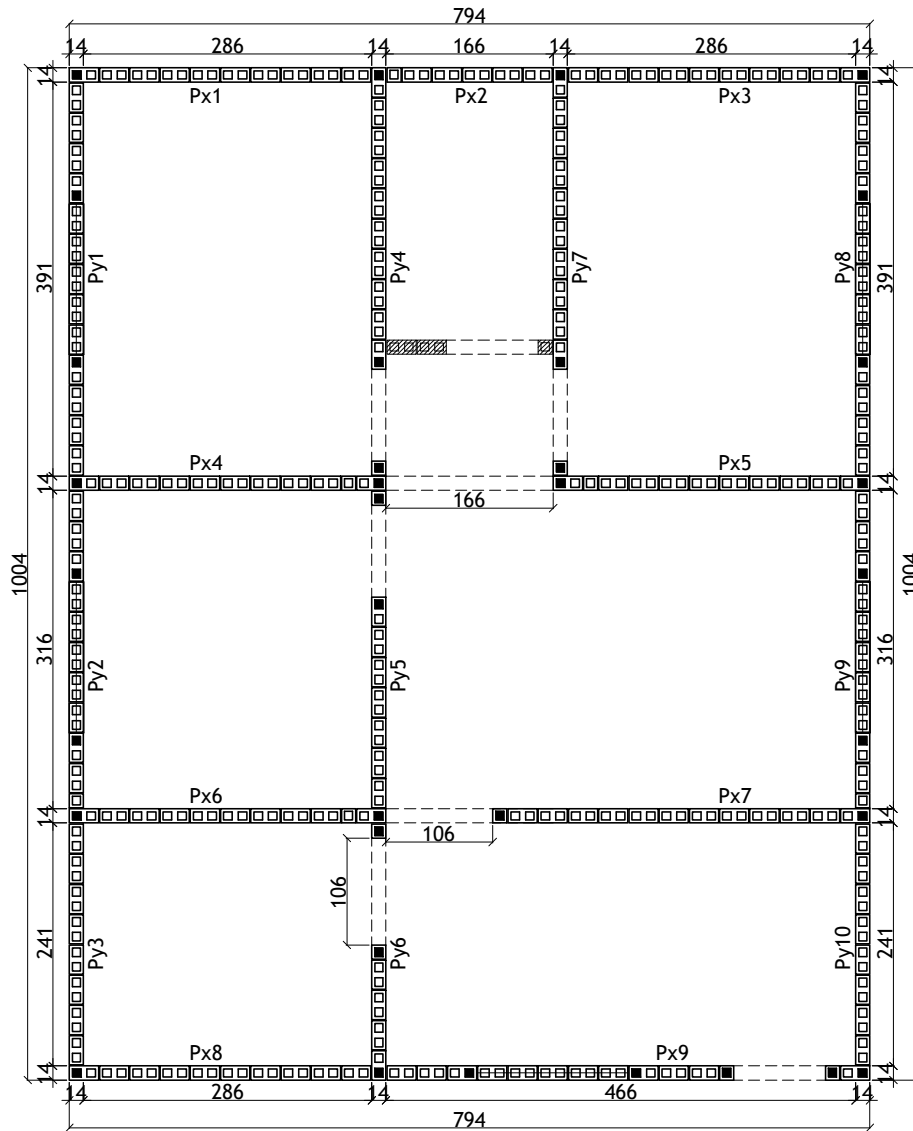
Escala: 1:75

Descrição: Modulação  
primeira fiada

Prancha

02 / 08

Bloco	Tipo	Dimensão
	Bloco 14	14x14x19
	Bloco 29	14x29x19
	Bloco 44	14x44x19
	Bloco não estrutural	14x29x19



SEGUNDA FIADA  
ESCALA: 1:75

## UNICEPLAC - Centro Universitário do Planalto Central Apparecido dos Santos

Projetista: Rafael Moraes Pereira

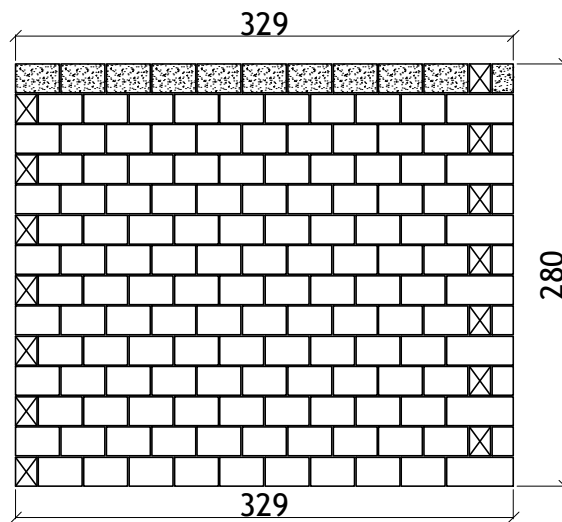
Descrição: Modulação  
segunda fiada

Escala: 1:75

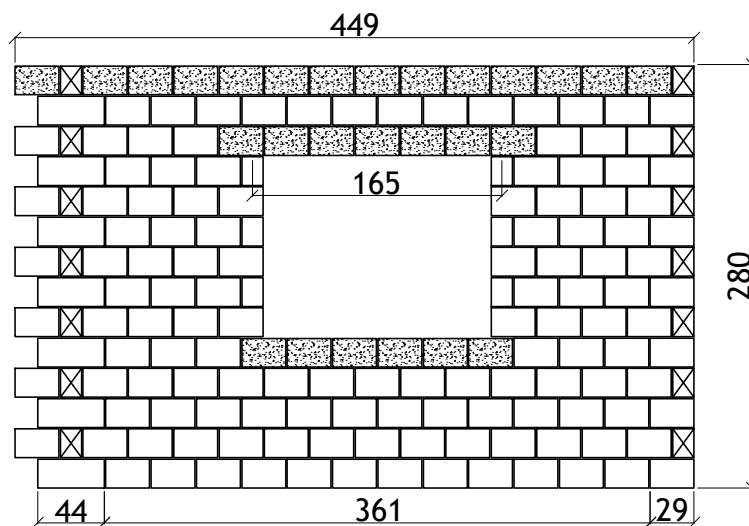
Prancha

03 / 08

Bloco	Tipo	Dimensão
	Bloco 14	14x14x19
	Bloco 29	14x29x19
	Bloco 44	14x44x19
	Canaleta 14	14x44x19
	Canaleta 29	14x44x19
	Bloco 14 (vista lateral)	14x44x19



CORTE PX1  
ESCALA: 1:50



CORTE PY1  
ESCALA: 1:50

UNICEPLAC - Centro Universitário do Planalto Central  
Apparecido dos Santos

Projetista: Rafael Moraes Pereira

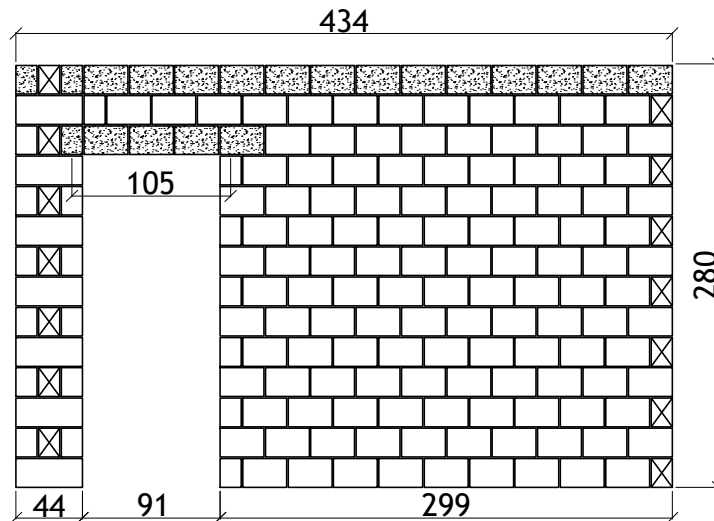
Escala: 1:50

Descrição: Cortes  
paredes PX1 e PY1

Prancha

04 / 08

Bloco	Tipo	Dimensão
	Bloco 14	14x14x19
	Bloco 29	14x29x19
	Bloco 44	14x44x19
	Canaleta 14	14x44x19
	Canaleta 29	14x44x19
	Bloco 14 (vista lateral)	14x44x19



CORTE PY4  
ESCALA: 1:50

UNICEPLAC - Centro Universitário do Planalto Central  
Apparecido dos Santos

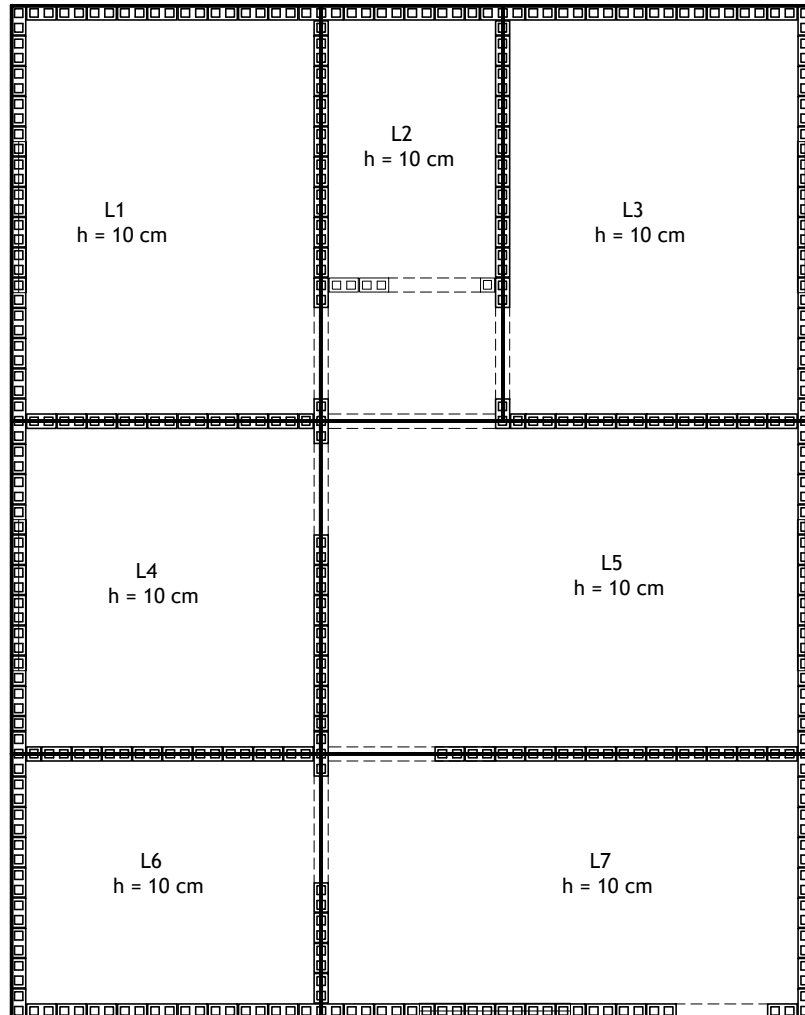
Projetista: Rafael Morais Pereira

Descrição: Corte parede  
PY4

Prancha

05 / 08

Escala: 1:50



LAJES  
 ESCALA: 1:75

UNICEPLAC - Centro Universitário do Planalto Central  
 Aparecido dos Santos

Projetista: Rafael Moraes Pereira

Descrição: Lajes

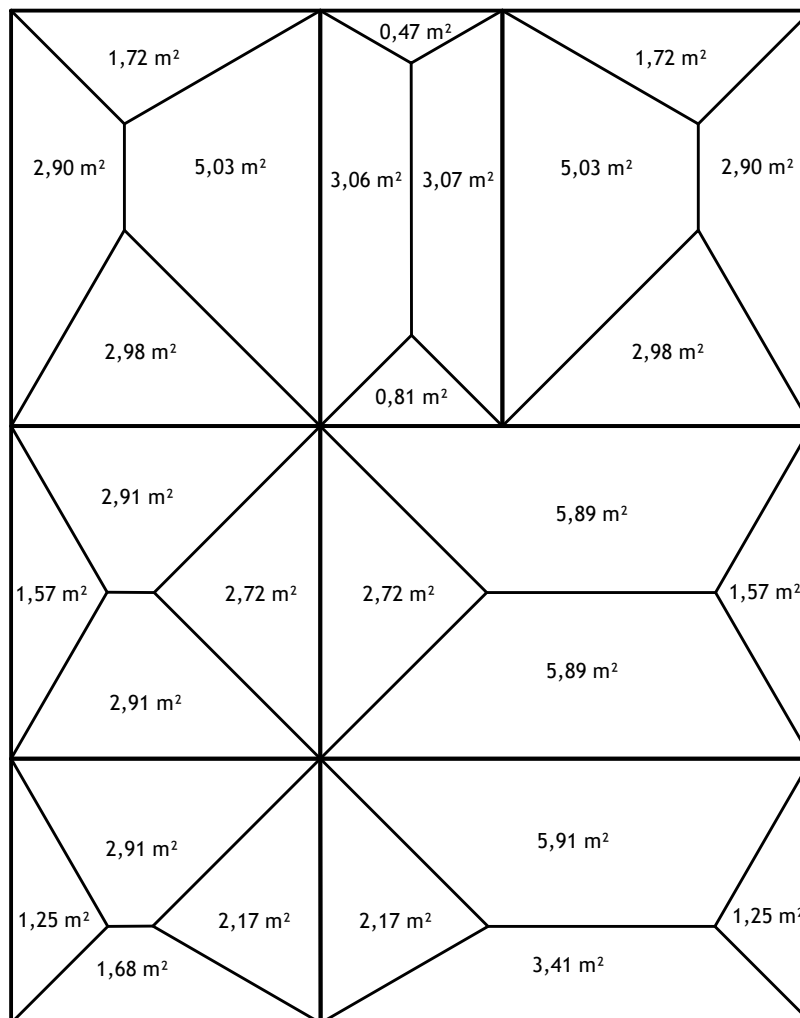
Prancha

06 / 08

Escala: 1:75



## **APÊNDICE B – ÁREAS DE INFLUÊNCIA E GRUPOS**



ÁREA DE INFLUÊNCIA  
 ESCALA: 1:75

**UNICEPLAC - Centro Universitário do Planalto Central  
 Aparecido dos Santos**

Projetista: Rafael Moraes Pereira

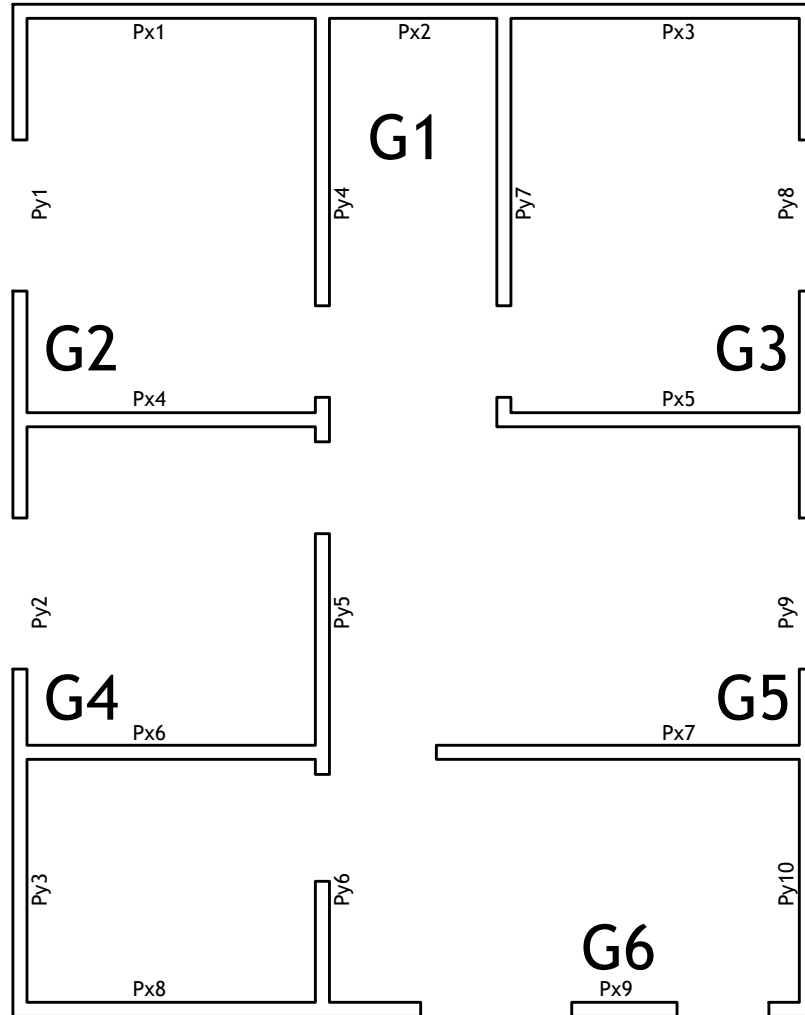
Descrição: Área de  
 influência

Prancha

**07**

08

Escala: 1:75



GRUPOS DE PAREDES  
 ESCALA: 1:75

**UNICEPLAC - Centro Universitário do Planalto Central  
 Aparecido dos Santos**

Projetista: Rafael Moraes Pereira

Descrição: Grupo de paredes

Prancha

**08** / 08

Escala: 1:75

**APÊNDICE C – DIMENSIONAMENTO COMPRESSÃO SIMPLES**

Grupo	Parede	L (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Abertura (m)	Gk Parede (kN/m)	qk Parede (kN/m)	Grupo Gk (kN)	Grupo qk (kN)	Carga Total Grupo (kN)	Tensão Grupo (kN/m <sup>2</sup> )	Tensão Grupo (MPa)
G1	Px1	3,00	1,93	0,00	6,88	0,06	20,64	0,17	189,11	97,88	0,10
	Px2	1,80		0,00	5,88	0,03	10,58	0,05			
	Px3	3,00		0,00	6,88	0,06	20,64	0,17			
	Py1	1,20		1,50	7,34	0,07	14,30	0,14			
	Py4	1,80		0,91	11,75	0,21	26,50	0,47			
	Py7	1,80		0,91	11,75	0,21	26,50	0,47			
	Py8	1,20		1,50	7,34	0,07	14,30	0,14			
G2	Px4	3,00	0,79	0,00	11,33	0,20	33,98	0,59	106,30	135,34	0,14
	Py1	1,20		1,50	7,34	0,07	14,30	0,14			
	Py2	0,97		1,50	6,64	0,05	11,42	0,09			
	Py4	0,22		0,91	11,75	0,21	7,93	0,14			
	Py5	0,22		0,91	10,69	0,18	7,22	0,12			
G3	Px5	3,00	0,76	0,00	14,51	0,30	43,52	0,89	109,89	145,36	0,15
	Py7	0,22		0,91	11,75	0,21	7,93	0,14			
	Py8	1,20		1,50	7,34	0,07	14,30	0,14			
	Py9	0,98		1,50	6,64	0,05	11,49	0,09			
G4	Px6	3,00	1,96	0,00	10,96	0,18	32,87	0,55	204,07	104,04	0,10
	Px8	3,00		0,00	6,75	0,05	20,25	0,16			
	Px9	0,98		1,50	8,68	0,11	15,02	0,20			
	Py2	0,83		1,50	6,64	0,05	10,49	0,08			
	Py3	2,55		0,00	6,61	0,05	16,86	0,13			
	Py5	2,16		0,91	10,69	0,18	27,96	0,46			
	Py6	1,49		0,91	10,49	0,17	20,40	0,33			
G5	Px9	0,37	1,03	0,00	8,68	0,11	3,21	0,04	120,22	116,99	0,12
	Px7	3,60		0,00	15,53	0,33	55,92	1,18			
	Py9	0,82		0,91	6,64	0,05	8,46	0,06			
	Py10	2,55		0,00	6,61	0,05	16,86	0,13			
G6	Px9	1,40	0,20	2,41	8,68	0,11	22,61	0,30	32,08	163,65	0,16