

**GRUPO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS/MG**

**BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**AURÉLIO CRISTIAN VILELA ASSIS**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS E PRAZOS DE EDIFICAÇÕES COM  
ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO E ALVENARIA ESTRUTURAL**

**Varginha - MG**

**2019**

**AURÉLIO CRISTIAN VILELA ASSIS**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS E PRAZOS ENTRE EDIFICAÇÕES  
COM ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO E ALVENARIA  
ESTRUTURAL**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Grupo Universitário do Sul de Minas - UNIS/MG como pré-requisito para obtenção de grau de Bacharel, sob orientação do Professor Leopoldo Freire Bueno.

**Varginha - MG**

**2019**

**AURÉLIO CRISTIAN VILELA ASSIS**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS E PRAZOS ENTRE EDIFICAÇÕES  
COM ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO E ALVENARIA  
ESTRUTURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso -  
Qualificação apresentado ao curso de  
Engenharia Civil do Grupo Universitário  
do Sul de Minas - UNIS /MG, como pré-  
requisito para obtenção do grau de  
bacharel pela Banca Examinadora  
composta pelos membros:

Aprovado em: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

Prof. Leopoldo Freire Bueno - Orientador

---

---

OBS.:

Dedico este trabalho a todos que me ajudaram a alcançar este dia memorável, a aprovação do mesmo e obtenção de grau em Engenharia Civil.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, meus irmãos, aos professores e aos colegas por me ajudarem na conclusão deste trabalho.

“As dificuldades são o aço estrutural que  
entra na construção do caráter.”

Carlos Drummond de Andrade

## RESUMO

A construção civil é um campo que vêm se desenvolvendo bastante nos últimos anos, e apesar do desaquecimento da economia, o setor continua a ter necessidades constantes de evolução no campo da tecnologia. Este estudo tem como objetivo compreender qual estrutura (concreto armado ou alvenaria estrutural) consegue possibilitar a redução de custos e prazos para as edificações, trazendo eficiência e eficácia para o meio.

Abordando as vantagens e desvantagens das estruturas analisadas, uma das principais dúvidas dentro da concepção do projeto é qual tipo de estrutura utilizar. Neste sentido, este trabalho se propõe a avaliar a viabilidade da execução e seus custos para ambas as estruturas analisadas. Como parâmetro de estudo, será traçada uma comparação através de um mesmo projeto arquitetônico para ambos os sistemas construtivos. Ao final será verificado qual dos modelos de edificação se apresentará mais econômico em relação ao outro.

**PALAVRAS CHAVES:** Alvenaria Estrutural; Concreto Armado; Sistemas de Estruturas;

## **ABSTRACT**

Construction is a field that has been developing a lot in recent years, and even despite the economic slowdown, the sector still needs constant evolution in the field of technology. This study aims to understand which structure (reinforced concrete or structural masonry) can reduce costs and deadlines for buildings, bringing efficiency and effectiveness to the environment.

Addressing the advantages and disadvantages of the structures analyzed, one of the main doubts within the project design is which type of structure to use. In this sense, this work proposes to evaluate the feasibility of the execution and its costs for both analyzed structures. As a study parameter, a comparison will be drawn through the same architectural project for both building systems. At the end it will be verified which of the building models will be more economical in relation to the other.

**KEYWORD: Structural masonry; Reinforced concrete; Structural Systems;**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO DA PESQUISA	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivos específicos	15
1.2 JUSTIFICATIVA	15
2. SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO vs ESTRUTURA EM ALVENARIA ESTRUTURAL	16
2.1 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	16
2.1.1 História do Concreto Armado	16
2.1.2 Conceitos Básicos	17
2.1.3 Vantagens e Desvantagens	19
2.2 ESTRUTURA DE ALVENARIA ESTRUTURAL	20
2.2.1 História da Alvenaria Estrutural	21
2.2.2 Conceitos Básicos	23
2.2.3 Elementos da Alvenaria Estrutural	25
2.2.3.1 Blocos de Alvenaria Estrutural	25
2.2.3.2 Argamassa	27
2.2.3.3 Graute e Aço	29
2.2.4 Modulação	29
2.2.5 Aspectos técnicos e econômicos	32
2.2.6 Principais parâmetros para adoção do sistema construtivo	33
2.2.7 Estabilidade Global	34
3. ESTUDO DE CASO	35
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	35
3.2 PROJETO EM ALVENARIA ESTRUTURAL	36
3.3 PROJETO EM CONCRETO ARMADO	38
3.4 QUANTITATIVO DE MATERIAIS	38
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
5. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	40

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura de Concreto Armado	5
Figura 2 – Monadnock	7
Figura 3 - Sistema de Alvenaria Estrutural	8
Figura 4 - Tipos de Bloco	10
Figura 5 - Comparativo entre bloco com argamassa sem e com cal hidratada	11
Figura 6 - Estados de tensões na argamassa em contato com o bloco	12
Figura 7 - Paginação de parede em alvenaria estrutural	13
Figura 8 - Junta a prumo	14
Figura 9 - Travamento entre paredes	15
Figura 10 - Relações das dimensões do edifício	17

## **LISTAS DE QUADROS**

**Quadros 1.** Vantagens e Desvantagens do Sistema de Alvenaria.....18

**Quadros 2.** Vantagens e Desvantagens do Sistema de Alvenaria.....31

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABCP	Associação Brasileira de Cimentos Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
m <sup>2</sup>	Metro Quadrado
NBR	Norma Brasileira

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1 – Planta baixa	42
Anexo 2 – Planta baixa - Cortes	43
Anexo 3 – Planta baixa - Corte AA	44
Anexo 4 – Planta baixa - Corte BB	45
Anexo 5 – Fachada Frontal	46

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil nos últimos anos vem crescendo a cada dia, tornando-se mais competitiva, diversificada e exigente. Este movimento faz com que a busca por novas técnicas e tecnologias constante, trazendo mais eficiência, baixando custos e aumentando a competitividade.

Segundo Klein *apud* Soares (2019), muitos estudos são realizados para obter menor custo e melhor qualidade entre os sistemas construtivos de alvenaria e concreto armado. Porque a economia na construção acarreta em um menor preço final da edificação, tornando o valor dos imóveis mais atrativos ao consumidor final, gerando facilidade de venda.

Diniz (2017), afirma que a busca por redução de custos faz com que estudos comparativos entre sistemas construtivos sejam realizados, por exemplo, entre custos do método construtivo convencional em concreto armado com outros mais recentes e ainda pouco utilizados na construção civil do Brasil, tais como alvenaria estrutural e paredes de concreto.

Souza, Leite e Figueira (2014), citam que:

“A construir exige otimização de materiais e de mão de obra, de maneira que as execuções de seus subsistemas contribuam para a obtenção da qualidade, redução dos custos, diminuição de desperdícios, maior produtividade, praticidade e, principalmente, agilidade. A viabilidade de um projeto está diretamente relacionada à economia, o que mostra a importância de pesquisas por técnicas que ofereçam eficiência no processo construtivo, garantindo a lucratividade e a permanência da empresa no mercado.”

Neste contexto, esta pesquisa busca abordar os conceitos e técnicas já desenvolvidos por outros autores, além dos custos, a fim de comparar duas estruturas construtivas: alvenaria convencional e concreto armado. Buscando pelo meio mais econômico, este estudo foca em comparar uma edificação modelada para ambos os sistemas construtivos, onde atendem a um mesmo projeto arquitetônico, de modo que se possa identificar a melhor eficiência de cada sistema construtivo, através da observação de dados quantitativos.

## **1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos deste trabalho estão divididos em geral e específicos expostos a seguir.

### **1.1.1 Objetivo geral**

Fazer uma comparação dos custos gerais e prazos utilizados para a execução das estruturas e alvenarias de fechamento, para as estruturas em concreto armado (CA) e alvenaria estrutural (AE).

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar pesquisa bibliográfica a respeito dos sistemas estruturais em CA e AE.
- Elaborar a modulação da edificação em alvenaria estrutural;
- Elaborar a planta de forma e estrutural em concreto armado;
- Calcular os quantitativos dos materiais utilizados para todos os pavimentos;
- Elaborar o estudo comparativo dos custos e prazos da obra utilizada na elaboração da estrutura em concreto armado e em alvenaria estrutural (TCC 2);
- Verificar qual método construtivo é mais viável financeiramente (TCC 2);

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Os dois sistemas construtivos, concreto armado e alvenaria estrutural apresentam a mesma eficácia quanto à segurança e condições de trabalho para uma edificação. Propõem-se para este estudo a verificação do custo real e prazo de entrega entre os dois métodos construtivos propostos, Alvenaria Estrutural e Concreto Armado.

## **2. SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO vs ESTRUTURA EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

Neste capítulo serão apresentados os sistemas construtivos de concreto armado e estrutura em alvenaria estrutural, contemplando sua história, conceitos e as vantagens e desvantagens de cada sistema, buscando a melhor compreensão dos assuntos.

### **2.1 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO**

Será exposta por este capítulo uma breve apuração sobre o método construtivo em concreto armado, tais como: sua história, conceitos, vantagens e desvantagens.

#### **2.1.1 História do Concreto Armado**

Arcari (2010) cita que o concreto armado surgiu somente após o registro da patente do cimento Portland por John Aspdi em 1824. O primeiro edifício citado na história feito em concreto armado com pilares, vigas e lajes, inaugurado em 1901 (prédio de 7 andares projetado por François Henebique).

No Brasil foi empregado na construção de edifícios, desde seus primórdios (*cerca* 1920) tem conquistado marcas e recordes, podendo se destacar as seguintes construções (Arcari *apud* Vasconcelos, 2010):

- Prédio Martinelli, localizado em São Paulo, construído entre 1925 a 1929, tendo uma área construída de 40 mil m<sup>2</sup> e 106,5 m de altura, e 30 pavimentos.
- Edifício “A Noite”, localizado no Rio de Janeiro, construído em 1928, com 22 pavimentos e 102,8 m de altura.
- Edifício Itália, localizado em São Paulo, construído em 1962, com 150 m de altura e 47 pavimentos, e área construída de 52 mil m<sup>2</sup>.

### 2.1.2 Conceito Básico

A NBR 6118 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2014), define os itens que compõem as estruturas em concreto armado:

- **Concreto estrutural:** termo que se refere ao aspecto completo das aplicações do concreto como material estrutural;
- **Elementos de concreto armado:** aqueles cujo comportamento depende da aderência entre o concreto e a armadura, e os quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência;
- **Elementos estruturais:** as estruturas podem ser idealizadas como a composição de elementos estruturais básicos, classificados e definidos de acordo com a sua forma geométrica e sua função estrutural;
- **Elementos lineares:** são aqueles em que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, sendo também denominados barras.

Segundo Salesse (2012), afirma que o concreto armado contém algumas desvantagens:

- “[...] a fissuração inerente à baixa resistência à tração. A tendência à fissuração se inicia na moldagem das peças, pela retração do concreto, característica intrínseca à sua composição, e persiste durante toda vida útil da estrutura, pelas condições ambientais, pela utilização, movimentação térmica, e outros fatores. Se esta fissuração estiver acima do limite estabelecido pela norma, pode gerar uma série de patologias, como por exemplo, a corrosão das armaduras, podendo afetar a segurança de edificação.”
- “[...] a estrutura de concreto armado apresenta um consumo elevado de fôrmas de madeira e escoramentos. As normas técnicas determinam prazos mínimos para a retirada de fôrmas e respectivos escoramentos para as diferentes peças estruturais, para garantir assim a estabilidade da estrutura até que o concreto

ganhe resistência. Desta forma, o processo acaba se tornando mais lento.”

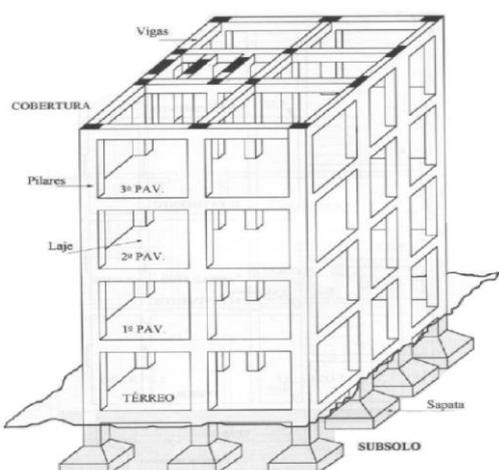
- “[...] a maior dificuldade para a execução do revestimento das paredes, pois muitas vezes, há desvios consideráveis em relação ao prumo e ao alinhamento. Desta forma, há um consumo maior de argamassa de revestimento, pois além de proporcionar o acabamento, ela é utilizada para corrigir estes desvios. Sendo assim, a produtividade na aplicação é mais baixa.”

Klein *apud* Carvalho e Figueiredo (2015), fazem a seguinte afirmação:

“Elementos estruturais são peças que compõem um sistema que atua conjuntamente para resistir a diversas ações e garantir o equilíbrio da edificação, seja ela de pequeno ou grande porte. Três elementos básicos compõem uma estrutura convencional: lajes, vigas e pilares. As lajes recebem principalmente as cargas de revestimentos e as acidentais que lhe forem impostas. As vigas recebem principalmente as cargas advindas das reações das lajes, seu peso próprio e paredes que estejam apoiadas sobre elas. Os pilares recebem todas as cargas das vigas juntamente com seu peso próprio e as transmitem para as fundações.”

A Figura 1 abaixo demonstrada exhibe o esquema estático e a estrutura em concreto armado.

**Figura 1 - Estrutura de Concreto Armado**



**Fonte:** Klein *apud* Botelho e Marchetti, 2015.

### 2.1.3 Vantagens e Desvantagens

As estruturas em concreto armado são utilizadas em larga escala no mundo todo. Assim como qualquer outro tipo de material, estas possuem suas vantagens e desvantagens quanto ao seu emprego.

**Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens do Concreto Armado**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Economia nas construções pela possibilidade de obtenção de materiais nas proximidades da obra.	A armadura é essencial às estruturas de concreto armado e a existência de armaduras trabalhadas em grande quantidade acarreta um peso próprio muito grande, limitando seu uso, em determinadas situações, ou elevando bastante seu custo.
Possibilita a utilização de peças pré-moldadas, proporcionando maior rapidez e facilidade de execução, e de tecnologias avançadas para execução de fôrmas e escoramentos.	Fissuração inerente à baixa resistência à tração. A tendência à fissuração se inicia na moldagem das peças, pela retração do concreto, característica intrínseca à sua composição e persiste durante toda a vida útil da estrutura, pelas condições ambientais e de utilização, movimentação térmica, entre outros fatores.
É resistente a choques e vibrações, a efeitos térmicos como o fogo e como os atmosféricos, assim como a desgastes mecânicos.	O concreto não é um material inerte com o ambiente. As condições de agressividade ambiental vão determinar, em cada caso, a espessura da camada de concreto de cobrimento e proteção das armaduras.
A resistência à compressão do concreto aumenta com a idade, apresentando boa resistência à maioria das solicitações.	O uso de agentes aditivos para concreto, com diversas finalidades, deve ter acompanhamento técnico adequado.
Tem boa trabalhabilidade e, por isso, adapta - se às várias formas, podendo, assim, ser escolhida a mais conveniente do ponto de vista estrutural, dando maior liberdade à concepção arquitetônica.	Consumo elevado de fôrmas e a utilização de escoramento, com execução lenta, quando utilizados processos convencionais de montagem de fôrmas e concretagem. As normas técnicas determinam prazos mínimos para a retirada de fôrmas e respectivos escoramentos, para as diferentes peças estruturais alcançarem resistência adequada.
Nesse tipo de concreto não há problemas de execução de vãos, arcos, balanços, marquises, que podem ser executadas com vigas e lajes engastadas nas vigas.	No concreto armado, por causa da execução da estrutura e do fechamento com alvenaria de vedação, existem irregularidades nos encontros, o que [...]

**Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens do Concreto Armado (Continuação)**

Vantagens	Desvantagens
	[...] exige uma regularização da parede interna por meio do chapisco e emboço, que muitas vezes são de grande espessura, encarecendo a obra, para depois ser feito o revestimento final com massa fina, massa corrida ou gesso.
Permite obter estruturas monolíticas, pois, existe aderência entre o concreto já endurecido e o que é lançado posteriormente, facilitando a transmissão de esforços.	Peso próprio elevado, massa específica 2.500kgf/m <sup>3</sup> . Podem ser obtidos concretos leves, com a substituição da brita comum, por agregados leves, como, a argila expandida. A redução da massa específica pode ser significativa, chegando para o concreto estrutural ao valor de até 1.600kg/m <sup>3</sup> , sendo estruturalmente viável. No entanto, esses agregados resultam em aumento de custos, para o emprego em obras convencionais, além de ser necessário avaliar melhor os aspectos da durabilidade, pois esses concretos tendem a ser, também, mais porosos.
As técnicas de execução são razoavelmente dominadas em todo o país, tendo disponibilidade de mão-de-obra.	As estruturas de concreto armado exigem mão-de-obra muito especializada, sendo elas: pedreiro, carpinteiro, eletricista, encanador, armador, apontador, além de serventes e ajudantes.
Os custos de manutenção das estruturas de concreto são baixos.	É bom condutor de calor e som, exigindo, em casos específicos, associação com outros materiais para sanar esses problemas.
No concreto armado há condições de executar os ambientes sem se preocupar com as dimensões. Há maior facilidade na Personalização dos projetos arquitetônicos, pois não é necessária a modulação em função dos blocos estruturais.	Nos prédio de concreto armado as paredes desenvolvem apenas a função de vedação, carregando, assim, a estrutura reticulada com seu peso próprio.

*Fonte:* Salesse, 2012.

## 2.2 ESTRUTURA DE ALVENARIA ESTRUTURAL

Apresentará uma breve introdução sobre alvenaria estrutural, contando sua história, conceitos, modulação, aspectos construtivos e, vantagens e desvantagens.

### 2.2.1 História da Alvenaria Estrutural

Prudêncio Junior, Oliveira e Bedin (2002), citam que:

“[...] a utilização da alvenaria como estrutura de edificações data de milhares de anos. Inicialmente era utilizados blocos de rocha como elementos de alvenaria, mas segundo a NATIONAL CONCRETE MASONRY ASSOCIATION (1988), no ano de 4000 a.c. a argila passou a ser trabalhada, possibilitando assim, a produção de tijolos. Algum tempo depois, os romanos desenvolveram a argamassa de cal, utilizada não só no assentamento, como também no revestimento. Ao longo dos séculos, obras monumentais foram construídas em diversas partes do mundo, demonstrando a capacidade portante da alvenaria. [...]”

“[...] Apesar de alguns avanços na área, tal como o advento dos blocos de concreto criados e patenteados por Gibbs na Inglaterra, em 1850, somente por volta de 1950 é que ocorre o surgimento da alvenaria estrutural propriamente dita, ou seja, aquela concebida a partir de teorias de cálculo. É creditada a Paul Haller (Suíça) a responsabilidade por esta revolução na área, quando em 1951 dimensionou e construiu na Basileia um edifício de 13 andares (41,4m de altura) em alvenaria não armada, com paredes internas resistentes de 15 cm de espessura e externas de 37,5 cm. Nessa época, nos Estados Unidos, a produção de blocos vazados de concreto já superava a de tijolos cerâmicos, impulsionada pelo desenvolvimento de máquinas vibro-prensas automático concebido por Jesse Besser em 1904.”

Segundo Rodrigues (2019), ao final do século XIX se destacavam as estruturas em aço, que começaram a assumir o domínio de grandes obras, com base nos modelos mais racionais, utilizando os cálculos, tecnologia do metal e aproveitando os espaços perdidos (Carvalho, 2015). Um dos primeiros edifícios criados neste modelo é o “Monadnock”, em Chicago, construído entre 1889 a 1891, tem este 16 pavimentos e 65

metros de altura, onde suas paredes inferiores possuíam espessuras de 1,80 metros (Pestana *et al.*, 2014).

**Figura 2 – Monadnock**



*Fonte:* Pastro, 2007

No século XX, com crescente busca por novas alternativas de técnicas de construção, diversas pesquisas foram feitas com o intuito de criar normas e adotar critérios de cálculo baseados em métodos racionalizados (Klein *apud* Camacho, 2015).

Rodrigues *apud* Pestana (2019) diz que na Inglaterra, Alemanha, Estados Unidos, entre outros países, a alvenaria estrutural atingiu níveis elevados de construções, cálculos e controles com semelhança às estruturas de aço e concreto, culminando no econômico e competitivo sistema racionalizado, de fácil industrialização e dimensões reduzidas do componente modular básico empregado, o bloco.

No Brasil a alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto se introduziu em meados da década de 60, sendo adotada inicialmente em edifícios na cidade de São Paulo. Este modelo se disseminou no Brasil na década de 80 devido à construção dos conjuntos habitacionais, ao qual foi marcada pela introdução dos blocos de silício – calcário e cerâmico (Rodrigues, 2019).

Em 14 dezembro de 1977, em São Paulo, foi oficializada uma Comissão de Estudos para desenvolver as normas de alvenaria estrutural. Essa comissão originou-se a partir de contatos entre profissionais do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, das indústrias produtoras de blocos de concreto e do Comitê Brasileiro de Construção Civil – CB - 2 da ABNT (Prudêncio Junior, Oliveira e Bedin *apud* Sanchez (2002)).

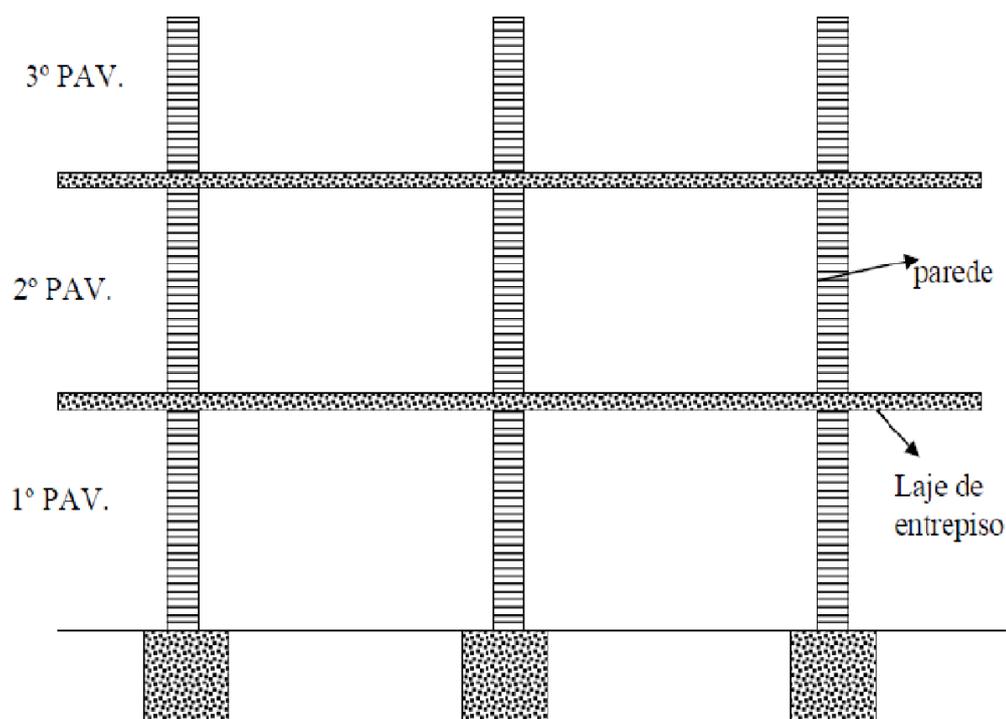
Rodrigues *apud* Cavalheiros (2019) confirma que o surgimento de grupos de pesquisa e dos fabricantes de blocos estruturais com o avanço de novas tecnologias é importantíssimo para assegurar a permanência e a evolução deste sistema no Brasil. Devido à deficiência de profissionais com conhecimento de cálculos, execução e controle de obras em alvenaria estrutural.

### **2.2.2 Conceitos básicos**

O principal conceito da alvenaria estrutural é a transmissão de ações através de compressão, sendo este o fator crucial para a elaboração de projetos com este sistema construtivo. Esforços de tração podem ser admitidos em determinadas peças, entretanto, essas tensões devem ser em pontos específicos e de pequeno grau. Caso contrário, se as tensões ocorrerem de forma generalizada, à utilização crescente de pontos de graute e armaduras é inevitável, e o método tende a perder agilidade e economia (Klein *apud* Ramalho e Corrêa, 2015).

Segundo Klein (2019), este modelo se caracteriza por possuir elementos que sirvam como estrutura e vedação ao mesmo tempo. Usualmente indicado quando não há previsão de alteração na arquitetura, e torna-se mais viável em edificações residenciais com limitado número de pavimentos e com vão médios entre paredes de 4 a 5 metros (Parsekian e Soares). As paredes são os elementos principais da alvenaria estrutural, onde estas devem resistir às cargas que lhe forem impostas, assim como seriam nos pilares e vigas utilizados em construções em concreto armado, aço ou madeira. Portanto, a distribuição das paredes deve ser feita de modo com que cada uma atue de forma a estabilizar uma a outra (Sabbatini).

**Figura 3 - Sistema de Alvenaria Estrutural**



**Fonte:** Klein apud Kalil, 2015.

Segundo Klein *apud* Tauil e Nese (2015), o:

“[...] sistema construtivo pode ser dividido basicamente em duas categorias, a alvenaria armada e a não armada. A alvenaria armada recebe armaduras devido a exigências estruturais. Em pontos pertinentes são introduzidas barras de aço nos vazios dos blocos e posteriormente preenchido com graute. Este serve para dar união e aderência adequada entre a alvenaria e o aço, garantindo uma ação conjunta. Desta forma a alvenaria passa a se comportar semelhantemente com peças de concreto armado. Já na alvenaria não armada, são inseridas apenas armaduras construtivas sem a inclusão de graute, como em vergas, contravergas e cintas de amarração. Tendo estas, a atribuição de evitar patologias como trincas e fissuração provenientes de

acomodação da estrutura, dilatação térmica, e pontos de concentração de tensões.”

### **2.2.3 Elementos da Alvenaria Estrutural**

Os principais elementos que compõem uma parede em alvenaria estrutural são os blocos, argamassa, graute e as armaduras.

#### **2.2.3.1 Blocos de Alvenaria Estrutural**

Os blocos existem em diversos tipos de materiais, como o bloco cerâmico, o bloco de sílica-calcário, bloco de concreto celular e o bloco de cimento, que é o foco deste trabalho. A fabricação dos blocos de cimento consiste em cimento tipo Portland, agregados e água, sendo que as proporções e traços são definidos em função da resistência esperada.

Os blocos de cimento devem absorver pouca água, pois não podem tomar a água da argamassa de assentamento. E não podem ser impermeável por motivo de aderência da argamassa ao bloco, portanto tem que existir um bom equilíbrio na absorção de água.

Pastro (2007) cita que:

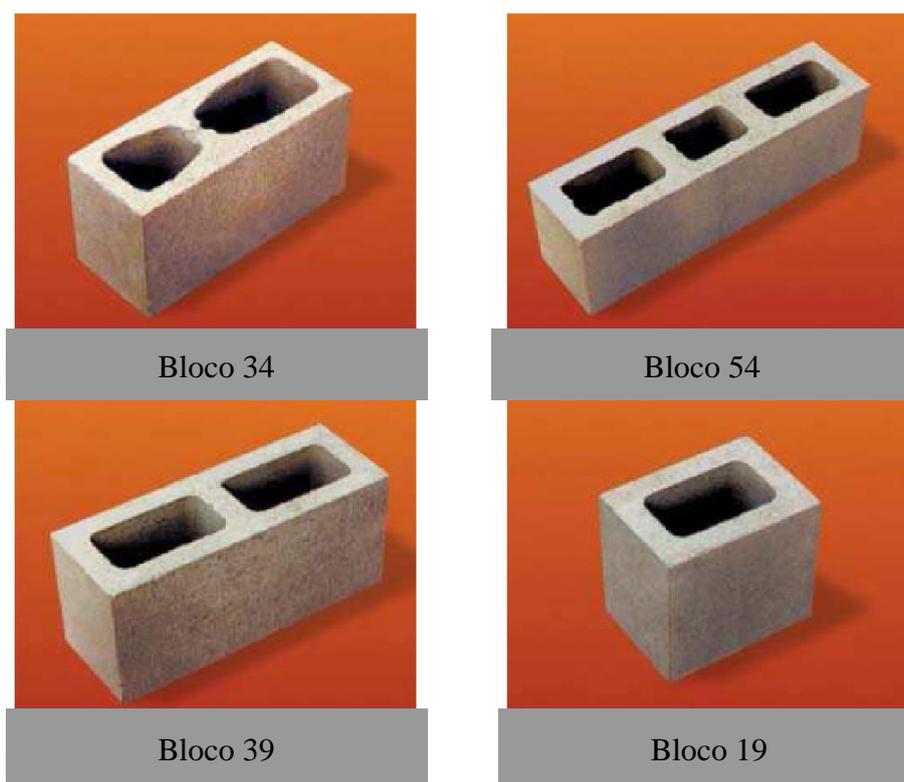
“[...] as medidas dos blocos devem ser múltiplas para facilidade de modulação, sendo assim, os blocos de concreto são divididos em duas famílias, a família 39 e a família 29. A família 39 possui dimensão em módulo de 20 cm e largura de 15cm, por isso precisa-se de blocos com a finalidade de modular estas medidas, o de 14x19x34 usado nos cantos e o 14x19x54 usado nos encontros de parede em “T”. Tem-se o 14x19x39 que é o mais utilizado nos comprimentos das paredes e o meio bloco desta medida que é o 14x19x19, muito usado em vãos de portas e janelas, onde a armação da alvenaria precisa terminar em prumo.”

Segundo a Associação Brasileira de Concreto Portland (2003), a família 29 não apresenta dimensões padronizadas de norma de blocos estruturais, consta apenas como vedação, por isso existe no mercado na forma de bloco de vedação e possui dimensão em

módulo de 15 cm para facilitar a largura. Existem três tipos usuais deste modelo tais como:

- 14x19x29 - utilizado nos comprimentos das paredes;
- 14x19x19 - usado em vãos de portas e janelas, onde a amarração da alvenaria precisa terminar em prumo;
- 14x19x44 - usado nos encontros de parede em “T”;

**Figura 4 - Tipos de Bloco**



**Fonte:** Pastro apud ABCP; O autor, 2007.

Segundo Pastro as características como resistência à compressão, dimensões dos blocos, espessura mínima das paredes estão especificadas na norma brasileira NBR 6136 (ABNT, 1994) e NBR 7184 (ABNT, 1992).

A ABNT NBR 6136 (2007), especifica que as resistências características mínimas à compressão de blocos de concreto seja de 6 MPa para os blocos de paredes externas sem revestimento e 4,5 MPa para blocos em paredes internas ou externas com revestimento. Estas levando em consideração a área bruta dos blocos. E a ABNT NBR 7171 (1992), cita que a resistência mínima para blocos portantes cerâmicos seja de 4 MPa.

### 2.2.3.2 Argamassa

De acordo com Klein *apud* Parsekian e Soares (2015), a argamassa é:

“[...] composta de areia, cimento, cal e água, a argamassa em seu estado plástico deve resultar em boa trabalhabilidade, ou seja, deve aderir a superfícies verticais e suportar o peso dos blocos superiores assentados no mesmo dia, e também é preciso que tenha a capacidade de reter a água, Casali (2008), cita que ao entrar em contato com um elemento que tenha grande capacidade de sucção como o bloco, argamassas com baixa capacidade de retenção perdem água em excesso, ocasionando em redução da resistência à compressão e perda de aderência.”

A argamassa de assentamento tem a função de unir os blocos, transmitir e uniformizar as tensões, absorver pequenas deformações e prevenir a entrada de água e vento na edificação. A união do bloco e da argamassa forma o elemento misto conhecido por alvenaria (Klein *apud* Ramalho e Corrêa, 2015).

Klein *apud* Parsekian e Soares (2010) citam que

“[...] a resistência à compressão da argamassa não pode ser superior à resistência do bloco, pois utilizando uma argamassa muito rígida ela acaba por não ter a capacidade de absorver deformações, entretanto, utilizar uma argamassa muito fraca resulta em uma baixa aderência entre os blocos e pouca resistência a compressão, prejudicando a eficiência da parede portante. A plasticidade que a argamassa obtiver será a responsável por permitir que as tensões sejam transferidas de modo uniforme de um bloco para o outro.”

A cal hidratada resulta no aumento da resistência mecânica, melhora a plasticidade e a elasticidade da argamassa. Veja abaixo a imagem de dos assentamentos, um utilizando a cal hidratada e a outra sem.

**Figura 5 - Comparativa entre bloco com argamassa sem e com cal hidratada**

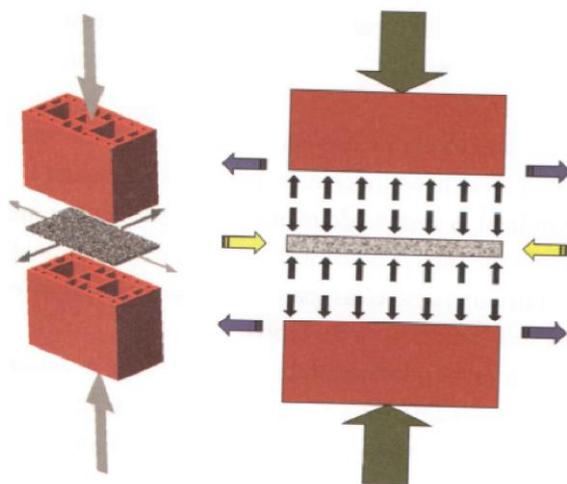


*Fonte:* Klein *apud* Mota, 2015.

Através das imagens é possível perceber um aumento da superfície de aderência entre o bloco e a argamassa, resultando em um baixo índice de vazios, aumentando assim a resistência de tensões tangenciais e tração (Klein *apud* Mota, 2015).

Segundo Klein (2015), a resistência da argamassa é obtida através de ensaios de corpo-de-prova, porém, é preciso diferenciar essa resistência quando a argamassa está confinada entre os blocos. Em alguns casos a argamassa tende a se deformar lateralmente quando aplicados carregamentos longitudinais (efeito Poisson), essa deformação é combatida pelo bloco através da aderência entre os elementos, onde pode receber três tipos de tensões: a compressão vertical resultante da carga aplicada, e a duas tensões laterais devido às forças de diminuição das deformações laterais exercidas pela argamassa em contato com o bloco.

**Figura 6 - Estado de tensões na argamassa em contato com o bloco**



*Fonte:* Klein *apud* Parsekian e Soares, 2015.

A resistência da argamassa geralmente é de 70% a 100% da resistência do próprio bloco. Com o aumento da resistência da argamassa, não se faz necessário o aumento da resistência da parede em geral. Ressalta-se que a medida ideal das espessuras das juntas é de 1 cm. Caso esta medida seja inferior a 1 cm, poderá ter-se problemas na resistência da parede.

### **2.2.3.3 Graute e Aço**

Pastro (2007) afirma que o graute é um concreto com agregados miúdos e alta plasticidade e com o *slump* necessário para preencher os vazios e se acomodar nos vãos, designados no sistema de alvenaria estrutural.

Klein *apud* Ramalho e Corrêa (2015), cita que armaduras são utilizadas juntamente com o graute, de modo a garantir o trabalho conjunto entre o aço e o concreto, combatendo também os esforços de tração. Em alguns casos é utilizada armadura nas juntas de argamassa, com intuito de realizar um melhor ligamento entre blocos.

### **2.2.4 Modulação**

A ABNT NBR 5718 de 1982 define a modulação como:

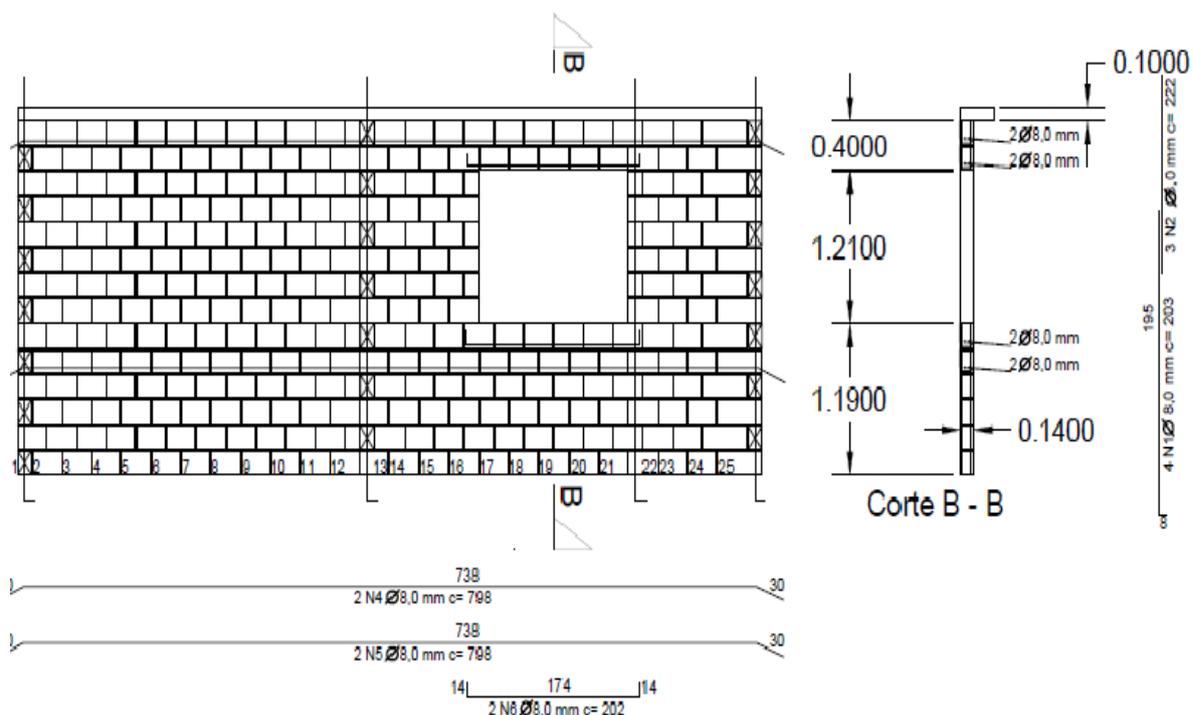
“[...] alvenaria projetada e executada de acordo com a modulação de referência, conceito fundamental para obras que se utilizem deste processo construtivo. Ainda neste conceito, Ramalho e Corrêa (2003) citam que para a obtenção de economia e racionalização da obra é necessário utilizar a correta modulação de blocos. No caso de as dimensões de uma edificação não serem moduladas, os enchimentos necessários para a complementação dos espaços acarretam em um maior custo e menor racionalização da obra. Desta forma, uma edificação em alvenaria estrutural que se pretenda ter uma racionalização adequada, deve apresentar todas suas dimensões moduladas.”

Para Klein *apud* Richter (2015), os conceitos de projeto são fundamentais para o comportamento adequado da alvenaria estrutural, sendo a coordenação modular um destes a qual cumpre um significativo papel na qualidade da alvenaria estrutural.

Klein *apud* Parsekian e Soares (2015), cita que:

“[...] na modulação dos blocos estruturais é necessário que haja uma ligação entre os mesmos, de modo que eles se sobreponham fiada a fiada, para isso é necessário que no projeto de alvenaria estrutural contenha o detalhe das fiadas par e ímpar, além das paginações das paredes, nestas estão indicados os blocos a serem utilizados em cada fiada, locais onde haja aberturas de portas, janelas, pontos elétricos e hidrossanitários, armaduras e pontos de grauteamento necessários para execução de vergas, contra-vergas e reforços estruturais.”

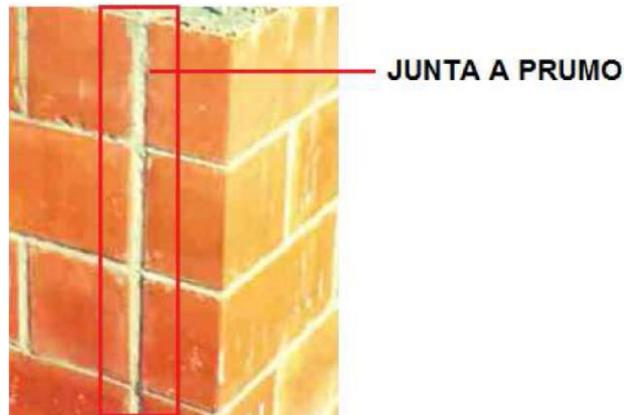
**Figura 7 - Paginação de parede em alvenaria estrutural**



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

A Figura 6 se refere a uma parede em alvenaria estrutural já executada, com suas especificações e armaduras. Na junta a prumo deve ser evitada no lançamento das fiadas, caso haja, esta deve ser fixada com grampos ou tela soldada para evitar fissuras.

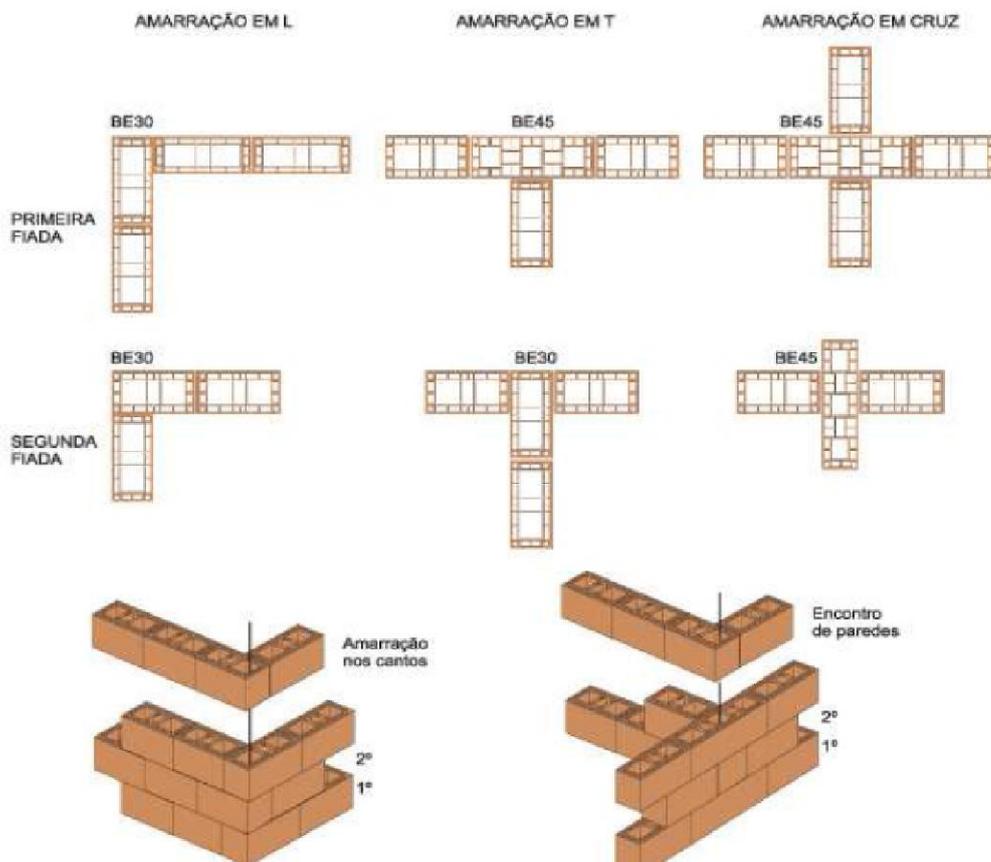
**Figura 8 - Junta a prumo**



*Fonte:* Klein apud Melo Alvenaria, 2015.

As amarrações de parede devem ser executadas de forma direta, para garantir o intertravamento entre os blocos seguindo uma sequência padronizada, garantindo 100% da amarração dos blocos (Klein apud Parsekian e Soares, 2015).

**Figura 9 - Travamento entre paredes**



*Fonte:* Klein apud Selecta Blocos, 2015.

### 2.2.5 Aspectos técnicos e econômicos

As principais características que representam as vantagens e desvantagens na execução de alvenaria estrutural em relação ao concreto armado.

**Quadro 2. Vantagens e Desvantagens do Sistema de Alvenaria**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Os pilares, lajes, vigas e alvenaria de vedação são os principais elementos da alvenaria convencional e, na alvenaria estrutural, as paredes cumprem a função de integrar a vedação e a estrutura. Por cumprir esta dupla função (a de estrutura e de vedação), há uma redução significativa nas etapas e no tempo de execução da alvenaria estrutural, já que toda a estrutura convencional é eliminada.	O tamanho dos vãos deve ser controlado, pois, quanto maiores os vãos, mais cargas vão ser geradas nas paredes, necessitando de blocos com resistências maiores.
Economia na utilização do aço, e de fôrmas, pela ausência de pilares e vigas para sustentação da estrutura. A quantidade de revestimento pode ser reduzida com a alta definição dimensional das unidades e da mão de obra de qualidade.	Se o índice de esbeltes do edifício for elevado, vai requerer muita armadura para aguentar os esforços de flexão, com isso, a aplicação do sistema se torna antieconômico.
Em construções convencionais são comuns às improvisações; já na alvenaria estrutural, isso não é possível, não comprometendo o custo e o encarecimento da obra.	Na permite a otimização de paredes, ou seja, é impossível a remoção de paredes, somente se for prevista em projeto.
Restrição do número de etapas, restrição da diversidade de materiais e mão de obra, facilidade dos procedimentos de execução, o que possibilita maior controle do processo e treinamento de mão de obra. Redução do tempo na execução pode chegar a 50% nas etapas da alvenaria estrutural, acelerando o cronograma e economizando os encargos financeiros.	Durante a execução da alvenaria estrutural é necessário o emprego de instrumentos adequados, por isso, é de grande importância uma mão de obra qualificada. Para evitar problemas durante, e depois da ocupação da edificação, é necessário selecionar e capacitar a mão de obra.
Benefícios acústicos, alojamento de dutos hidráulicos e elétricos, não permitindo, posteriormente, rasgos e aberturas nas paredes para colocação de instalações elétricas e hidráulicas. Reduz, assim, 67% o material não aproveitável a ser retirado.	O sistema de alvenaria estrutural só é economicamente viável para edificações de até 15 pavimentos; a partir disso é necessário fazer comparativos com a estrutura de concreto armado convencional.

*Fonte:* Salesse,2012.

## Quadro 2. Vantagens e Desvantagens do Sistema de Alvenaria (Continuação)

Vantagens	Desvantagens
Em algumas situações são isento o uso de chapisco e emboço. Como as paredes da alvenaria estrutural não possuem relevância de pilares e vigas, ocorre um desperdício menor em cortes de cerâmica que, assim como o gesso, podem ser coladas diretamente sobre os blocos.	

*Fonte:* Salesse,2012.

### 2.2.6 Principais parâmetros para adoção do sistema construtivo

O custo é definido como o valor monetário dos bens e serviços empregados pela empresa no processo de produção de outros bens e serviços (Silva *apud* Marchesan, 2002).

Klein *apud* Ramalho e Corrêa (2015), citam algumas considerações a serem feitas na escolha do sistema a ser utilizado para a concepção da edificação:

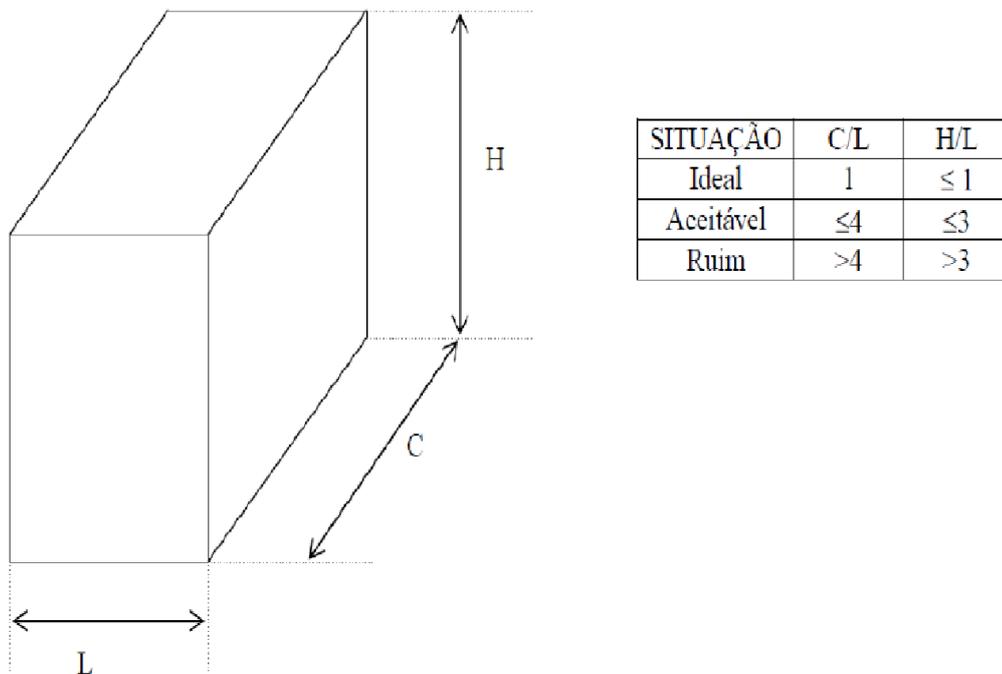
- **Altura da edificação:** tomando como referência os parâmetros usuais no Brasil, edificações em alvenaria estrutural com mais de 15 ou 16 pavimentos tornam-se inviáveis, pois estruturas com um número de pavimentos superior a esse limite acabam por sofrer grandes esforços de compressão, necessitando de blocos com resistência elevada os quais não se encontram no mercado, resultando assim, em um grauteamento generalizado. Além disso, as ações horizontais advindas de forças de vento causariam tensões de tração significativas, o que acarretaria na utilização de armaduras e graute, ambos prejudicando a economia da obra.
- **Arranjo arquitetônico:** é necessário considerar a quantidade de paredes estruturais por m<sup>2</sup> de um pavimento. Um valor indicativo razoável é que se tenha de 0,5 a 0,7 metros de parede por m<sup>2</sup> de área do pavimento. Fora desses limites, a densidade de paredes não se considera usual, tornando o sistema de alvenaria estrutural desfavorável.

- Tipo de uso: em edifícios comerciais ou residenciais de alto padrão, onde necessitem de grandes vãos, a alvenaria estrutural torna-se inviável. Esta se torna viável em edificações residenciais de médio e baixo padrão, onde os vãos são menores. No caso de edifícios comerciais, é desaconselhada a utilização deste sistema construtivo, já que se torna perigoso, caso haja futuros rearranjos arquitetônicos.

### 2.2.7 Estabilidade Global

Klein *apud* Gallegos (2015), cita que para obter uma edificação estruturalmente otimizada deve-se ter uma uniformização no comprimento das paredes resistentes em ambas às direções (longitudinais e transversais), uma forma de saber qual o comprimento adequado, é multiplicar 4,2 % da área total do pavimento pelo número de pavimentos do edifício, o valor encontrado informará qual a metragem de parede resistente necessária em cada direção, padronizando as cargas horizontais nas paredes. E sugere que devem ser evitados edificações em formato de L, U, T e X, pois acabam por aumentar o esforço de torção, ocasionados pela atuação de esforços horizontais.

**Figura 10 - Relações das dimensões do edifício**



**Fontes:** Klein *apud* Soares, 2015.

Na imagem acima é possível o efeito da dimensão em relação à robustez de uma edificação, onde “a” é uma edificação baixa e esparsa, sendo assim robusta, e “j” uma edificação esbelta e de elevada altura, tornando-a pouco robusta e mais suscetível a ações horizontais e de desaprumo.

De acordo com Klein *apud* Duarte (1999), outra forma de se aumentar a resistência à torção é manter uma conformidade nas paredes de contraventamento, a fim de estabelecer uma simetria nos pavimentos, evitando desta forma tensões cisalhante devido à torção.

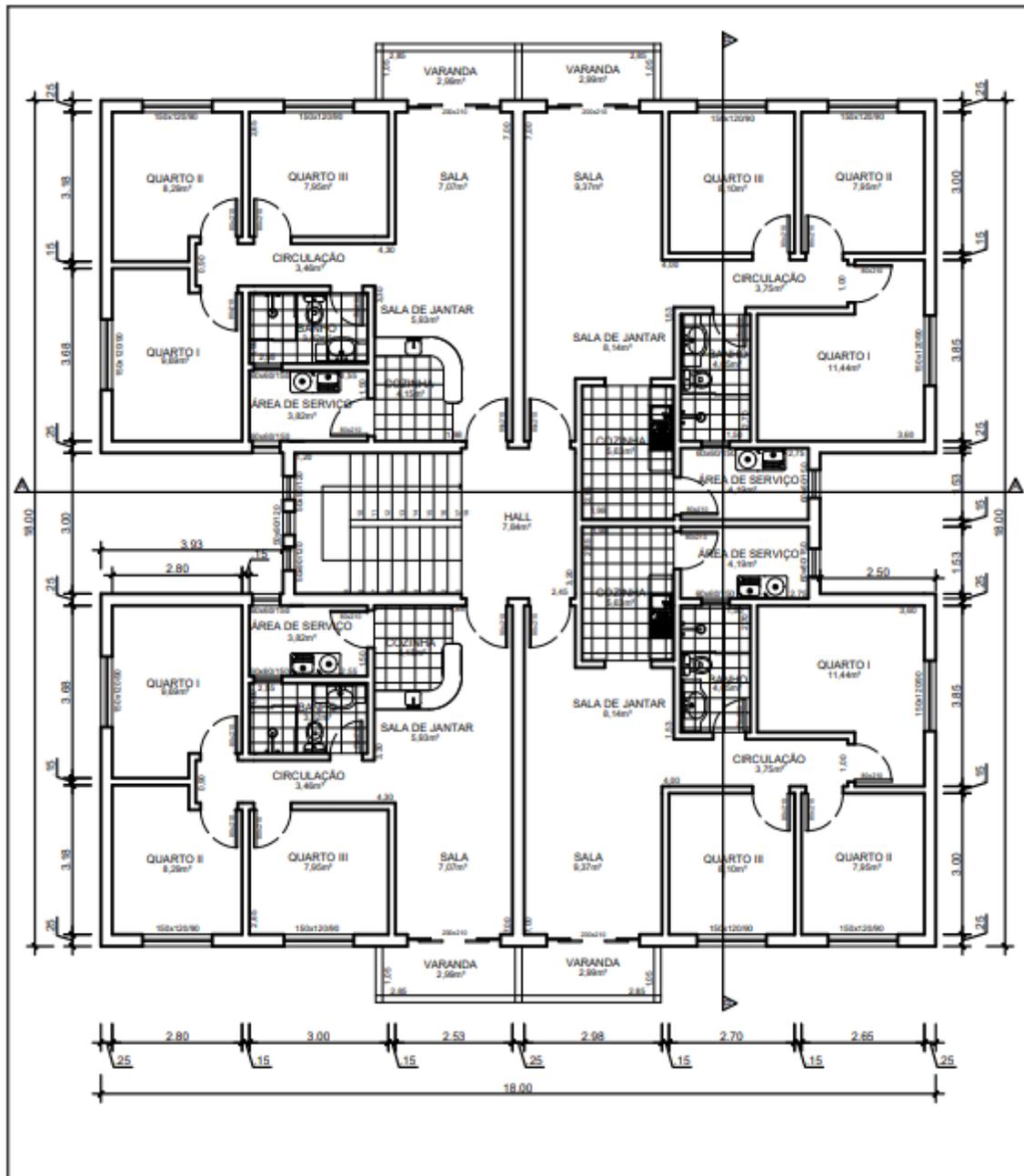
### **3. ESTUDO DE CASO**

O método escolhido para o desenvolvimento deste estudo foi a realização de uma pesquisa teórica sobre os sistemas estruturais em concreto armado e alvenaria estrutural. Após esta pesquisa e com o aporte teórico necessário, serão aplicados os conceitos em um projeto de estudo de caso, visando obter dados para avaliação dos custos.

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO**

Para o desenvolvimento deste estudo, será utilizado um projeto de edificação a ser executado na cidade de Varginha, Minas Gerais. Sobre o qual se discute neste artigo o método construtivo (alvenaria estrutural e concreto armado) mais eficaz para a execução do mesmo. Serão utilizados blocos de concreto da família 39. O edifício terá um pavimento térreo e cinco tipos, em se totaliza uma área por pavimento de 324 m<sup>2</sup>.

Figura 11 - Planta baixa, Térreo e 5 tipo



Fonte: Prof. Max Felipe Marques

### 3.2 Projeto em Alvenaria Estrutural

O projeto estrutural em Alvenaria Estrutural foi elaborado para fins de comparação de custo dos sistemas estruturais. Este projeto será feito com o auxílio do software TQS Alvest V. 21, de acordo com a NBR 6118 (2014). A estrutura será lançada

tendo como referência o projeto arquitetônico mencionado acima, respeitando as respectivas espessuras de parede, pé direito e, abertura de portas e janelas.

Foram feitas as verificações de Estado Limite Último (ELU), sendo analisadas de acordo com que não houvesse a possibilidade de combinação de ações que culminasse no colapso da estrutura. Já a verificação de Estados Limite de Serviço (ELS) possibilita prever a ocorrência de ações durante a utilização da estrutura que possam causar desconforto, como deformações excessivas e fissuras, sendo que os carregamentos aplicados na estrutura seguirão as prescrições da ABNT NBR 6118 (2014). Já para os valores mínimos de cargas verticais, assim como o peso específico dos materiais que serão utilizados, para os modelos estruturais de acordo com a ABNT NBR 6120 (1980).

O projeto levará em consideração os parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 6123 (1988), em são considerados os esforços horizontais perante o vento. Sendo estes:

- S1 - fator topográfico, em terreno plano e levemente ondulado  $S1 = 1,0$ ;
- S2 - fator de rugosidade, este fator leva em consideração a rugosidade do terreno, ou seja, obstáculos entre o vento e a edificação, altura do ponto de aplicação da ação do vento e as dimensões do edifício. Para a rugosidade será considerado como característica o terreno cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona urbanizada. O restante dos parâmetros do fator S2 acabará por sofrer variações conforme a quantidade de pavimentos de cada modelo, visto que o fator varia conforme a maior dimensão da edificação;
- S3 - fator estatístico em função do uso da edificação, sendo a edificação de âmbito residencial será considerado o fator  $S3 = 1,0$ ;

A pressuposta edificação será executada em área urbana, com ambientes internos secos e sua estrutura revestida por argamassa e pintura. Onde a classe de agressividade ambiental considerada é a Classe I, onde o risco de deterioração é pequeno. Portanto, de acordo com a ABNT NBR 6118 (2014), a resistência mínima do concreto à compressão a ser utilizado é de 25 MPa e cobrimento mínimo, utilizando um rígido controle de execução, é de 1,5 cm para lajes, 2,0 cm para pilares e vigas, e para elementos em contato com o solo utilizou-se 3,0 cm. Para o sistema de fundação será utilizado o sistema construtivo do tipo *radier*. E para o elemento do tipo laje, será feita do tipo maciça com espessura aproximada de 10,0 cm..

### **3.3 Projeto em Concreto Armado**

Para o projeto estrutural em concreto armado será feito com o auxílio do software TQS V. 21, de acordo com a NBR 6118 (2014). A análise da estrutura é feita em um modelo de pórtico espacial, onde se executa o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais tais como: lajes, vigas, pilares, blocos sobre estacas e sapatas. Onde a estrutura será lançada tendo como referência o projeto arquitetônico.

Será obtido através do software o quantitativo de materiais, como o volume de concreto e o quantitativo de aço e fôrmas. Para a fundação será concebida em sapatas isoladas, com dimensões variáveis de acordo com a carga de cada pilar.

As vigas irão possuir espessura de base de 20 cm, tendo sua altura a ser dimensionada. Os pilares serão dimensionados com seções diferentes, de acordo com o carregamento recebido, limitando-se a distância máxima de 5 metros entre eles. As lajes utilizadas no estudo são do tipo maciça, com altura de 10 cm.

A resistência à compressão do concreto utilizado é de 25 MPa e os cobrimentos de 2,5cm, de acordo com a classe de agressividade I da NBR 6118 (2014). Para o revestimento das paredes será considerado como camada única de argamassa sobre chapisco, com espessura final de aproximadamente 1,0cm de cada lado.

### **3.4 Quantitativo de materiais**

Com os dimensionamentos concluídos, será feito o levantamento dos materiais que serão empregados para a obtenção da estrutura e do fechamento da edificação. Estes quantitativos serão avaliados a partir dos resumos de materiais obtidos pelos softwares, levando em conta para o sistema construtivo de alvenaria estrutural os seguintes materiais: graute, concreto, aço, formas de madeira, lajes maciça, blocos de concreto estrutural e argamassa de assentamento. E no concreto armado serão considerados os seguintes insumos: concreto, aço, formas de madeira, lajes maciça, alvenaria de fechamento com bloco de concreto e argamassa de assentamento.

Com o quantitativo de materiais finalizado, será realizado um levantamento de custo, adotando valores médios de insumos. Para a composição dos custos de mão de obra

e de insumos não fornecidos pelos softwares, será utilizada a Tabela de Composição de Preços para Orçamento (TCPO 13), onde estão especificados coeficientes necessários para cada função.

O concreto e o graute utilizado nos dois métodos construtivos serão fornecidos por uma empresa especializada, para não ser fabricado na obra. O aço utilizado serão barras de 12 metros cortadas e dobradas no local. E a argamassa de assentamento será comprada já pronta, tendo apenas que ser adicionado água.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente artigo aborda as duas técnicas mais empregadas no Brasil para a concepção de edificações, sendo estas a alvenaria estrutural e estruturas em concreto armado. Neste intuito, o autor buscará comparar através de um mesmo projeto arquitetônico, uma edificação em ambos os sistemas construtivos, com o mesmo número de pavimentos de modo a identificar a melhor eficiência para a edificação em questão, através da obtenção de dados e quantitativos adquiridos com auxílio de programas computacionais.

No TCC 1, optou-se por desenvolver a parte teórica e bibliográfica do artigo. Posteriormente para o TCC 2, o autor propõe desenvolver os cálculos da execução estrutural de cada método construtivo, sendo gerado o quantitativo de materiais com o auxílio da TCPO 13 e tabela de composição de preços da SINAP; e o custo unitário de materiais e serviços, que possibilitará uma análise comparativa dos custos gerais e prazos da obra dos dois métodos construtivos. Assim, verificar-se-á qual sistema construtivo será mais viável economicamente ou com prazo menor de execução.

## 5. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

**BELLEI, Poliana. Análise comparativa de custos entre edifício de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional em construção na cidade de alegrete – RS.** Fonte: <

<http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/1652/1/An%c3%a1lise%20comparativa%20de%20custos%20entre%20edifício%20de%20alvenaria%20estrutural%20e%20de%20concreto%20armado%20convencional%20em%20constru%c3%a7%c3%a3o%20na%20cidade%20de%20Alegrete%20%e2%80%93%20RS.pdf>>. Acesso: 19 de outubro de 2019.

**CLÍMACO, João Carlos Teatini de Souza. ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO: fundamentos de projeto, dimensionamentos e verificação.** Editora Universidade de Brasília. 2ª Edição. Brasília, 2013.

**KLEIN, Tiago Augusto. Estudo comparativo entre edificações com estrutura em concreto armado e alvenaria estrutural.** Fonte: <  
<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/989/1/2015TiagoAugustoKlein.pdf>>. Acesso em: 12 de outubro de 2019.

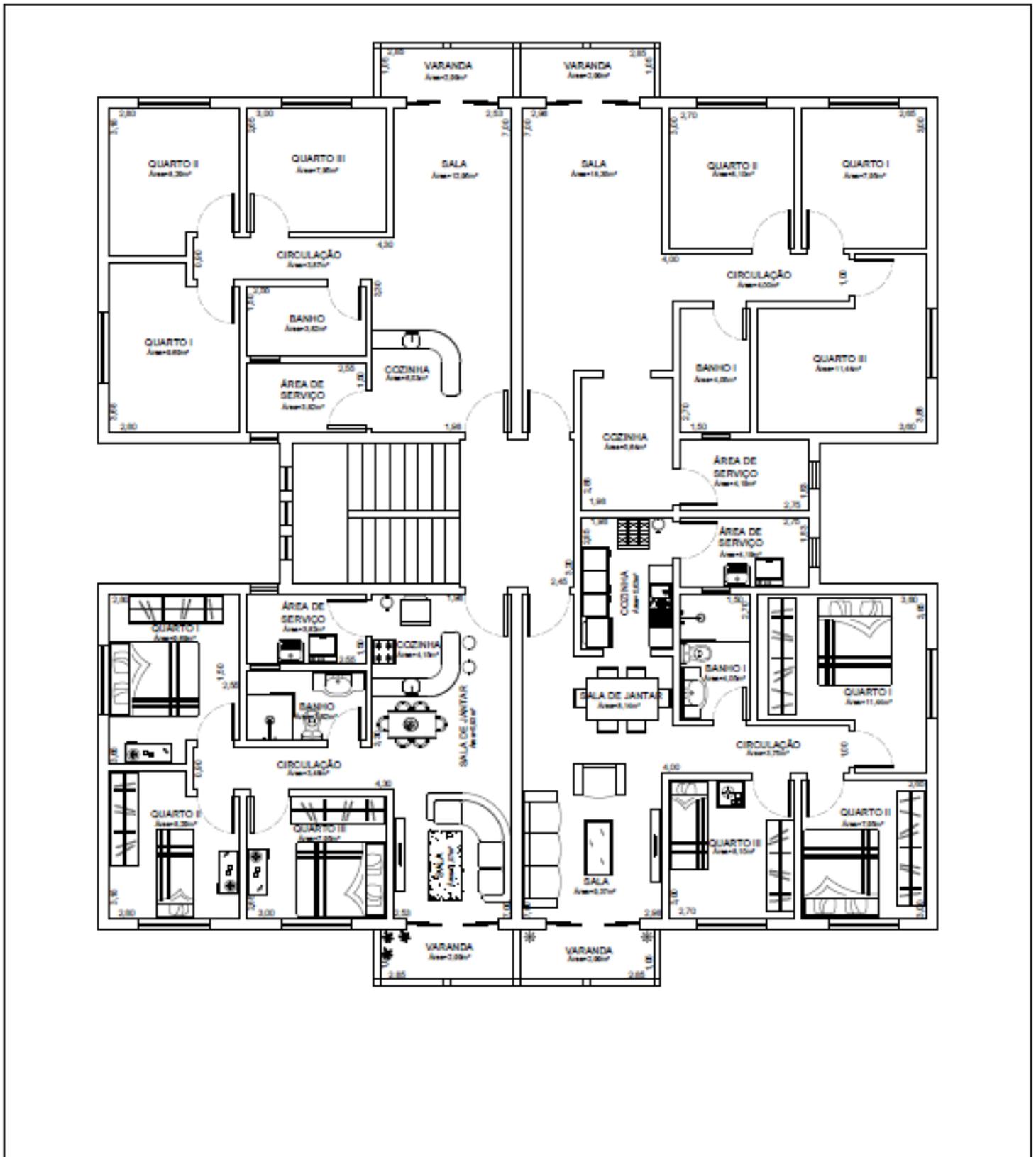
**SALESSE, Juliana Maria. Comparação de custos entre os processos construtivo sem concreto armado e em alvenaria estrutural em blocos de concreto – estudo de caso em Toledo, PR.** Fonte: <  
[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3714/1/TD\\_COEST\\_I\\_2012\\_04.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3714/1/TD_COEST_I_2012_04.pdf)>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

**SOUZA, Mairyanne Silva Silveira. LEITE, Marcela Gomes. FIGUEIRA, Sânzia de Oliveira e Souza. Análise comparativa entre o método de construção em alvenaria estrutural e o sistema convencional em concreto armado.** Fonte: <  
[http://redentor.inf.br/files/analisecomparativaentreometododeconstrucaoemalvenariaestruturaleosistemaconvencionalemconcretoarmado\\_14052019103458.pdf](http://redentor.inf.br/files/analisecomparativaentreometododeconstrucaoemalvenariaestruturaleosistemaconvencionalemconcretoarmado_14052019103458.pdf)>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

**OLIVIER, Bianca Gonçalves. Estudo comparativo de custos entre um edifício executado em alvenaria estrutural e em concreto armado.** Fonte: <  
[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/171786/TCC\\_BIANCA\\_G\\_OLIVIER.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/171786/TCC_BIANCA_G_OLIVIER.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

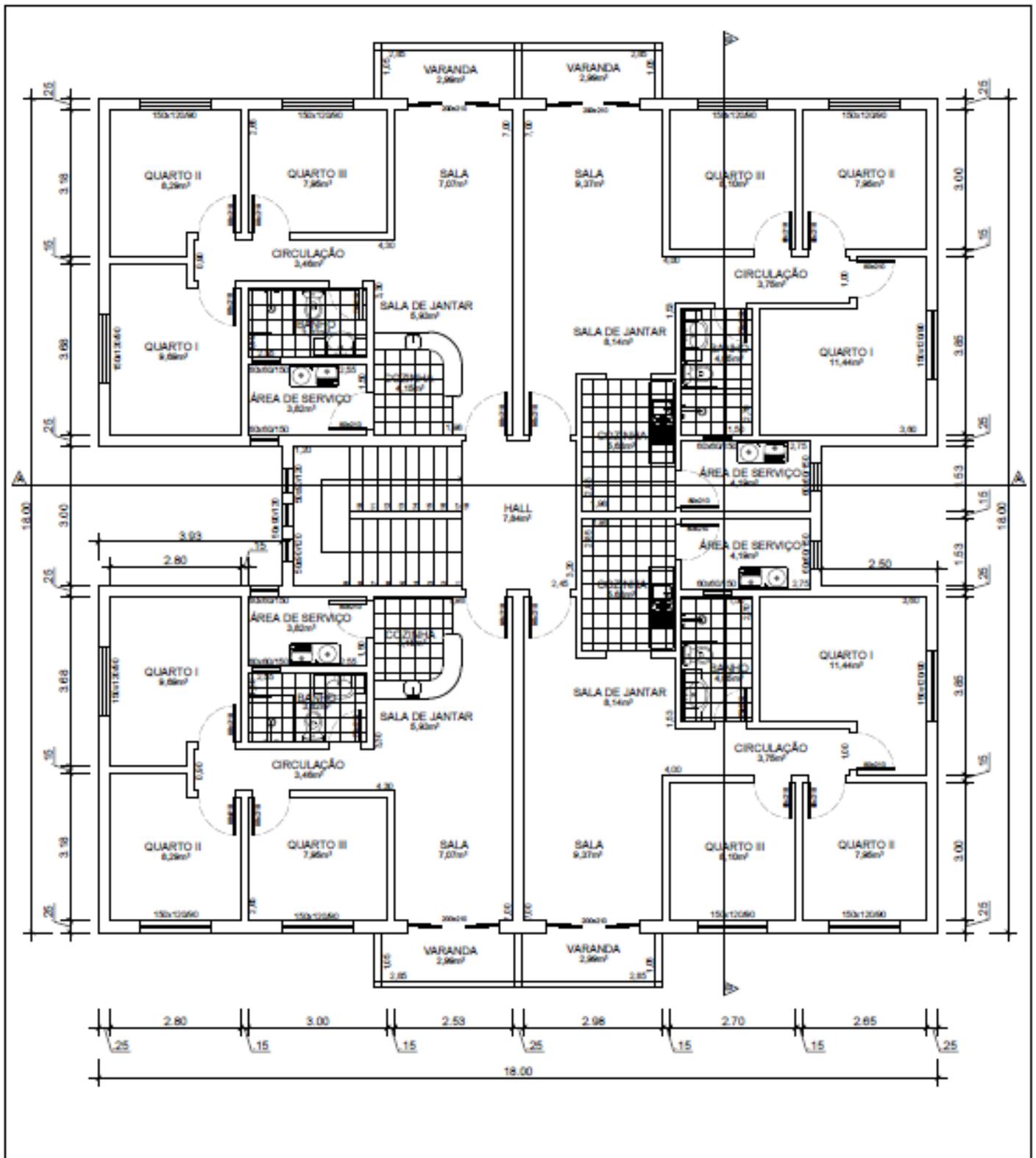
**PRUDÊNCIO JÚNIOR**, Luiz Roberto. **OLIVEIRA**, Alexandre Lima de. **BEDIN**, Carlos Augusto. **ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO**. Editora Gráfica Palloti. 1ª Edição. Florianópolis, 2002.

Anexo 1. Planta baixa



PLANTA BAIXA - pav. tipo (1°,2°,3°,4°,5°,6°)  
 escala 1:100

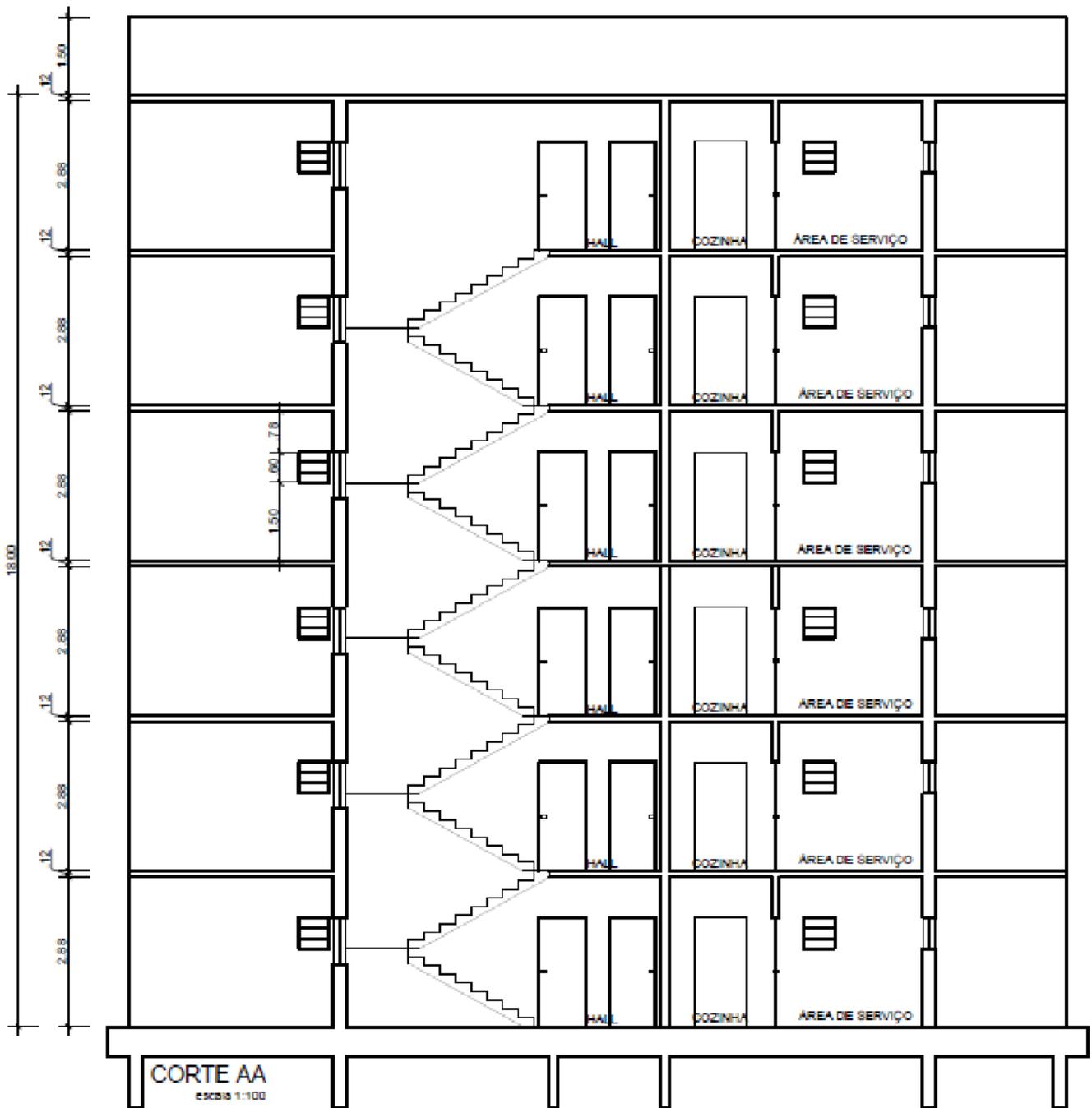
Anexo 2. Planta baixa – Cortes



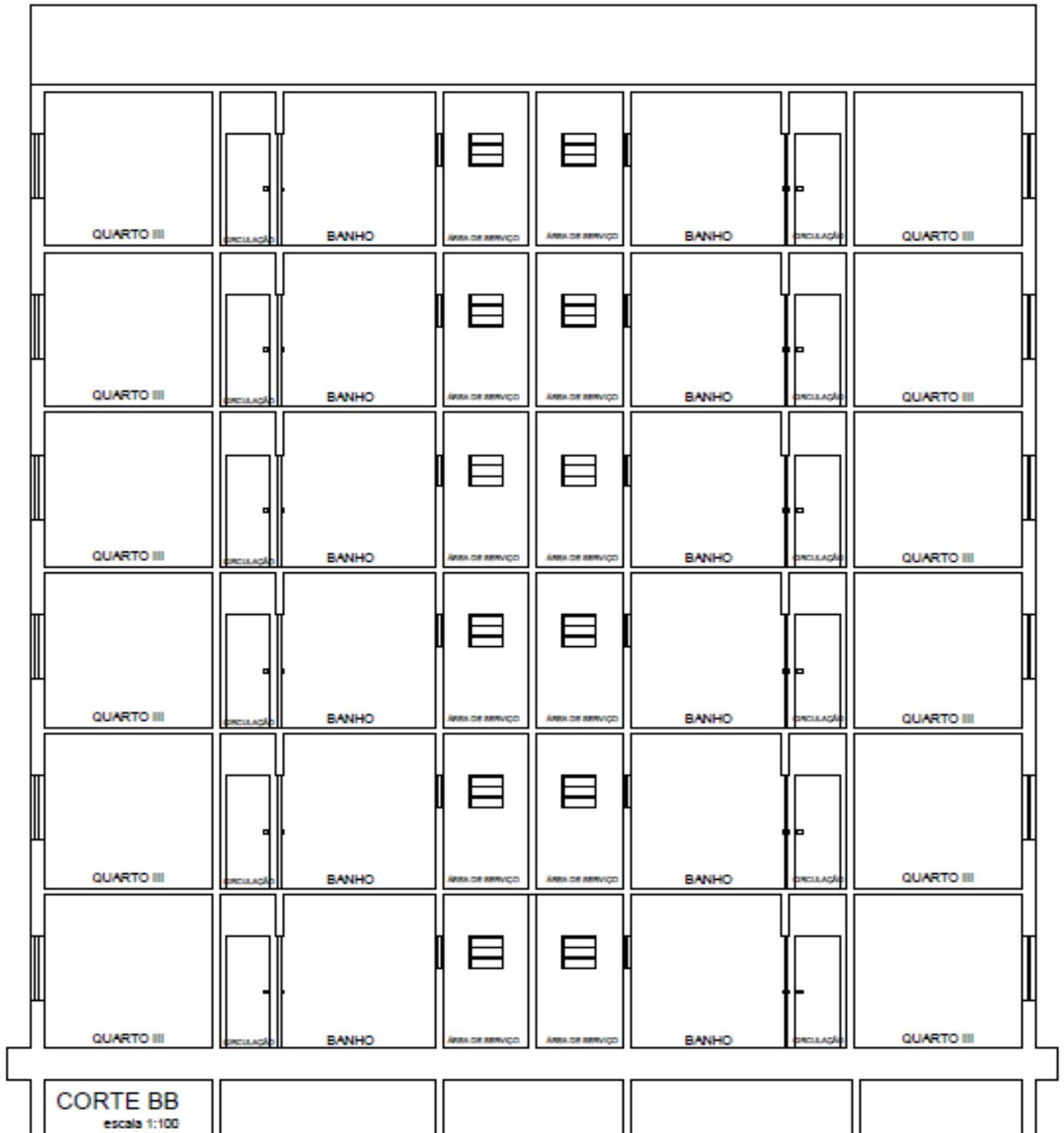
PLANTA BAIXA INDICAÇÃO DE CORTES - pav. tipo (1°,2°,3°,4°,5°,6°)

escala 1:100

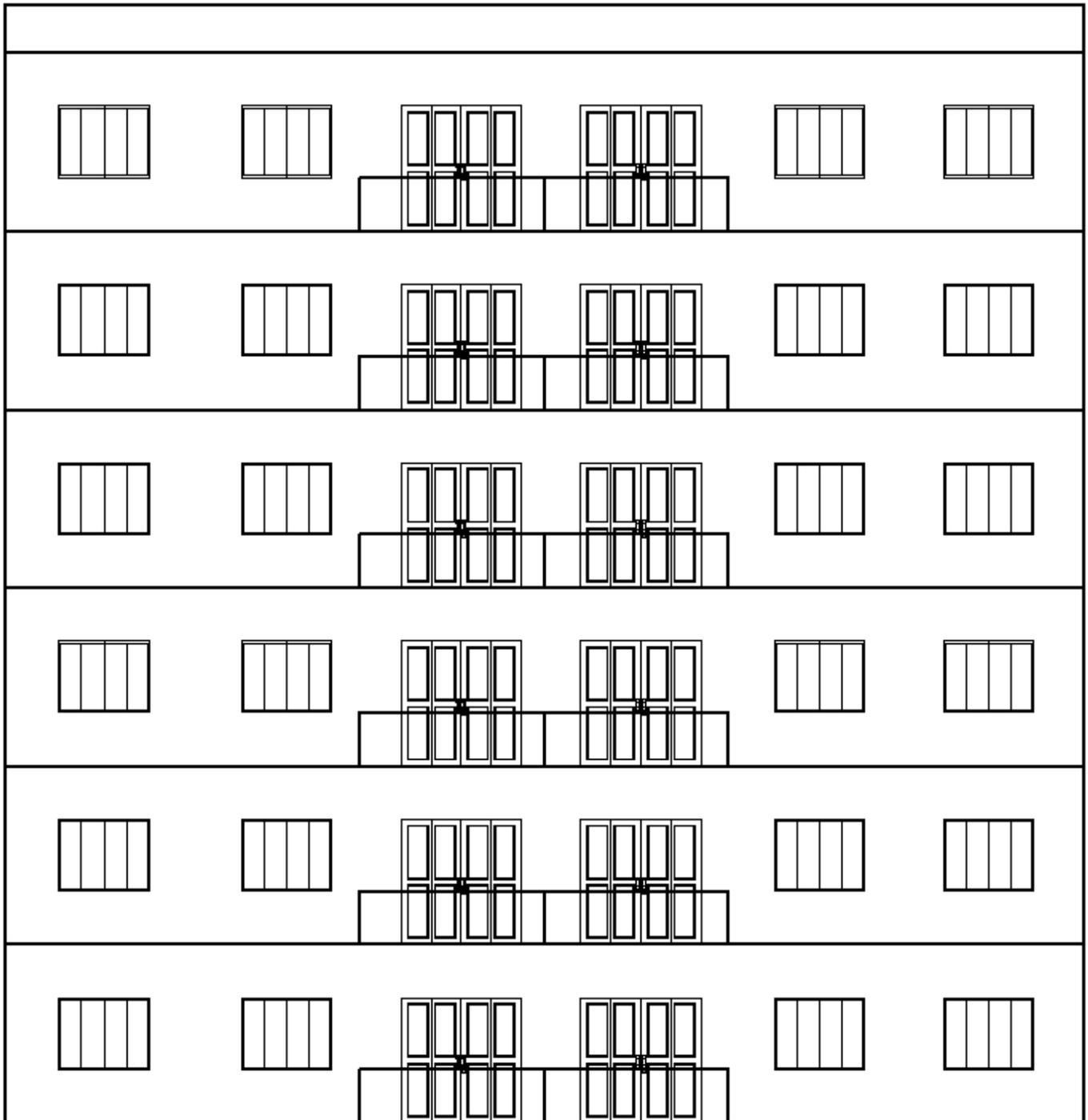
Anexo 3. Planta baixa – Corte AA



Anexo 4. Planta Baixa – Corte BB



Anexo 5. Fachada Frontal



PLANTA BAIXA - fachada frontal

escala 1:100