

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

THALES DE MELLO FERREIRA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA ALVENARIA ESTRUTURAL EM
COMPARAÇÃO COM O SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL PARA
HABITAÇÕES POPULARES EM PATO BRANCO - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2017

THALES DE MELLO FERREIRA

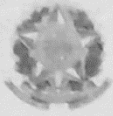
**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA ALVENARIA ESTRUTURAL EM
COMPARAÇÃO COM O SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL PARA
HABITAÇÕES POPULARES EM PATO BRANCO - PR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Pato Branco.

Orientador: Prof. Dr. Volmir Sabbi

PATO BRANCO

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA ALVENARIA ESTRUTURAL EM COMPARAÇÃO COM O SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL PARA HABITAÇÕES POPULARES EM PATO BRANCO - PR

Thales De Mello Ferreira

No dia 22 de novembro de 2017, às 10h20min, na SALA DE TREINAMENTO da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após arguição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº34-TCC/2017.

Orientador: Prof.Dr. VOLMIR SABBI (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof.Msc. JAIRO TROMBETTA (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: ProF. Msc. DANILO RINALDI BISCONSINI (DACOC/UTFPR-PB)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar, me auxiliar nos momentos difíceis e por me presentear com o dom da vida.

À minha mãe Gislene, à meu pai José Renato e ao meu irmão Thiago, por sempre me apoiar nas minhas escolhas e não me deixar desanimar com os obstáculos presentes no meu caminho.

À toda a minha família e amigos, que torcem por cada conquista e compartilham comigo as alegrias do mundo.

Ao professor Volmir Sabbi, pela orientação, pelas dúvidas sanadas e pela contribuição de modo geral para que esse trabalho fosse realizado.

Aos engenheiros Rodrigo Junior da M. Camicia e Marco Antônio da S. Barea, pelo grandioso auxílio e pela boa vontade em contribuir para elaboração do trabalho.

À empresa Pavimenti, pelo modo solícito que sanou algumas dúvidas a respeito do estudo em questão.

À Elenara, pela compreensão, carinho e companheirismo durante esse intenso período.

À todos aqueles que de algum modo contribuíram me auxiliando e fortalecendo nessa jornada acadêmica.

RESUMO

FERREIRA, Thales de Mello. **Análise de Viabilidade Econômica da Alvenaria Estrutural em Comparação com o Sistema Construtivo Convencional para Habitações Populares Em Pato Branco - PR.** 2017. 60 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

Este trabalho tem o intuito de comparar o sistema de alvenaria estrutural de blocos de concreto com o sistema convencional que utiliza blocos cerâmicos para a alvenaria de vedação e o concreto armado para a confecção dos elementos estruturais. Essa comparação visa verificar a viabilidade econômica dessa tipologia construtiva, ainda pouco utilizada na cidade de Pato Branco –PR, visando a construção de habitações populares. Durante o estudo, realizou-se uma pesquisa sobre os modelos construtivos e a questão da moradia popular no município. A comparação foi realizada a partir de projetos estruturais e arquitetônicos desenvolvidos especialmente para o presente estudo com o uso dos *softwares* AutoCAD, CAD/TQS e ALVEST/TQS, e a partir desses, extraiu-se o quantitativo de materiais e serviços julgados relevantes para analisar o custo de cada método construtivo. Sendo assim possível definir o sistema que apresenta menor custo e o relacionando ao custo global estimado para o edifício-exemplo.

Palavras chave: Alvenaria estrutural. Concreto armado convencional. Habitação popular. Comparativo. Viabilidade.

ABSTRACT

This work aims to compare the structural masonry system of concrete blocks with the conventional model that uses ceramic blocks for the masonry of the fence and the reinforced concrete for the construction of the structural elements. This comparison aims to verify the economic viability of this constructive typology, still little used in the city of Pato Branco -PR, aiming the construction of popular housing. During the study, a survey was conducted on the constructive models and the question of popular housing in the municipality. The comparison was made from structural and architectural projects developed especially for the present study with the use of AutoCAD, CAD/TQS and ALVEST/TQS softwares, and from these, the quantity of materials and services considered relevant for analysis was extracted the cost of each constructive method. Thus, it is possible to define the system that presents the lowest cost and relating it to the estimated global cost for the example building.

Keywords: Structural masonry. Conventional reinforced concrete. Popular housing. Comparative. Viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição do déficit habitacional	15
Figura 2 - Estatísticas relacionadas ao PMCMV.....	17
Figura 3 - Pirâmides de Gizé	19
Figura 4 - Edifício Monadnock	20
Figura 5 - Conjunto habitacional Central Parque Lapa	21
Figura 6 - Exemplos de blocos estruturais.....	22
Figura 7 - Instalações antecessoras à primeira fiada	26
Figura 8 - Assentamento dos blocos estratégicos	27
Figura 9 - Abertura para inspeção do graute	27
Figura 10 - Processo de grauteamento	28
Figura 11 - Blocos especiais do tipo canaleta.....	29
Figura 12 - Planta baixa da residência em alvenaria convencional	33
Figura 13 - Planta baixa da residência em alvenaria estrutural	34
Figura 14 - Planta baixa do pavimento tipo do edifício-exemplo.....	35
Figura 15 - Detalhe de planta baixa de um apartamento do edifício-exemplo	36
Figura 16 - Esquema estrutural em concreto armado.....	37
Figura 17 - Esquema estrutural em alvenaria estrutural	38
Figura 18 - Comparação global dos custos da obra	39
Figura 19 – Exemplo de planta de elevação de parede.....	40
Figura 20 - Exemplo planta de primeira fiada	41
Figura 21 - Detalhe do projeto estrutural de um apartamento do CO04	45
Figura 22 - Detalhe do projeto estrutural do CO01	46
Figura 23 - Detalhe estrutural de uma viga do edifício-exemplo CO04	48
Figura 24 - Influência no custo total de um edifício PP-4B	51
Figura 25 - Influência no custo total de uma residência R1-B.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantitativo de blocos de concreto (AE04)	42
Tabela 2 - Quantitativo de blocos de concreto (AE01)	42
Tabela 3 - Quantitativo de concreto, argamassa e graute (AE04)	43
Tabela 4 - Quantitativo de concreto, argamassa e graute (AE01)	43
Tabela 5 - Quantitativo de aço (AE04).....	43
Tabela 6 - Quantitativo de aço (AE01).....	43
Tabela 7 - Quantitativo de blocos cerâmicos (CO04)	44
Tabela 8 - Quantitativo de blocos cerâmicos (CO01)	44
Tabela 9 - Quantitativo de concreto e argamassa de assentamento (CO04) .	46
Tabela 10 - Quantitativo de concreto e argamassa de assentamento(CO01)	47
Tabela 11 - Quantitativo de fôrmas (CO04)	47
Tabela 12 - Quantitativo de fôrmas (CO01)	47
Tabela 13 - Quantitativo de aço (CO04)	48
Tabela 14 - Quantitativo de aço (CO01)	48
Tabela 15 - Custo total por subsistema dos edifícios AE04 e CO04	49
Tabela 16 - Simulação do custo total do edifício-exemplo de 4 pavimentos...	50
Tabela 17 - Influência da etapa orçada no custo final da obra	50
Tabela 18 - Custo total por subsistema das residências AE01 e CO01	51
Tabela 19 – Estimativa do custo total do edifício-exemplo térreo unifamiliar..	52
Tabela 20 - Influência da etapa orçada no custo final da obra	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo do custo por subsistema (AE04 x CO04)	50
Gráfico 2 - Comparativo do custo por subsistema (AE01 x CO01)	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivos gerais	12
1.1.2	Objetivos específicos	12
1.2	JUSTIFICATIVA	12
2	HABITAÇÃO POPULAR	14
2.1	PROGRAMA MINHA CASA, MINHA VIDA.....	14
2.2	HABITAÇÃO POPULAR EM PATO BRANCO	17
2.2.1	Cidade.....	17
2.2.2	Código de Obras	17
2.2.3	Investimento em habitação popular.....	18
3	ALVENARIA ESTRUTURAL	19
3.1	HISTÓRICO.....	19
3.2	PRINCIPAIS COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL	21
3.2.1	Bloco	21
3.2.2	Argamassa	22
3.2.3	Graute	23
3.2.4	Armadura	23
3.3	O PROJETO.....	24
3.4	O PROCESSO CONSTRUTIVO	25
4	SISTEMA CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO	30
5	METODOLOGIA	32
5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	32
5.2	PARÂMETROS COMPARATIVOS.....	38
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
6.1	LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E ESTIMATIVA DE CUSTO.....	40
6.1.1	Orçamento das edificações em alvenaria estrutural	40
6.1.2	Orçamento das edificações em sistema convencional.....	44
6.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS	49
6.3	ESTUDO DE VIABILIDADE	53
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

A dificuldade em adquirir moradia própria é uma problemática para parte da população brasileira desde o final do século XIX. Com o desenvolvimento dos centros urbanos e a migração da população do ambiente rural para as cidades, a questão habitacional se tornou um problema social. O mercado, visando suprir a insuficiência de moradias necessárias para alocar essa quantidade considerável de pessoas, começa a se especializar para atender essa carência. Assim surgem as habitações populares, para atenuar a dificuldade da população de poder aquisitivo mais baixo em realizar a compra da casa própria. (PINA, 2013).

Atento a esse fator, o Governo Federal criou alguns programas de habitação, como por exemplo, o Programa Minha Casa, Minha Vida, lançado em 2009 como uma medida que fazia parte do Programa de Aceleração do Crescimento para fomentar o crescimento econômico. Com essa nova política pública habitacional, buscava-se reduzir o déficit habitacional bem como incentivar o aquecimento da economia por meio da criação de demanda por construção civil.

Baseado nesse incentivo econômico, a sociedade se deparou com novas exigências e com uma competitividade maior no meio da construção civil, por isso, a aplicação de novas técnicas e novos métodos construtivos, foram incorporadas e relacionadas à eficiência com um menor custo do empreendimento (DELLATORRE, 2014).

Um fator determinante para o sucesso empresarial no ramo da construção é a economia na execução das obras, e construir passa a ser uma questão de custo e controle de gastos. Dessa forma, observa-se a busca por novas metodologias que atendam aos serviços exigidos pelo mercado imobiliário de forma mais eficiente, como é o caso da alvenaria estrutural, que vem sendo empregada pelas empresas, visto como, uma evolução significativa na redução de custos e nas soluções para o desperdício de materiais em canteiro de obra (FERNANDES; SILVA FILHO, 2010).

Segundo Machado Junior (2014), o processo construtivo em alvenaria estrutural apresenta-se como um modelo economicamente viável e de extrema

eficiência comparado ao método convencional que utiliza concreto armado *in loco*, pois as técnicas exigidas são realizadas através de conceitos de produtividade, racionalização e qualidade.

Com o intuito de verificar o quão vantajoso economicamente é, ou não, o processo construtivo de alvenaria estrutural confrontado com o sistema convencional de concreto armado *in loco*, no município de Pato Branco – PR, este trabalho tem por finalidade realizar o estudo tendo como amostras projetos de um edifício-exemplo para residências populares e apartamentos de baixo padrão.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos gerais

O presente trabalho tem como principal objetivo realizar um estudo de viabilidade econômica entre os métodos construtivos de alvenaria estrutural e o sistema convencional em concreto armado para uma residência unifamiliar e para um edifício de quatro pavimentos, onde ambas construções serão baseadas em habitações populares.

1.1.2 Objetivos específicos

Com a finalidade de garantir a excelência do objetivo principal foram estipulados os seguintes objetivos específicos:

- estabelecer um anteprojeto para uma residência e para um edifício com quatro pavimentos;
- explicar e comparar os processos construtivos em análise;
- desenvolver um projeto estrutural para os diversos modelos de estudo;
- especificar e orçar o custo das estruturas apresentadas;
- identificar a viabilidade dos sistemas construtivos estudados para uma habitação popular no município de Pato Branco – PR.

1.2 JUSTIFICATIVA

É possível averiguar de acordo com alguns estudos que a construção civil no Brasil ainda é um setor que apresenta demanda, principalmente no aspecto básico de moradia. Segundo a Fundação João Pinheiro, o Paraná é o estado com maior déficit habitacional na região sul do país, com um total absoluto de 276.709 casos, baseado nos dados do IBGE, no ano de 2015. Com tamanha necessidade, uma das soluções deste problema é a busca de alternativas construtivas tecnicamente viáveis e atrativas economicamente.

Uma das opções utilizadas neste segmento de mercado para amenizar os custos e certificar o desempenho mínimo desejado das habitações é o processo construtivo de alvenaria estrutural, no qual este sistema tem sido amplamente empregado na construção civil brasileira, após anos de adaptação, desenvolvimento e consolidação no país, desde a década de 1980 (SABATTINI, 2003 apud. RICHTER 2007).

Ainda neste contexto, de acordo com Silva (2003), a alvenaria estrutural apresenta-se como uma proposta competente, na medida que permite a fácil incorporação de conceitos de racionalização, produtividade, qualidade e possibilita a produção de edificações com baixo custo e características técnicas usualmente requeridas.

Diante dessas vantagens, o sistema construtivo de alvenaria estrutural, embora não seja uma tipologia tão recente, ainda é pouco estudado e utilizado na região de Pato Branco – PR. Com o aumento de construções de habitações populares e loteamentos disponíveis para este tipo de empreendimento, é pertinente estudar a efetividade deste método comparado ao sistema de concreto armado *in loco* e verificar se esta é uma alternativa viável para investimentos futuros.

2 HABITAÇÃO POPULAR

2.1 PROGRAMA MINHA CASA, MINHA VIDA

O Programa Habitacional Federal Minha Casa, Minha Vida, lançado em 2009, tem como objetivo atender as necessidades de habitação da população de baixa renda nas áreas urbanas, garantindo o acesso à moradia digna com padrões mínimos de sustentabilidade, segurança e habitabilidade. O programa funciona por meio da concessão de financiamentos a beneficiários organizados de forma associativa por uma entidade organizadora e com recursos provenientes do Orçamento Geral da União (OGU), aportados ao Fundo de Desenvolvimento Social (FDS) (CARTILHA DO PROGRAMA MCMV, 2012).

No início, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) era considerado por muitos como uma promessa audaciosa já que apenas aceitava financiamentos de famílias com renda de 0 a 10 salários mínimos e tinha como objetivo facilitar a construção de um milhão de moradias em dois anos de programa (SILVA; ALVES, 2014).

Inicialmente, o PMCMV em sua primeira etapa previa que 40% dos financiamentos seriam destinados as famílias de renda entre 0 a 3 salários mínimos, outros 40% para o grupo com salários mínimos entre 3 a 6 e então 20% para as famílias de renda mensal equivalente de 6 a 10. Os recursos entre os estados estavam planejados para serem alocados de acordo com o déficit habitacional medido pelo IBGE/PNAD em 2007 e melhor explicitado na Figura 1: Sudeste (37%), Nordeste (34%), Sul (12%), Norte (10%) e Centro-Oeste (7%). Além do subsídio inversamente proporcional à renda, o cliente tem como opção o pagamento do seguro obrigatório que corresponde até 37% do valor da prestação (HIRATA, 2009)

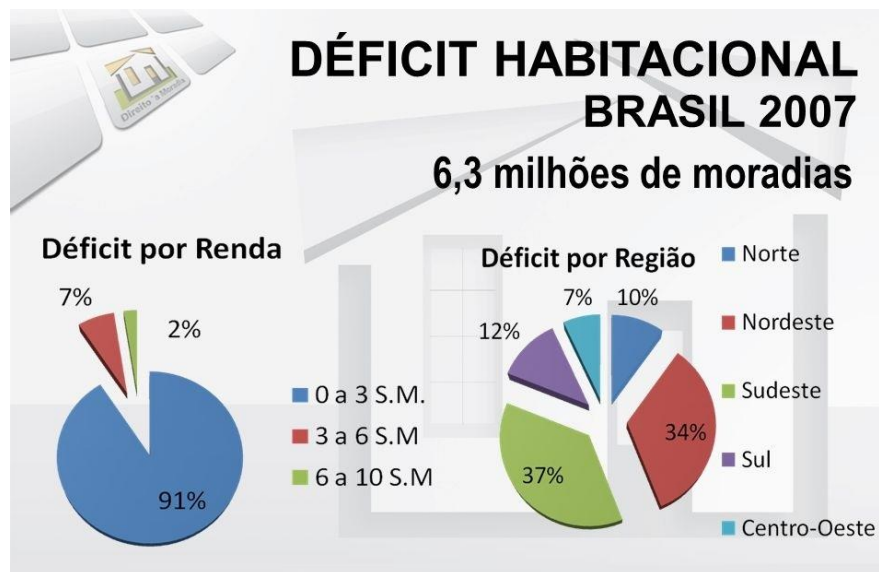


Figura 1 - Distribuição do déficit habitacional

Fonte: IBGE – PNAD, 2007

Segundo a Lei 11.977/2009, que institui o PMCMV, este compreende outros dois subprogramas com escopos nas áreas urbanas e rurais:

Art. 1º - O Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV tem por finalidade criar mecanismos de incentivo à produção e aquisição de novas unidades habitacionais ou requalificação de imóveis urbanos e produção ou reforma de habitações rurais, para famílias com renda mensal de até R\$ 4.650,00 (quatro mil, seiscentos e cinquenta reais) e compreende os seguintes subprogramas:

I – o Programa Nacional de Habitação Urbana – PNHU; e

II – o Programa Nacional de Habitação Rural- PNHR (BRASIL, 2009).

Além do mais, D'Amico (2011) recorda que o PNHR tem como objetivo realizar financiamento de materiais para auxiliar os agricultores na construção de imóveis em zonas rurais, sendo destinados R\$500 milhões provenientes da OGU para este programa. O autor relembra ainda que ao PNHU foram alocados diretamente R\$ 2,5 bilhões além de outros bilhões de forma secundária e explica que a diferença se dá ao déficit habitacional estar mais concentrado nas zonas urbanas.

De certo modo, a criação do PMCMV foi uma alteração na forma em que o governo daquele período conduzia a Política Nacional de Habitação visto que as diretrizes do novo programa iam de encontro com o Subsistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS) pois era elevada a participação do setor privado na construção de moradias na nova ação governamental. Segundo Cardoso, Aragão e Araújo (2013), a partir do PMCMV, o Fundo Nacional de Habitação de

Interesse Social (FNHIS), que recebe recurso originários do OGU, passou a destiná-los a urbanização de aglomerados subnormais. (CARDOSO, ARAGÃO E ARAÚJO, 2013).

Devido às características do programa definidas na primeira etapa, era visto que o governo federal apostava na parceria da iniciativa privada como força motora deste novo plano de redução do déficit habitacional. Reconhecendo a burocracia e ineficiência envolvida no setor público, o sistema de aprovação era realizado junto aos órgãos competentes e a venda pela Caixa Econômica Federal (CEF), retirando assim os riscos de mercado como inadimplência, custos de comercialização, vacância das unidades (ARANTES; FIX, 2009). Além de que Segundo Cardoso, Aragão e Araújo (2013), os estados e municípios, que também possuíam responsabilidade sob a política habitacional, passaram a serem responsáveis apenas por organizar a demanda e repassá-la à CEF, sem que fossem diretamente culpados pelos resultados.

Um dos problemas apontados a respeito do PMCMV é relativo as condições de habitação que os empreendimentos construídos pela iniciativa privada dispõem. Visto que os preços de comercialização são definidos pela CEF com tetos máximos por quantidade de população nas cidades a empreiteira não poderá realizar a especulação imobiliária. Conseqüentemente, o lucro auferido não através da elevação do preço de venda, mas sim por meio da redução dos custos de construção ou de aquisição da terra. Deste modo, os imóveis correm grande risco de estarem localizados em regiões periféricas dos grandes centros, onde não há estrutura de mobilidade urbana ou ainda de não serem de qualidade aceitável, remontando a lógica predominante no período do Banco Nacional da Habitação (NASCIMENTO NETO, MOREIRA & SCHUSSEL, 2011).

Ao final de 2010, a primeira etapa do projeto foi atingida com a contratação do financiamento de um milhão de moradias. Atualmente o total de moradias concluídas ultrapassam três milhões de unidades e possui um objetivo de beneficiar cerca de 27 milhões de brasileiros até o ano de 2018, como demonstrado na Figura 2 abaixo:



Figura 2 - Estatísticas relacionadas ao PMCMV
 Fonte: Caixa Econômica Federal, Ipea e FGV, 2015

2.2 HABITAÇÃO POPULAR EM PATO BRANCO

2.2.1 Cidade

Pato Branco é um município brasileiro localizado no sudoeste do Paraná, a população estimada é de 79 869 habitantes e índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,849, coloca-se como a 3ª melhor cidade em qualidade de vida no Paraná e a 113ª no Brasil (IBGE, 2016). A cidade se destaca na microrregião como um centro de serviços com ênfase nos setores da saúde e da educação. A partir de 1996, Pato Branco buscou variar sua economia através de incentivos fiscais a empresas dos setores de informática e eletroeletrônico o que resultou na criação de um pequeno centro tecnológico industrial.

2.2.2 Código de Obras

O Código de Obras dispõe sobre a execução de obras públicas ou particulares, dentro do Município de Pato Branco, alertando sobre as medidas de política administrativa de competência do município. O documento também abrange o respeito à ordem pública, higiene, instalação e funcionamento de equipamentos e atividades. Visa assegurar as condições adequadas às atividades básicas do homem, como habitação, recreação e trabalho. Propõe ainda melhorar o meio ambiente, garantindo condições mínimas de conforto, higiene, segurança e bem estar públicos, nas edificações ou quaisquer obras e instalações dentro do município.

2.2.3 Investimento em habitação popular

No ano de 2015, a prefeitura lançou o programa “Minha Casa Pato Branco”, juntamente com o sorteio de 180 casas do Conjunto Habitacional Vila São Pedro, em construção entre os bairros Alto da Glória e São João.

Segundo a Prefeitura de Pato Branco (2015), o conjunto habitacional resulta de parceria entre o Município e a Caixa Econômica Federal, através do Programa Minha Casa Minha Vida, e recebe investimentos na ordem de R\$ 11,5 milhões. Somente nas intervenções para preparação do solo, a Prefeitura investiu mais de R\$ 700 mil. O otimismo no investimento no setor de infraestrutura é um fator positivo para que as habitações populares permaneçam seguindo em alta na cidade como destaca o diretor executivo de Habitação da Caixa Econômica Federal, Teotonio Rezende:

Em Pato Branco, a Prefeitura colaborou de forma significativa na infraestrutura, o que contribuirá na qualidade de vida das famílias que residirão nesse empreendimento. Essa parceria garante o sucesso do Minha Casa Minha Vida, o maior programa da história do Brasil na área de habitação, que visa atender as cidades e estados de forma descentralizada, facilitando o acesso ao imóvel próprio a famílias que não teriam essa condição (REZENDE, 2015).

3 ALVENARIA ESTRUTURAL

3.1 HISTÓRICO

O sistema de alvenaria estrutural possui uma vasta participação quando se trata do desenvolvimento das edificações ao longo da história da humanidade. Há relatos, segundo Parsekian (2013), de que esse método construtivo é utilizado há mais de 10 mil anos e que existem diversas obras marcantes que merecem ser lembradas para ajudar numa melhor compreensão desse sistema, além de servir como fonte de inspiração para futuros projetos.

Entre esses grandes monumentos da antiguidade, as Pirâmides de Gizé (Figura 3) se destaca por ser a única das Sete Maravilhas do Mundo Antigo existente. De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), as três pirâmides foram construídas por volta de 2600 anos a.C., na qual a maior entre elas, é o túmulo do faraó Queóps, medindo cerca de 147 metros de altura e com uma base quadrada de 230 metros de lado.



Figura 3 - Pirâmides de Gizé
Fonte: Mstyslav Chernov, 2009

A alvenaria estrutural foi o principal método construtivo adotado até o final do século XIX, cujo processo se dava por meio de regras empíricas e conhecimento adquirido pelos construtores da época. Um empreendimento símbolo desse período,

desenvolvido por essa tipologia, foi o Edifício Monadnock (Figura 4), no qual foi construído em Chicago durante os anos de 1889 a 1891 e que até hoje é um dos mais altos entre a sua categoria, com 16 pavimentos e 65 metros de altura, cuja as paredes possuem espessura de até 1,80 metros (SILVA, 2003).



Figura 4 - Edifício Monadnock
Fonte: Ken Lund, 2013

Em meados do Século XX, a utilização da alvenaria estrutural decresceu devido ao avanço em pesquisas e na utilização de estruturas metálicas e do concreto armado, pois essas permitiam estruturas mais leves e esbeltas, venciam maiores vãos livres e possuíam resistências mecânicas maiores, se tornando viável perante à um sistema que era pouco tecnológico.

Esse declínio na utilização da alvenaria como elemento estrutural perdurou até a Segunda Guerra Mundial, quando então, novos estudos e métodos de cálculos demonstravam a viabilidade desse processo construtivo para a construção de edifícios de até 16 pavimentos.

No Brasil, de acordo com Ramalho e Corrêa (2003), tem-se nota de que os primeiros prédios construídos empregando essa tipologia tenham surgidos em 1966,

em São Paulo. Eram utilizados blocos de concreto e possuíam arquitetura simples. No ano de 1972 foi concluído também na cidade de São Paulo, o primeiro edifício, em alvenaria estrutural, com 12 pavimentos em solo nacional, o Central Parque Lapa, ilustrado pela Figura 5.



Figura 5 - Conjunto habitacional Central Parque Lapa
Fonte: Comunidade da construção, 2017

E com isso, a alvenaria estrutural conquista o mercado imobiliário como uma alternativa eficiente para a execução de edifícios residenciais e industriais. O avanço em pesquisas, o controle de qualidade, a produtividade e a desmitificação do processo por meio de investimentos e informações fazem com que esse método construtivo ganhe notório espaço nas regiões sul e sudeste do país (MACHADO JUNIOR, 2014).

3.2 PRINCIPAIS COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL

3.2.1 Bloco

Segundo Camacho (1986), os blocos são os componentes mais importantes do sistema de alvenaria estrutural, pois são os principais responsáveis pela resistência aos esforços de compressão exigidos na estrutura e determinam os procedimentos de modulação nos projetos.

As unidades, assim também chamadas, podem ser confeccionadas com diferentes materiais, nos quais normalmente são utilizados os blocos cerâmicos, de concreto e de sílico-calcário. Além do que, são encontrados em diferentes dimensões, podendo ser vazados ou maciços. Conseqüentemente, esses parâmetros são fundamentais para determinar o desempenho do processo construtivo, suas propriedades físicas e mecânicas (PRUDÊNCIO JUNIOR; OLIVEIRA; BEDIN, 2002).

Na Figura 6, são ilustrados blocos estruturais comumente utilizados, no quais os modelos estão classificados de acordo com a largura desejada, sendo o bloco 14, correspondente à 14 centímetros e o bloco 19, à 19 centímetros.

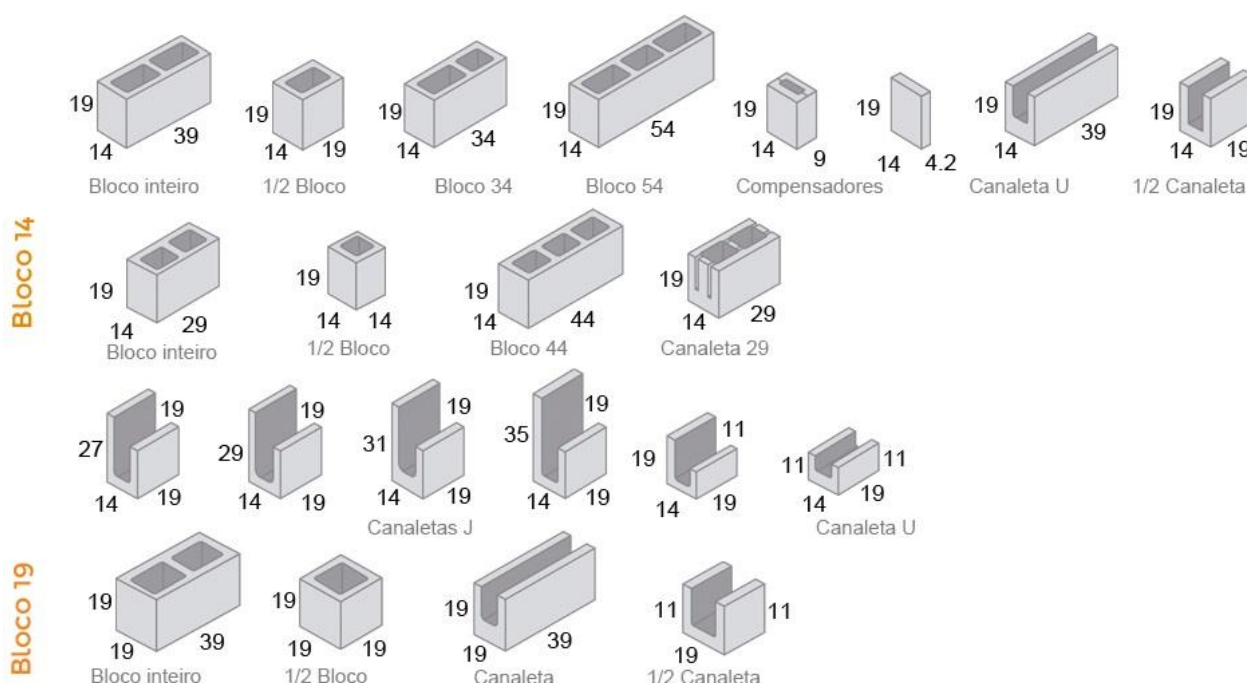


Figura 6 - Exemplos de blocos estruturais
Fonte: PaverTech – Catálogo de blocos estruturais, 2013

Salesse (2012), salienta que além do bom desempenho à compressão, as unidades devem possuir estabilidade dimensional, proporcionar boa vedação e uma absorção adequada para garantir a aderência da argamassa no sistema.

3.2.2 Argamassa

Segundo Parsekian, Hamid e Drysdale (2013), a argamassa é usada para permitir um apoio uniforme e também a aderência de um bloco sobre o outro, de

maneira a formar elementos compostos que irão resistir às ações e às condições ambientais ao longo do tempo. Além do mais, pode servir para permitir aderência de eventuais armaduras nas juntas de assentamento, de modo que estas possam ser consideradas integradas à alvenaria. A resistência mecânica, as variações ambientais e durabilidade são os aspectos principais da argamassa endurecida. No estado plástico, a argamassa necessita permitir o fácil assentamento dos blocos e também deve compensar as variações dimensionais dos elementos construtivos.

É necessário que o projetista responsável tenha conhecimento da resistência média à compressão da argamassa, sendo que as normas de projeto e execução de alvenaria estrutural, NBR 15812 e NBR 15961, respectivamente publicadas em 2010 e 2011, especificam diferentes valores de tensão admissível à tração e ao cisalhamento para a alvenaria em função desse parâmetro, além de apresentarem informações sobre controle e ensaios de argamassas em obras de alvenaria estrutural. Entretanto, de acordo com Ramalho e Corrêa (2003), a resistência à compressão da argamassa não é tão significativa para a estrutura de modo geral, pois a característica mais importante dessa mistura é a plasticidade, que permite que as tensões sejam transferidas de modo uniforme.

3.2.3 Graute

O graute é um microconcreto de alta plasticidade, cujo principal objetivo é ampliar a resistência da parede à compressão, por meio do aumento da seção transversal do bloco. Também possui a capacidade de combater os esforços provenientes de tração quando combinado com o uso de armaduras em seu interior.

O responsável técnico pelos cálculos da estrutura verifica qual deve ser a resistência característica do graute, a qual é determinada, conforme a NBR 10837, como duas vezes maior que a resistência do bloco.

Se tratando de produtividade da alvenaria, a operação de grauteamento diminui o ritmo de produção. Dessa forma é interessante que o calculista estrutural reduza ao mínimo necessário os pontos de graute, intensificando a agilidade do processo construtivo e gerando economia de material (MANZIONE, 2007).

3.2.4 Armadura

Assim como no concreto armado, a armadura é empregada na alvenaria estrutural para resistir a esforços de tração e cisalhamentos, para aumentar a resistência a cargas centradas e para permitir a ductibilidade em situações de ações excepcionais, como abalos sísmicos. As armaduras ainda podem ser utilizadas para conectar paredes ou outros elementos distintos e para controle de fissuração devido a deformações de retração, térmica, cargas pontuais ou outras. Normalmente, como não se prevê o uso de estribos em armaduras verticais, estas não são eficientes para o aumento da resistência à compressão

Os tipos mais comuns de armaduras são barras de aço, armaduras de juntas, conectores e cabos de protensão, sendo os dois primeiros os mais comuns. Recentemente, alguns projetistas tem recomendado o uso de armaduras treliçadas em canaletas. Outros materiais como mantas, barras e cabos de plásticos têm sido estudados recentemente (PARSEKIAN; HASMID; DRYSDALE, 2013).

3.3 O PROJETO

O projeto de uma estrutura realizada a partir do sistema de alvenaria estrutural requer muita atenção para que haja integração dentre os projetos específicos, de modo que nenhum venha interferir sobre os demais, podendo acarretar em complicações no processo de execução da construção. O responsável técnico por essa etapa deve saber coordenar os projetos, analisando os possíveis erros de dimensionamento, identificando as interferências e as inconsistências presentes e corrigindo esses empecilhos de modo que o produto final seja uma edificação com o menor número de erros possíveis, desfazendo assim a necessidade de improvisações na fase construtiva.

Um fator essencial para a realização de uma obra de alvenaria estrutural de qualidade é a coordenação modular, a qual Lucini (2001), define como um sistema dimensional de referência. A partir de medidas baseadas num módulo de referência pré estipulado, compatibiliza-se e organiza-se tanto a aplicação racional de técnicas construtivas, como a utilização de elementos em projeto e obra, sem sofrer modificações.

Segundo Ramalho e Corrêa, apud Richter (2007), o módulo de referência está relacionado com o bloco a ser utilizado na construção da edificação. Este elemento sempre será definido por três dimensões padrões, que são comprimento, largura e altura. A largura e o comprimento definem o módulo horizontal, enquanto a altura define o módulo vertical a ser definido nas elevações das paredes. Para se racionalizar o projeto, é importante que o comprimento e a largura sejam iguais ou múltiplos, de forma que efetivamente se possa obter um único módulo em planta, simplificando assim a amarração das paredes.

Ainda conforme Manzione (2007), depois de adotado o sistema de alvenaria estrutural, deve-se considerar os seguintes aspectos no projeto:

- definir o uso do sistema antes de lançar o produto;
- escolher o módulo básico (blocos 14 ou 19), antes da concepção do projeto;
- evitar o uso excessivo de blocos compensadores;
- utilizar um número mínimo de componentes;
- evitar as amarrações de paredes com o uso de grampos;
- conhecer o sistema construtivo;
- procurar simetria e ortogonalidade;
- prever as possíveis alterações futuras, viabilizando unidades personalizadas;
- proibir a quebra dos blocos para executar as instalações prediais;
- tomar cuidados especiais com pavimento de cobertura e transição (pilotis);
- evitar juntas a prumo.

3.4 O PROCESSO CONSTRUTIVO

Segundo Momesso (2010), o procedimento de execução de uma alvenaria estrutural começa no recebimento dos materiais utilizados no sistema. Os processos de verificação, aceitação e armazenamento dos elementos construtivos são importantes pois influencia diretamente na qualidade final da alvenaria.

Após essa etapa de controle inicial dos materiais, inicia-se a marcação da primeira fiada na laje zero, verificando se os aços previstos nos pontos de graute e as instalações hidrossanitárias e elétricas estão locadas corretamente, como ilustrado na Figura 7. Em sequência, os blocos estratégicos devem ser assentados nos cantos, encontros de paredes e blocos que determinam aberturas das portas. Esses serão a referência para o assentamento das demais unidades.

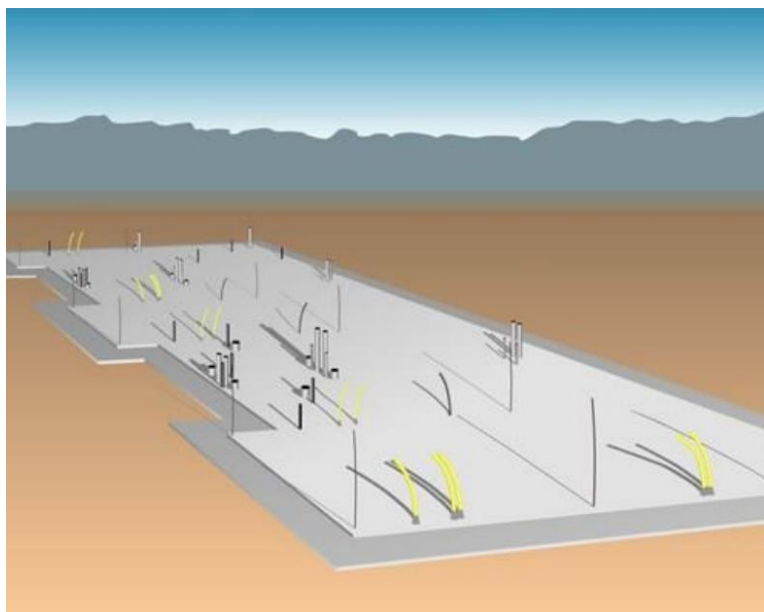


Figura 7 - Instalações antecessoras à primeira fiada
Fonte: Portal Virtuhab, 2017

Na determinação de nível da primeira fiada, com o auxílio de um nível a laser, por exemplo, demarcam-se os pontos mais alto do pavimento para alocar o bloco que será referência de nível do pavimento (BARBOSA, 2011).

Na Figura 8, demonstra-se um exemplo de aplicação dos blocos estratégicos no processo construtivo de alvenaria estrutural.

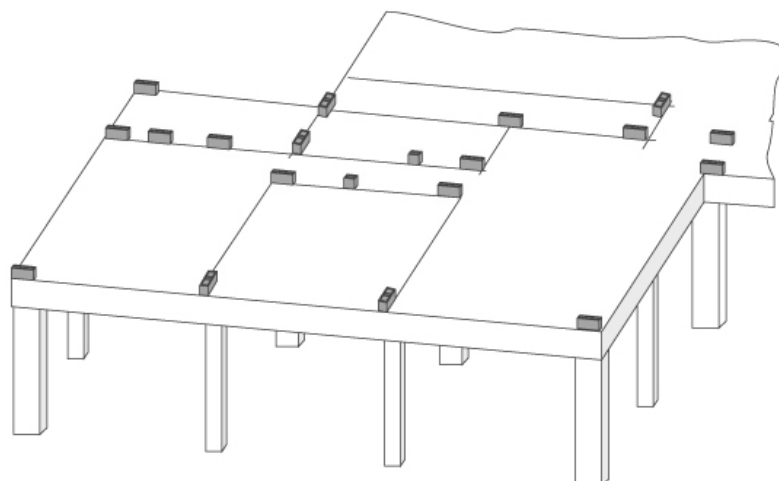


Figura 8 - Assentamento dos blocos estratégicos
Fonte: Selecta Blocos, 2017

Para os pontos previstos de grauteamento é essencial a limpeza da argamassa de assentamento que se aplica nas cavidades dos blocos, para que isso ocorrer deve-se permitir uma abertura lateral nos blocos de primeira e oitava fiada. Essa abertura, demonstrada na Figura 9, serve também para verificar se os grautes foram completamente preenchidos (MOMESSO, 2011).

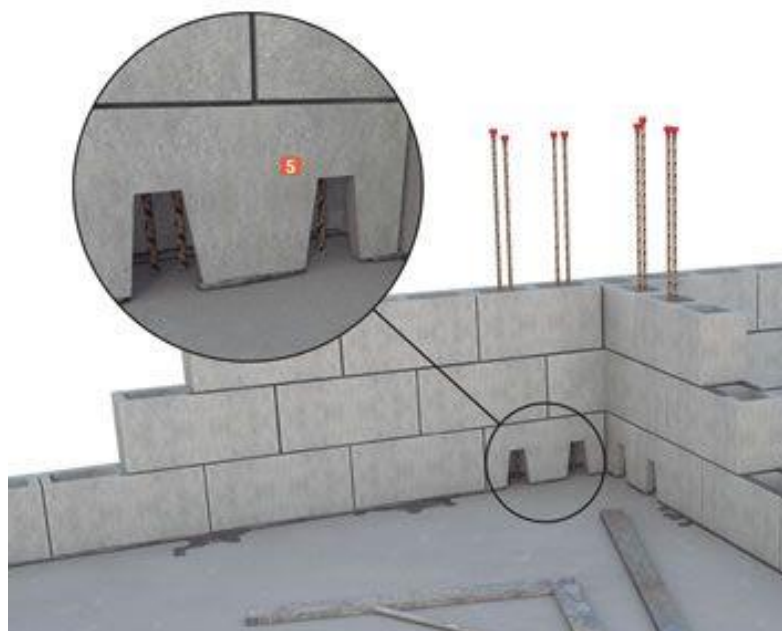


Figura 9 - Abertura para inspeção do graute
Fonte: Pini, 2017

Em seguida, deve-se dar início ao assentamento das demais fiadas até atingir a altura de peitoril das janelas ou até a sétima fiada. Nesse serviço, é necessário o uso de escantilhões localizados nos cantos das paredes, devidamente nivelado, para que as demais fiadas sejam executadas corretamente.

De acordo com Barbosa (2011), o cumprimento das tolerâncias de prumo, nível e a execução correta das juntas de argamassa são essenciais para o desempenho da alvenaria. O assentamento dos blocos deve ocorrer enquanto a argamassa estiver trabalhável e plástica. Em caso de remoção da unidade, a argamassa deve ser removida e então assentada com uma nova massa, contendo juntas horizontais e verticais de 10 milímetros, com máxima variação de 3 milímetros.

A etapa seguinte é o grauteamento dos pontos de graute da alvenaria e das contra-vergas das janelas, como ilustrado na Figura 10. Para isso, é necessário que previamente os vazios desses elementos sejam saturados para evitar que ocorra excesso de absorção de água do concreto. Outra ressalva é que o lançamento do graute só pode ser feito após 24 horas de finalizada a alvenaria. Para o adensamento do concreto deve ser usado uma haste metálica de diâmetro entre 10 milímetros e 15 milímetros, com comprimento suficiente para atingir o fundo demarcado, uma vez que é proibido utilizar a armadura dos graute para realizar esse procedimento (MOMESSO, 2010).



Figura 10 - Processo de grauteamento
Fonte: EQUIPAOBRA – Catálogo, 2017

A finalização do processo construtivo de alvenaria estrutural se dá por meio da última fiada executada com blocos especiais do tipo canaleta, que possuem formatos de “J” ou “U”, tendo a função de realizar a ligação entre a alvenaria e a laje, evidenciada na Figura 1.

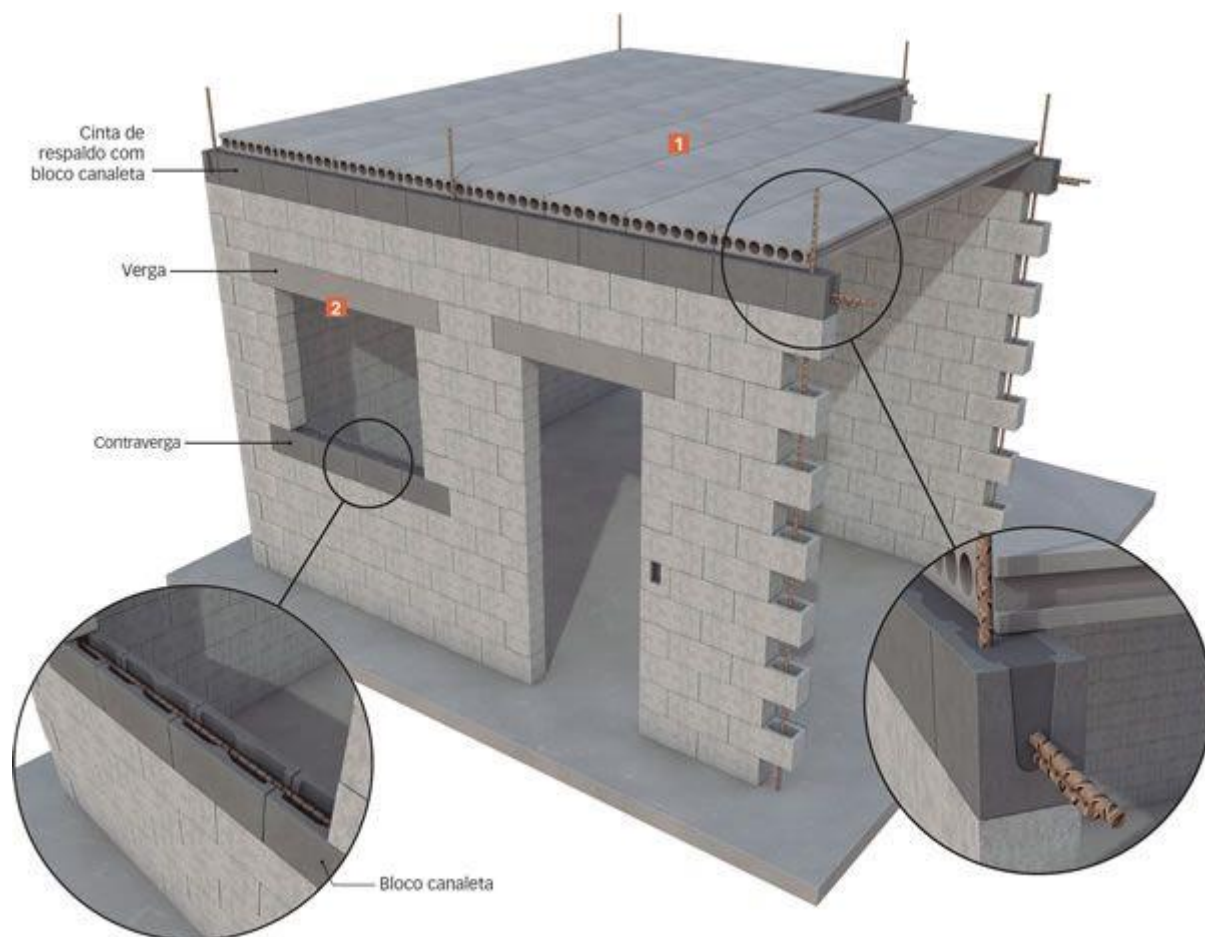


Figura 11 - Blocos especiais do tipo canaleta
Fonte: Pini, 2017

4 SISTEMA CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO

No início das civilizações, os primeiros materiais utilizados nas construções eram pedras e madeiras, devido à predominância desses elementos na natureza. Séculos depois, iniciou-se o emprego do ferro e do aço com o objetivo de edificar. Foi então que, por volta de 1850, surgiu o concreto armado, aplicado em execuções de obras até os dias de hoje.

De acordo com Carvalho (2005), o concreto é um composto de cimento, água, agregados miúdos e agregados graúdos. Para que o mesmo desempenhe uma melhor função estrutural, é necessário que a mistura seja armada com aço, denominado então de concreto armado.

Segundo Bastos (2011), o concreto armado originou da necessidade de incorporar a durabilidade da pedra com a resistência do aço, tendo o material composto as vantagens de poder assumir qualquer forma, com facilidade e rapidez, e com o aço envolvido e protegido pelo concreto para evitar a sua corrosão.

Outro fator importante nessa combinação é a aderência entre os materiais, sem ela os mesmos trabalham de forma individual e por isso mantêm suas características próprias. O aço tem bom desempenho a tração enquanto que o concreto trabalha melhor a compressão. Por meio da aderência é possível garantir que os elementos trabalhem de forma solidária, ou seja, as barras de aço começam a deformar quando o concreto é solicitado.

No sistema construtivo convencional, no qual é utilizado os bloco cerâmicos para a vedação e o concreto armado para fins estruturais, têm-se como principais elementos as lajes, as vigas, os pilares e a fundação.

As lajes podem ser descritas como placas que além das cargas permanentes, recebem as ações de uso e as transmitem para os apoios, travam os pilares e distribuem as ações horizontais entre os elementos de contraventamento.

As vigas são barras horizontais que delimitam as lajes, suportam paredes e recebem ações das lajes ou de outras vigas e as transmitem para os apoios.

Os pilares são considerados como barras verticais que recebem as ações das vigas ou das lajes e dos andares superiores e as transmitem para os elementos inferiores ou para a fundação, essa última que tem a função de transferir os esforços recebidos para o solo.

5 METODOLOGIA

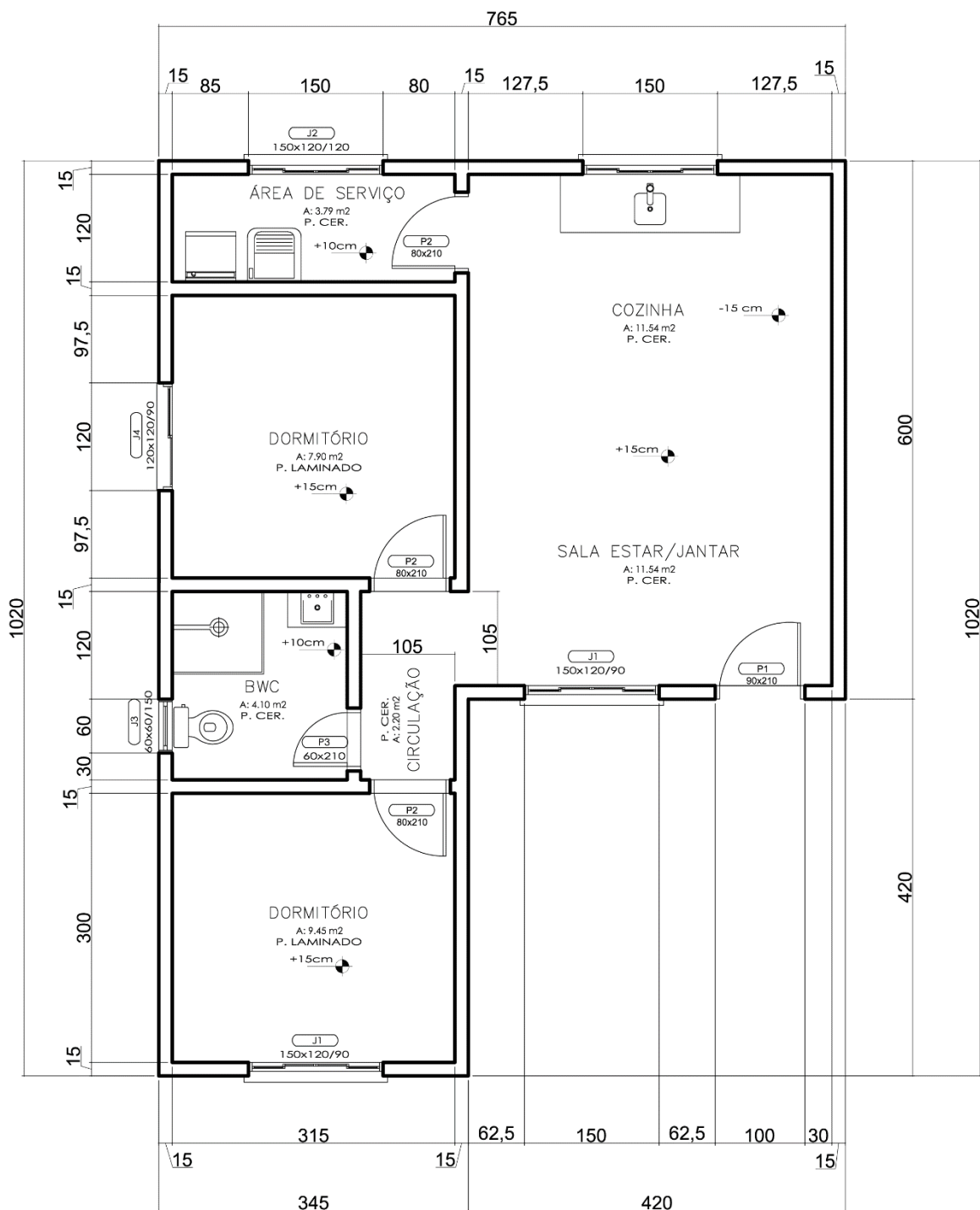
Neste trabalho será adotado um método comparativo para analisar a viabilidade entre o sistema de alvenaria estrutural e o sistema de concreto armado com alvenaria convencional baseado em uma edificação-exemplo para uma residência térrea e outra para um edifício de quatro pavimentos.

De acordo com Marconi e Lakatos (2005), este procedimento é comumente utilizado para estudos extensos, como para estudos qualitativos e quantitativos, permitindo explorar os dados de forma material, ponderando uma experimentação indireta.

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A definição da arquitetura é uma etapa essencial, pois é indispensável prever as limitações que uma estrutura em alvenaria apresenta. Não é conveniente elaborar um projeto em alvenaria estrutural para edificações que possuem grandes vãos e balanços, pois existem técnicas construtivas mais apropriadas para lidar com essas características.

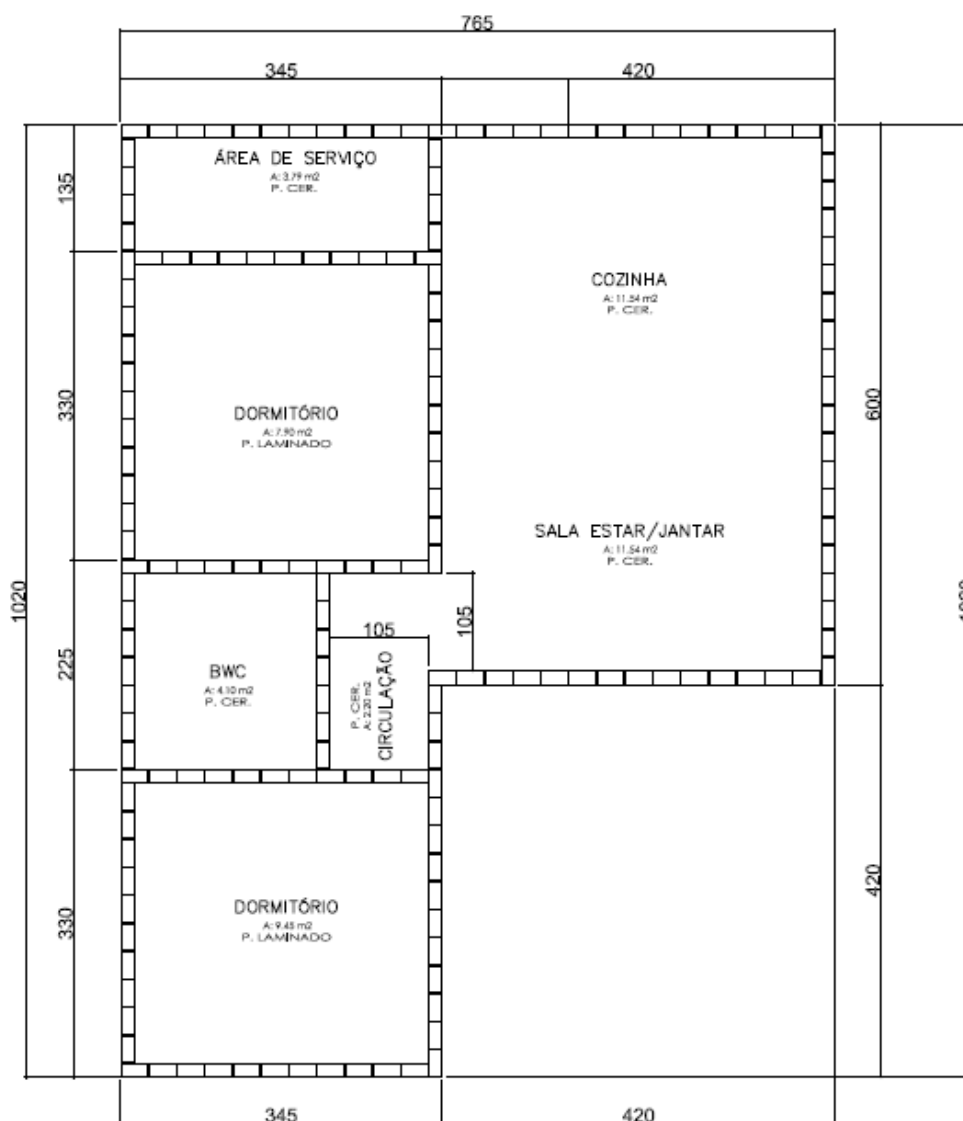
A edificação-exemplo elaborada para a residência térrea possui seis cômodos, sendo esses, uma cozinha, uma sala de estar/jantar, uma área de serviço, um banheiro e dois dormitórios, inteirando cerca de 60,39m² de área total com altura de pé direito igual a 2,80m. A planta baixa realizada por meio do *software* AutoCAD é demonstrada nas Figuras 12 e 13 a seguir.



PLANTA BAIXA RES. 01

Área total: 60.39m²

Figura 12 - Planta baixa da residência em alvenaria convencional
Fonte: Autoria Própria, 2017

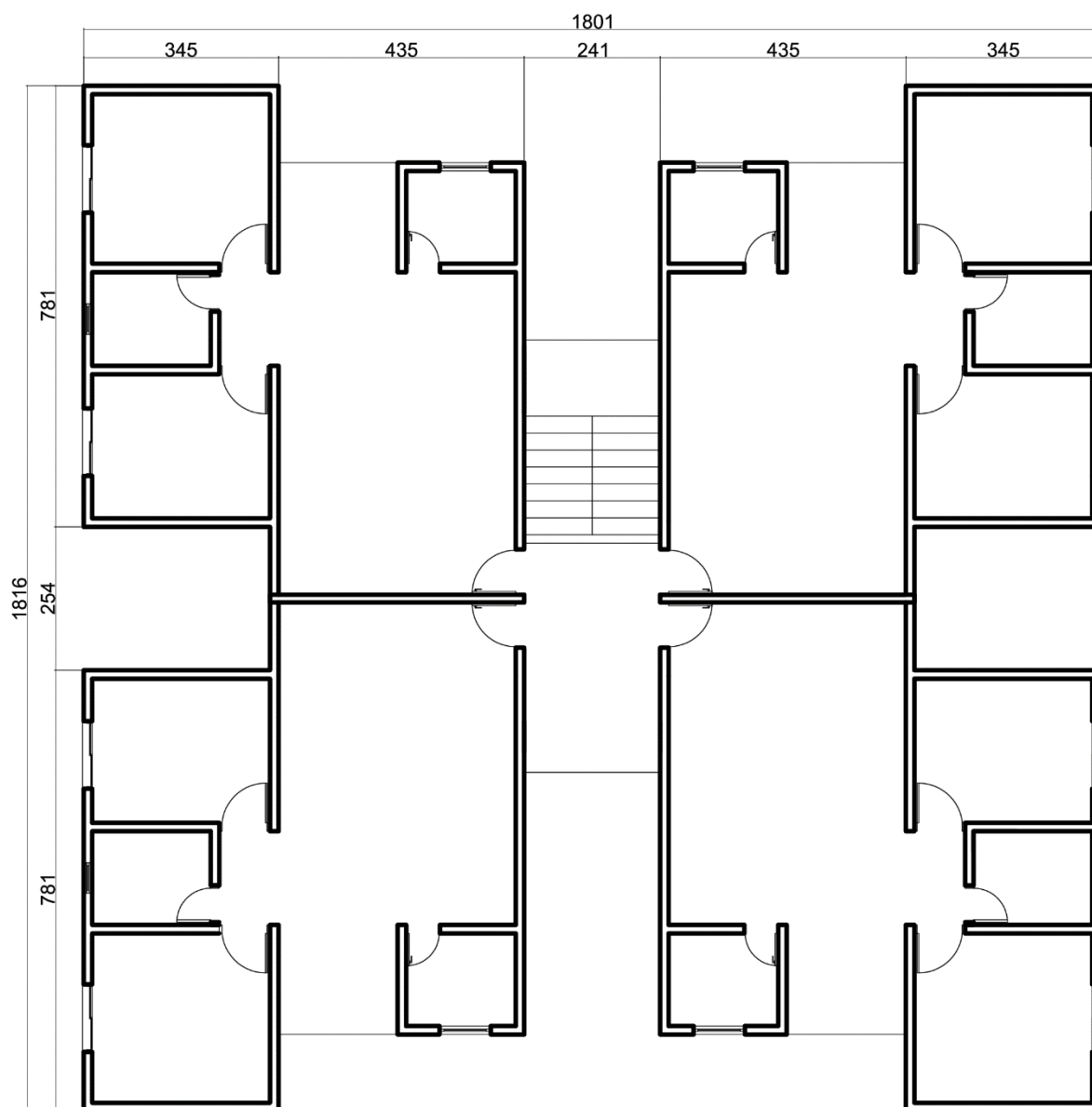


PLANTA BAIXA RES. 02

Área: 60,39m²

Figura 13 - Planta baixa da residência em alvenaria estrutural
Fonte: Autoria própria, 2017

Na elaboração do edifício-exemplo para um edifício de quatro pavimentos foi estipulado que cada piso seria composto por quatro apartamentos com pé direito de 2,80 metros, totalizando assim dezesseis habitações. A Figura 14 e 15 ilustram, respectivamente, a planta baixa de um pavimento tipo e o detalhe de um apartamento desse edifício-exemplo.

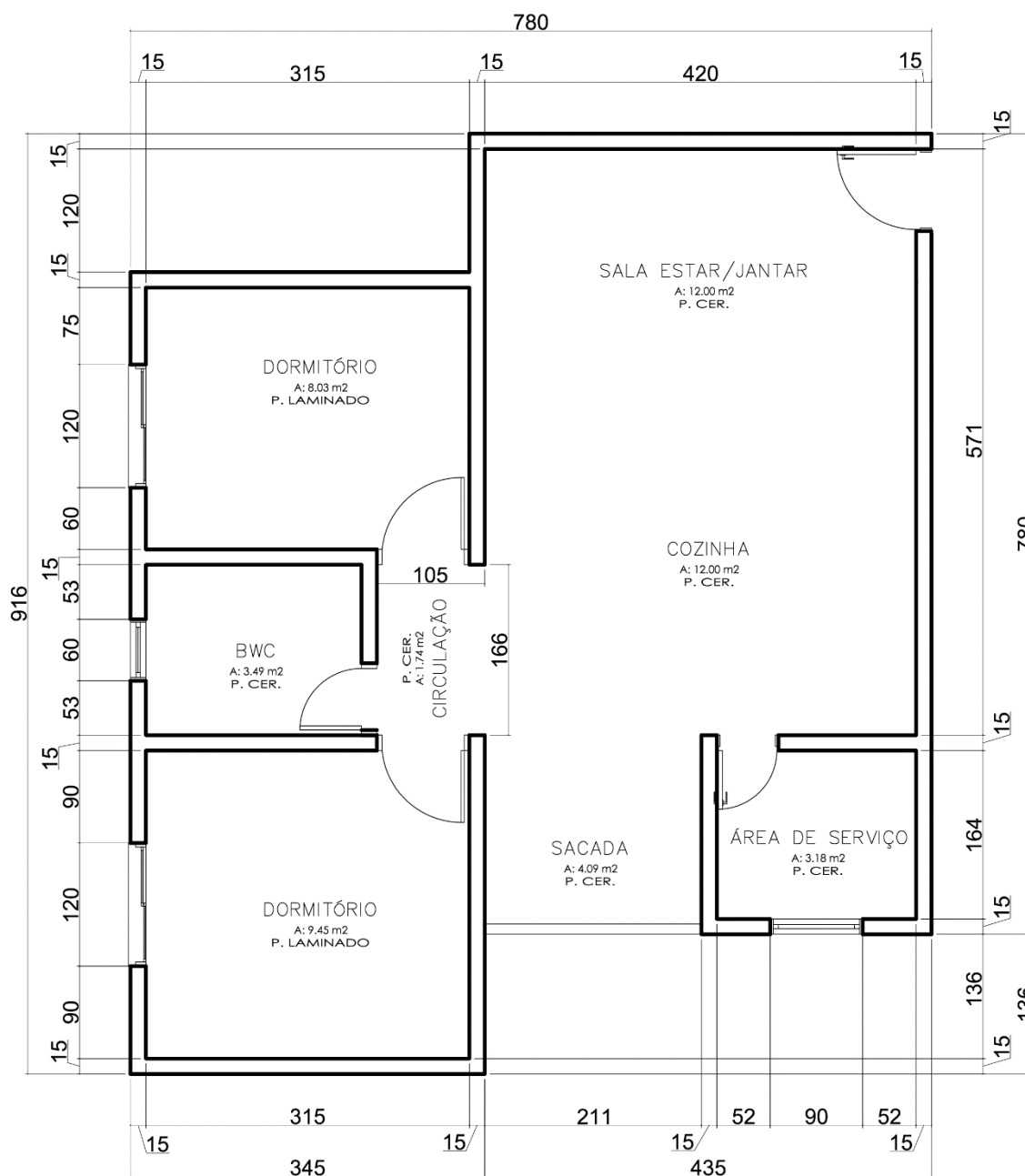


PLANTA BAIXA ED. TIPO 01

Área total de 1 Pavimento: 261.39m²

Área total do Edifício: 1045.56m²

Figura 14 - Planta baixa do pavimento tipo do edifício-exemplo
Fonte: Autoria própria, 2017



PLANTA BAIXA APART.

Área total: 61.07m²

Figura 15 - Detalhe de planta baixa de um apartamento do edifício-exemplo
Fonte: Autoria própria, 2017

No processo de detalhamento da arquitetura das edificações serão adotados os mesmos padrões de acabamentos internos (aparelhos sanitários, pisos, azulejos e forros) tanto nas residências e edifícios de alvenaria estrutural, quanto nos modelos de concreto armado *in loco* com alvenaria convencional. É necessário essa consideração em virtude de se esperar que os padrões das construções sejam os mesmos, havendo substancial diferença apenas no sistema estrutural.

Os projetos estruturais das edificações em estudo foram elaborados com o auxílio do engenheiro civil Rodrigo Junior da Mota Camicia, utilizando o *software* CAD/TQS®, de acordo com a NBR 6118/2014 (ABNT,2014), para dimensionar as construções em concreto armado. Para os modelos em alvenaria estrutural, utilizou-se o *software* CAD/ALVEST®, baseado na NBR 15961-1/2011 (ABNT,2011), NBR 15812-1/2010 (ABNT, 2010), NBR 6123 (ABNT, 1990) e NBR 8681 (ABNT, 2002).

Com esses mesmos *softwares*, foi possível gerar imagens tridimensionais que facilitam a compreensão de como deverá ser a estrutura da edificação projetada. Segue como exemplo ilustrativo, as Figuras 16 e 17, que caracterizam respectivamente o edifício de quatro pavimentos confeccionado com estrutura em concreto armado e em alvenaria estrutural.

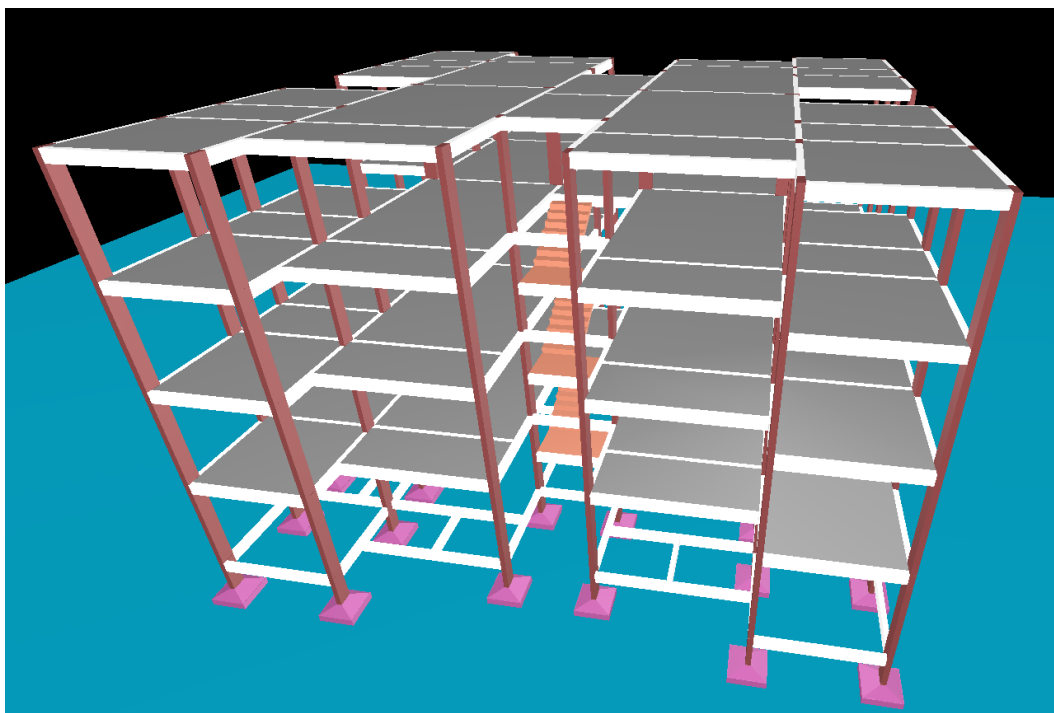


Figura 16 - Esquema estrutural em concreto armado
Fonte: Autoria própria, 2017

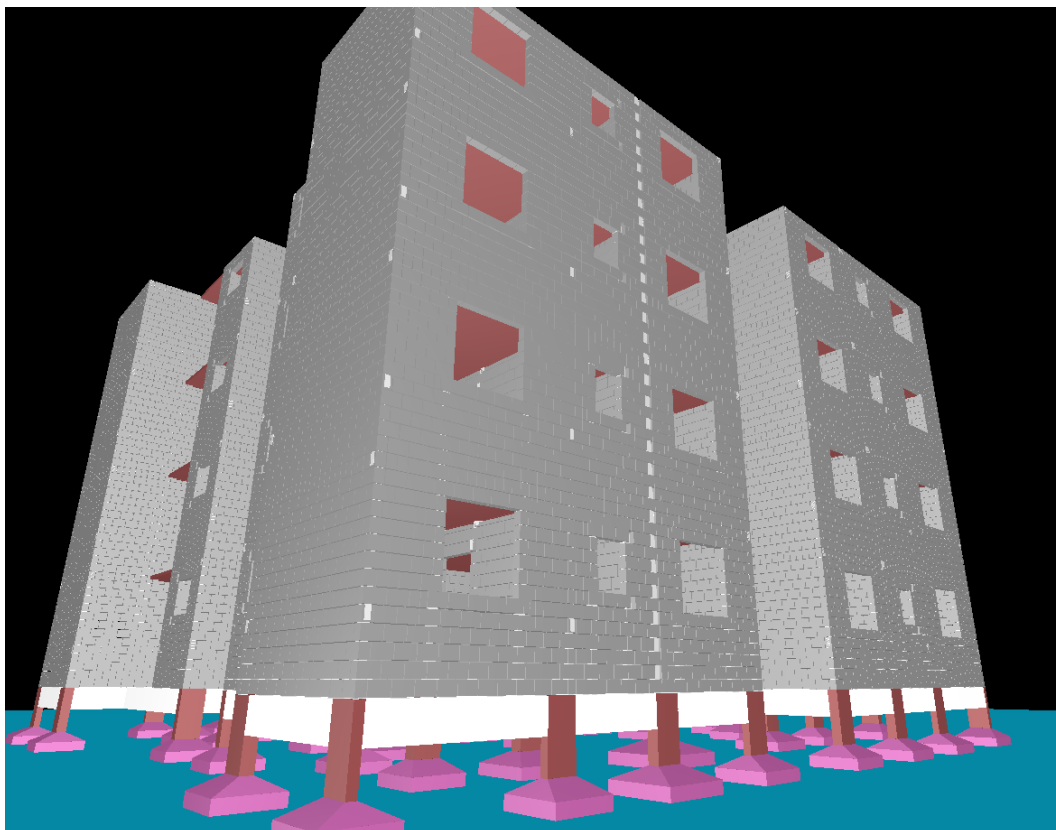


Figura 17 - Esquema estrutural em alvenaria estrutural
Fonte: Autoria própria, 2017

5.2 PARÂMETROS COMPARATIVOS

Para a análise comparativa de custos do edifício-exemplo ficaram definidos os materiais e os serviços que representam uma pertinente diferença entre os dois sistemas construtivos.

A superestrutura e a vedação nos processos de construção estudados são as etapas que mais apresentam variação e relevância no orçamento, onde segundo Mattos (2006), representam de 36% a 40% do custo total da obra juntamente com a etapa de revestimento.

De acordo com Nunes e Junges (2008), entre estruturas de concreto armado e alvenaria estrutural demonstram que o subsistema de fundação pouco varia no custo global, como demonstra a Figura 18.

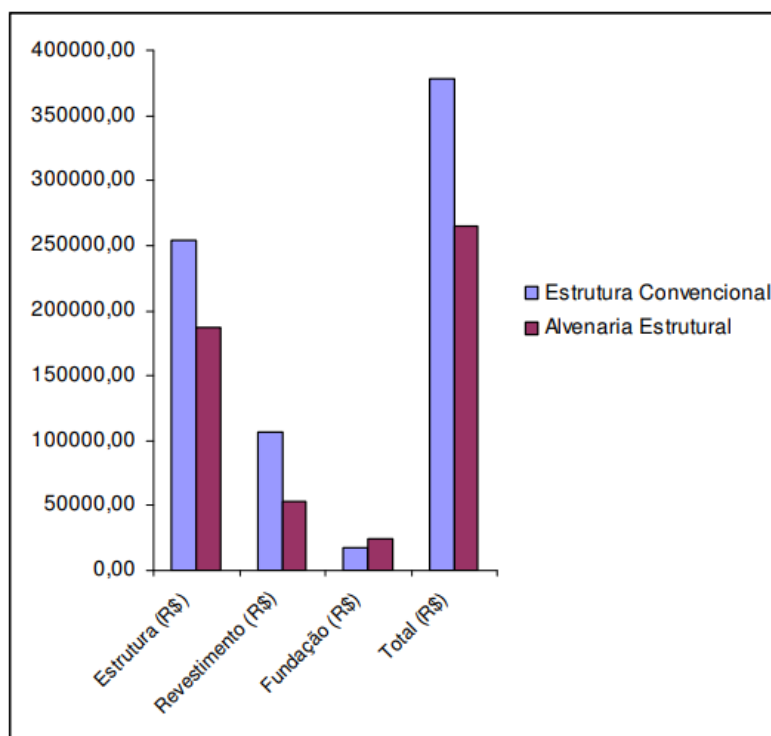


Figura 18 - Comparação global dos custos da obra
Fonte: Nunes & Junges, 2008

Desta forma, foi escolhido um modelo construtivo para estudo que facilita a verificação de algum tipo de economia em algumas etapas, excluindo da comparação outros subsistemas como pinturas, instalações elétricas, instalações hidráulicas e esquadrias, já mencionados, que são comuns a todos os processos construtivos, tendo como variação de custo apenas o padrão da edificação. Os custos indiretos e bonificações relacionados à administração da obra também não serão avaliados.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E ESTIMATIVA DE CUSTO

Os dados para a realização do estudo quantitativo de materiais e serviços correspondentes aos edifícios-exemplos foram obtidos por meio dos projetos estruturais e arquitetônicos já citados neste trabalho.

6.1.1 Orçamento das edificações em alvenaria estrutural

Para as edificações em alvenaria estrutural, é essencial conferir as plantas de elevações das paredes, exemplificada pela Figura 19, e o detalhamento da primeira fiada em bloco de concreto, ilustrada na Figura 20.

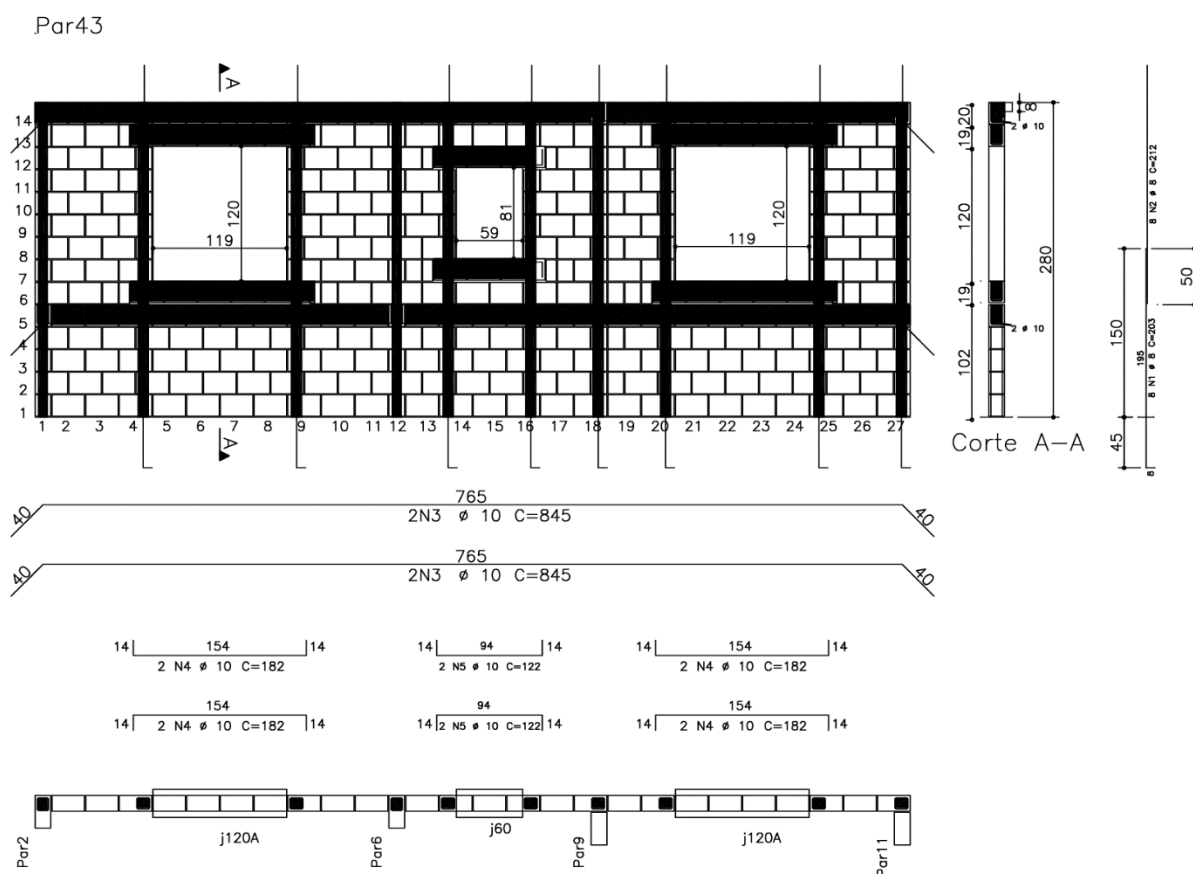


Figura 19 – Exemplo de planta de elevação de parede
Fonte: Autoria própria, 2017

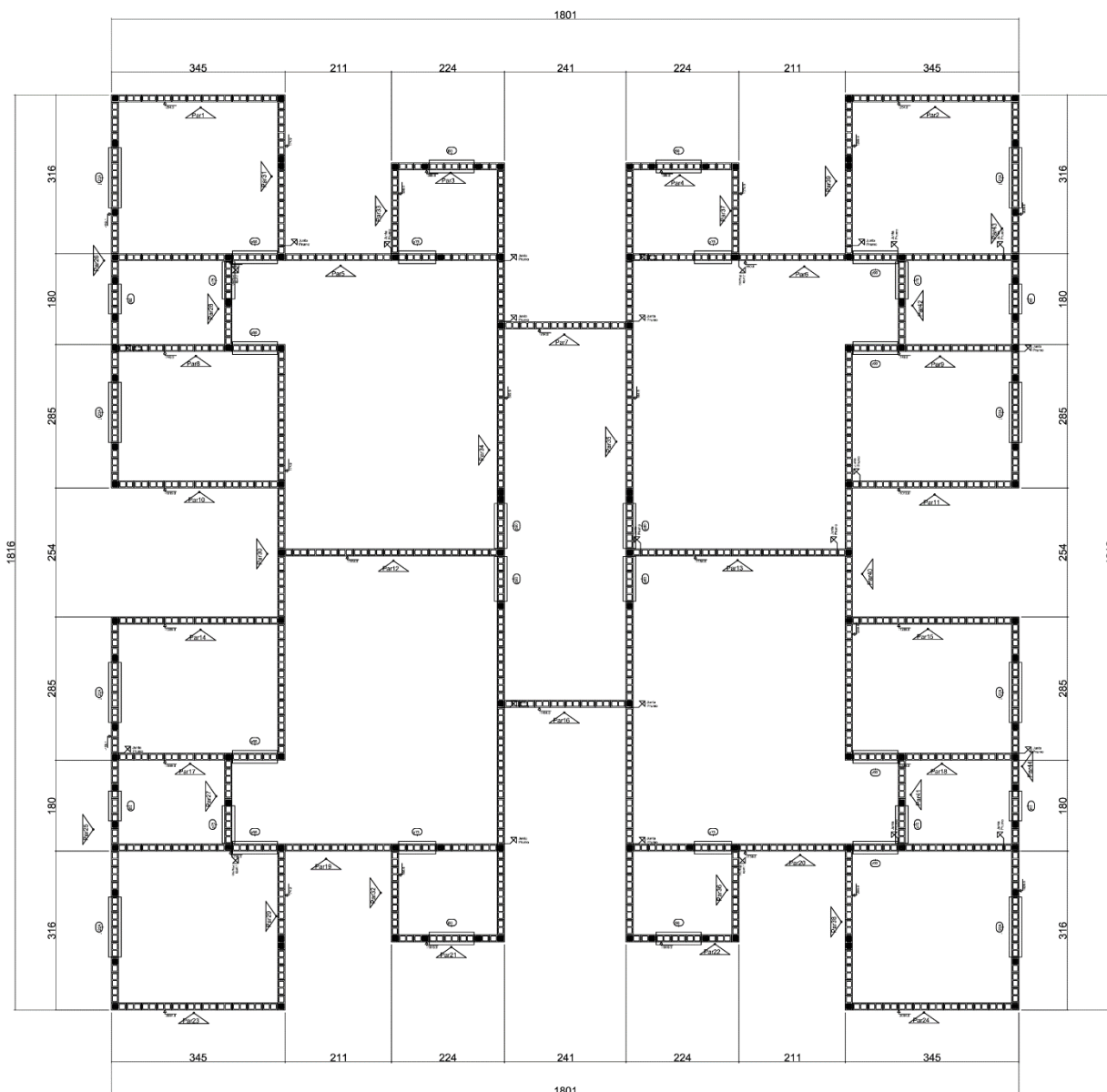


Figura 20 - Exemplo planta de primeira fiada
 Fonte: Autoria própria, 2017

Baseou-se então nas planilhas orçamentárias de composições e insumos da SINAPI (2017) para obter uma referência de custo unitário dos elementos construtivos analisados e assim elaborar uma estimativa de custo total dos sistemas.

Para as construções confeccionadas em alvenaria estrutural, primeiramente, levantou-se a quantidade de blocos de concreto necessários para a execução do sistema, o qual foi separado de acordo com os modelos das unidades. Em seguida, verificou-se os itens referentes nas planilhas orçamentárias e estipulou-se o valor

desse subsistema, cujo o montante é expresso na Tabela 1, pertencente ao edifício-exemplo de quatro pavimentos (AE04) e na Tabela 2, para a edifício-exemplo térreo unifamiliar (AE01), no qual a coluna “Código”, refere-se ao código da composição ou insumo extraída da SINAPI.

Tabela 1 - Quantitativo de blocos de concreto (AE04)

Código	Descrição	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
00037873	Bloco inteiro 14 x 19 x 29	25896	R\$ 2,65	R\$ 68.624,40
00038592	Meio bloco 14 x 19 x 14	4152	R\$ 1,85	R\$ 7.681,20
00038599	Canaleta 14 x 19 x 29	5715	R\$ 3,13	R\$ 17.887,95
00038598	Meia Canaleta	730	R\$ 2,05	R\$ 1.496,50
TOTAL		36493		R\$ 95.690,05

Fonte: Autoria própria, 2017

Tabela 2 - Quantitativo de blocos de concreto (AE01)

Código	Descrição	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
00037873	Bloco inteiro 14 x 19 x 29	1699	R\$ 2,65	R\$ 4.502,35
00038592	Meio bloco 14 x 19 x 14	271	R\$ 1,85	R\$ 501,35
00038599	Canaleta 29 x 14 x 19	375	R\$ 3,13	R\$ 1.173,75
00038598	Meia Canaleta	49	R\$ 2,05	R\$ 100,45
TOTAL		2394		R\$ 6.277,90

Fonte: Autoria própria, 2017

Em seguida, foi estimado a quantidade de argamassa utilizada no assentamento dos blocos estruturais. Para o AE04, o volume desse material por pavimento foi cerca de 5,70m³, totalizando em 22,80m³. Enquanto que para o AE01 o consumo de argamassa se deu em 1,55m³.

Para o orçamento, foi estipulado que essa argamassa seria fabricada mecanicamente com a utilização de uma betoneira de 400L. Esse método de preparo também será utilizado para a confecção do concreto e do graute, onde ambos devem possuir resistência característica à compressão equivalente à 25MPa, de acordo com o projeto estrutural realizado.

Uma outra opção, seria utilizar produtos de origem industrializada, que de acordo com Oliveira, Lima e Jones (2015), apresenta vantagens quanto à redução da mão de obra, de prazos, minimização de perdas, menor espaço para armazenamento e melhor controle de qualidade no processo de produção se comparada ao produto gerado *in loco*.

O concreto mensurado nessa tipologia foi destinado basicamente para a execução das lajes, sendo essas consideradas do tipo maciça, também para os demais edifício-exemplos. O quantitativo desse material resultou em 72,62m³ para ambos os prédios de quatro pavimentos e 4,83m³ para as residências térreas.

O graute aplicado em todos os locais convenientes, como nos pontos verticais, nas vergas, contra-vergas e no preenchimento dos blocos do tipo canaleta, foi quantificado em um total de 42,44m³ para AE04 e 2,47m³ para AE01.

Essas informações citadas acima foram organizadas nas Tabela 3 e 4 a seguir juntamente com o preço unitário e o valor total dos componentes.

Tabela 3 - Quantitativo de concreto, argamassa e graute (AE04)

Código	Descrição	Quantidade (m³)	Custo Unitário	Custo Total
94965	Concreto	72,62	R\$ 284,28	R\$ 20.644,41
88626	Argamassa	22,80	R\$ 290,59	R\$ 6.625,45
90280	Graute	42,44	R\$ 303,52	R\$ 12.881,39
TOTAL		137,86		R\$ 40.151,25

Fonte: Autoria própria, 2017

Tabela 4 - Quantitativo de concreto, argamassa e graute (AE01)

Código	Descrição	Quantidade (m³)	Custo Unitário	Custo Total
94965	Concreto	4,83	R\$ 284,28	R\$ 1.373,07
88626	Argamassa	1,55	R\$ 290,59	R\$ 450,41
90280	Graute	2,47	R\$ 303,52	R\$ 749,69
TOTAL		8,85		R\$ 2.573,18

Fonte: Autoria própria, 2017

O consumo de aço foi determinado a partir da utilização de barras de 8mm e 10mm, quantificado respectivamente em 1893,5kg e 6495,7kg para o AE04. Já para o AE01, se faz necessário 74,2kg de barras de 6,3mm, 158,2kg de 8mm e 108,5kg de 10mm, conforme apresentado nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Quantitativo de aço (AE04)

Código	Descrição	Quantidade (kg)	Custo Unitário	Custo Total
00000033	CA-50 8,0mm	1893,5	R\$ 3,91	R\$ 7.403,59
00000034	CA-50 10,0mm	6495,7	R\$ 3,33	R\$ 21.630,68
TOTAL		8389,2		R\$ 29.034,27

Fonte: Autoria própria, 2017

Tabela 6 - Quantitativo de aço (AE01)

Código	Descrição	Quantidade (kg)	Custo Unitário	Custo Total
---------------	------------------	------------------------	-----------------------	--------------------

00000032	CA-50 6,3mm	74,2	R\$ 3,49	R\$ 258,96
00000033	CA-50 8,0mm	158,2	R\$ 3,91	R\$ 618,56
00000034	CA-50 10,0mm	108,5	R\$ 3,33	R\$ 361,31
TOTAL		340,9		R\$ 1.238,83

Fonte: Autoria própria, 2017

6.1.2 Orçamento das edificações em sistema convencional

O estudo quantitativo realizado para os edifícios-exemplos em concreto armado e alvenaria de vedação convencional deu-se início a partir das informações advindas dos projetos estruturais e arquitetônicos, análoga ao processo de alvenaria estrutural.

Os blocos cerâmicos utilizados possuem 8 furos e dimensões de 9cm de largura, 19cm de altura e 29cm de comprimento. A partir disso, foi extraído o dado de que o edifício-exemplo de quatro pavimentos (CO04) necessitaria de cerca de 37 mil unidades, enquanto o edifício-exemplo térreo unifamiliar (CO01), 2,5 mil.

As Tabelas 7 e 8 abaixo representam o custo unitário e total desse material, de acordo com a SINAPI (2017).

Tabela 7 - Quantitativo de blocos cerâmicos (CO04)

Código	Descrição	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
00007268	8 furos; 9x19x29	37000	R\$ 0,57	R\$ 21.090,00
TOTAL		37000		R\$ 21.090,00

Fonte: Autoria própria, 2017

Tabela 8 - Quantitativo de blocos cerâmicos (CO01)

Código	Descrição	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
00007268	8 furos; 9x19x29	2500	R\$ 0,57	R\$ 1.425,00
TOTAL		2500		R\$ 1.425,00

Fonte: Autoria própria, 2017

O volume de argamassa de assentamento para os blocos cerâmicos será equivalente ao aplicado no sistema de alvenaria estrutural, cujo o traço é de 1:0,5:4,5 (cimento, cal e areia média). O consumo de concreto foi mensurado a partir dos pilares, vigas e lajes, sendo adotado um $f_{ck} = 25\text{MPa}$. Para o caso do objeto de estudo CO01, o primeiro elemento estrutural citado é composto por 38 unidades que possuem seções transversais de 14cmX40cm e 2 componentes de dimensões 14cmX50cm. O segundo, possui 41 modelos com seções de 14cmX30cm e 14cmx40cm. Já o último item com função estrutural mencionado é formado por 22 elementos diferentes, todos com espessura de 8cm.

A Figura 21 abaixo, representa um detalhe estrutural de um apartamento para uma melhor compreensão do que foi apresentado no parágrafo acima.

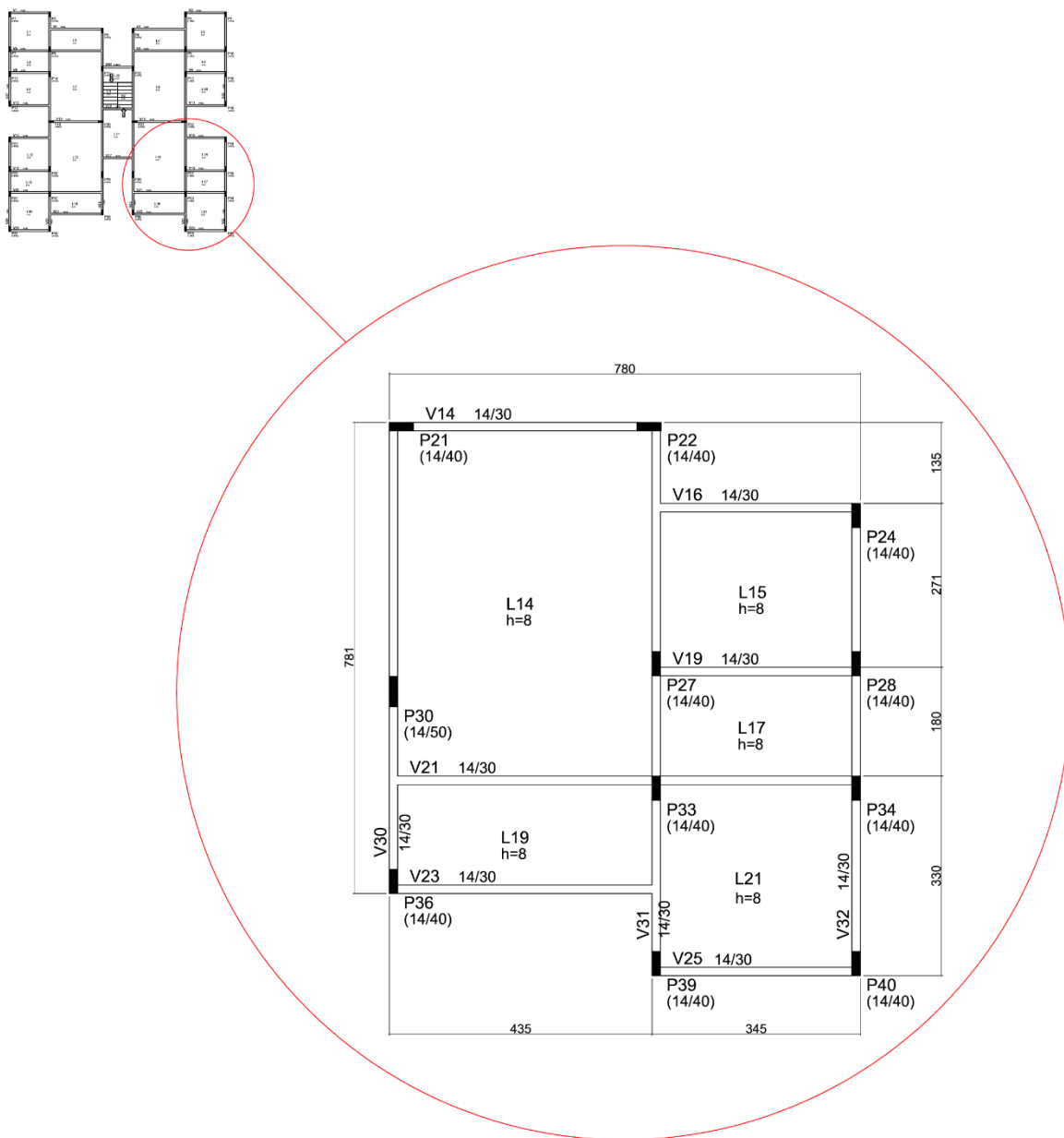


Figura 21 - Detalhe do projeto estrutural de um apartamento do CO04
Fonte: Autoria própria, 2017

Para o edifício-exemplo CO01, os pilares e vigas foram dimensionados com seção transversal de 10cmX30cm e a laje com 8cm de altura, como ilustra a Figura 22.

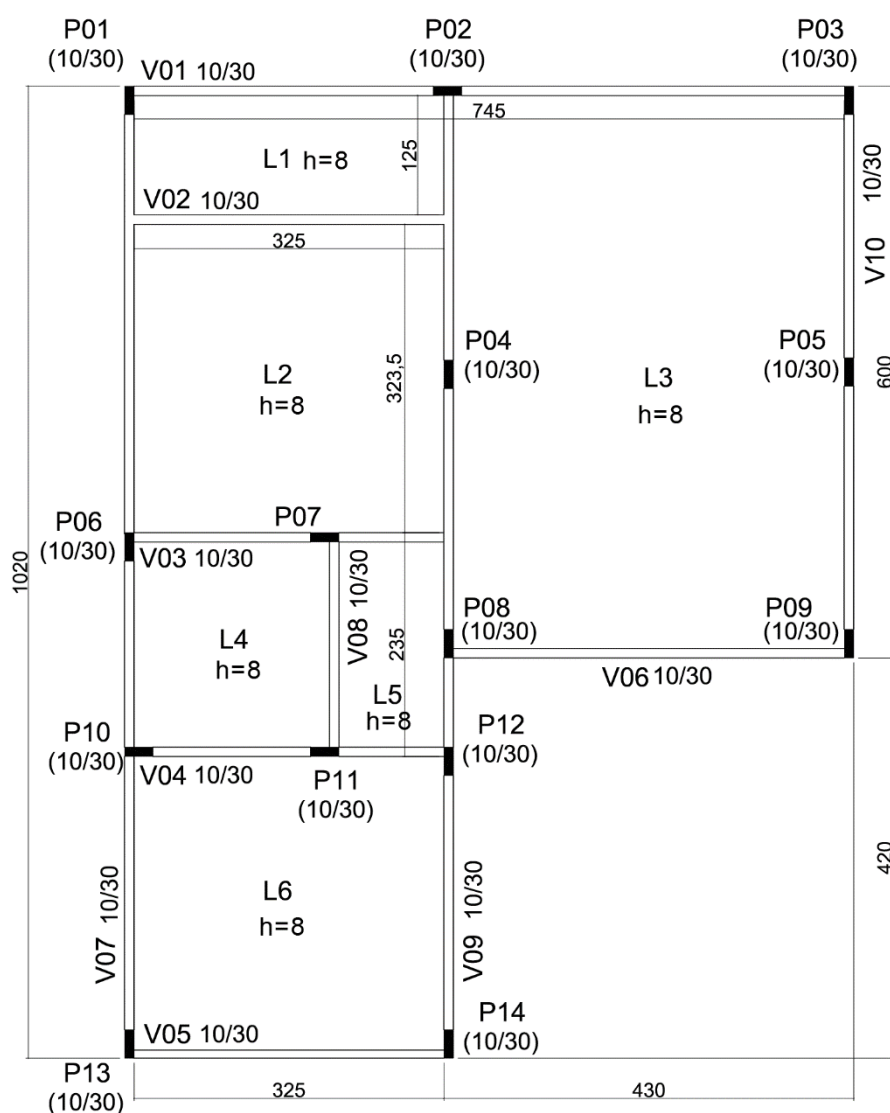


Figura 22 - Detalhe do projeto estrutural do CO01
 Fonte: Autoria própria, 2017

As Tabelas 9 e 10 a seguir mostra o consumo de concreto para os elementos estruturais comentados, assim como o custo unitário e total desses itens.

Tabela 9 - Quantitativo de concreto e argamassa de assentamento (CO04)

Código	Descrição	Quantidade (m³)	Custo Unitário	Custo Total
94965	Pilares	27,70	R\$ 284,28	R\$ 7.874,56
94965	Vigas	39,10	R\$ 284,28	R\$ 11.115,35
94965	Lajes	72,62	R\$ 284,28	R\$ 20.644,41
88626	Argamassa	22,80	R\$ 290,59	R\$ 6.625,45
TOTAL		162,22		R\$ 46.259,77

Fonte: Autoria própria, 2017

Tabela 10 - Quantitativo de concreto e argamassa de assentamento(CO01)

Código	Descrição	Quantidade (m³)	Custo Unitário	Custo Total
94965	Pilares	1,20	R\$ 284,28	R\$ 341,14
94965	Vigas	1,65	R\$ 284,28	R\$ 469,06
94965	Lajes	4,83	R\$ 284,28	R\$ 1.373,07
88626	Argamassa	1,55	R\$ 290,59	R\$ 450,41
TOTAL		9,23		R\$ 2.633,68

Fonte: Autoria própria, 2017

Optou-se o uso de madeira serrada de espessura igual a 25mm para a fabricação das fôrmas utilizadas no processo de concretagem. Consultou-se então a tabela de composições analíticas da SINAPI para executar o orçamento dessa etapa, na qual é possível conferir o resultado nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 - Quantitativo de fôrmas (CO04)

Código	Descrição	Quantidade (m²)	Custo Unitário	Custo Total
92269	Pilares	531,90	R\$ 60,44	R\$ 32.148,04
92270	Vigas	604,40	R\$ 47,10	R\$ 28.467,24
92271	Lajes	937,00	R\$ 29,01	R\$ 27.182,37
TOTAL		2073,30		R\$ 87.797,65

Fonte: Autoria própria, 2017

Tabela 12 - Quantitativo de fôrmas (CO01)

Código	Descrição	Quantidade (m²)	Custo Unitário	Custo Total
92269	Pilares	31,12	R\$ 60,44	R\$ 1.880,89
92270	Vigas	38,85	R\$ 47,10	R\$ 1.829,84
92271	Lajes	60,39	R\$ 29,01	R\$ 1.751,91
TOTAL		130,36		R\$ 5.462,64

Fonte: Autoria própria, 2017

A armadura necessária para essa tipologia foi quantificada de acordo com os projetos estruturais, se atentando aos detalhes das vigas e dos pilares principalmente, representados na Figura 23.

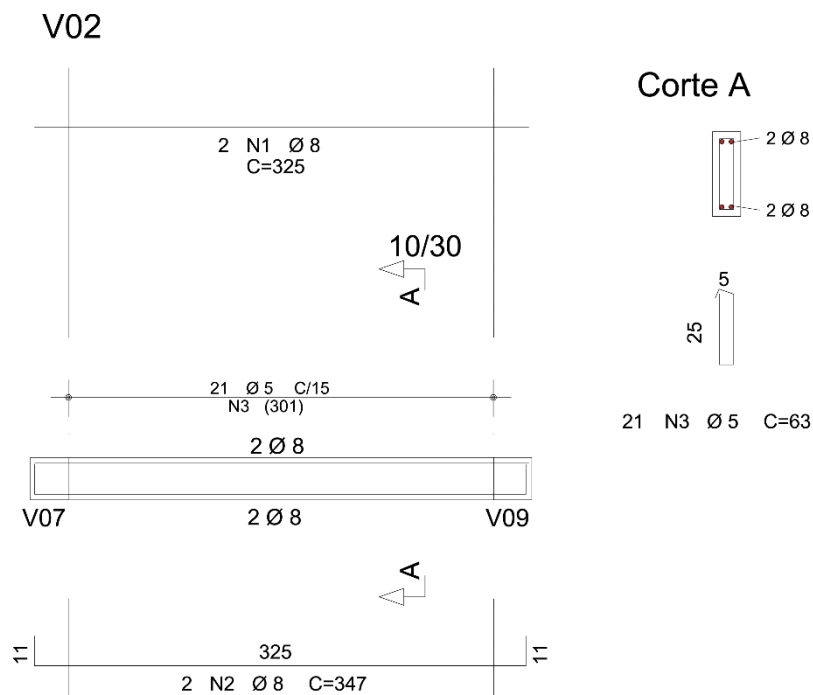


Figura 23 - Detalhe estrutural de uma viga do edifício-exemplo CO04
Fonte: Autoria própria, 2017

O quantitativo e o orçamento de aço para os exemplos em concreto armado CO04 e CO01 estão expressos respectivamente nas Tabelas 13 e 14 a seguir.

Tabela 13 - Quantitativo de aço (CO04)

Código	Descrição	Quantidade (kg)	Custo Unitário	Custo Total
00000039	CA-60 5,0mm	3356,7	R\$ 3,30	R\$ 11.077,11
00000032	CA-50 6,3mm	3118,9	R\$ 3,49	R\$ 10.884,96
00000033	CA-50 8,0mm	557,4	R\$ 3,91	R\$ 2.179,43
00000034	CA-50 10,0mm	3452,3	R\$ 3,33	R\$ 11.496,16
00000031	CA-50 12,5mm	575,7	R\$ 3,17	R\$ 1.824,97
00000027	CA-50 16,0mm	947,8	R\$ 3,17	R\$ 3.004,53
00000029	CA-50 20,0mm	309,4	R\$ 2,96	R\$ 915,82
TOTAL		12318,2		R\$ 41.382,98

Fonte: Autoria própria, 2017

Tabela 14 - Quantitativo de aço (CO01)

Código	Descrição	Quantidade (kg)	Custo Unitário	Custo Total
00000039	CA-60 5,0mm	75,5	R\$ 3,30	R\$ 249,15
00000032	CA-50 6,3mm	74,2	R\$ 3,49	R\$ 258,96
00000033	CA-50 8,0mm	406,4	R\$ 3,91	R\$ 1.589,02
00000034	CA-50 10,0mm	96,3	R\$ 3,33	R\$ 320,68
TOTAL		652,4		R\$ 2.417,81

Fonte: Autoria própria, 2017

6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa do trabalho será realizado a comparação entre os edifícios-exemplos com o intenção de verificar qual sistema é o mais econômico relacionado ao custo global.

Inicia-se a análise relacionando o custo a partir da divisão dos subsistemas blocos, que compreende a soma de todos as unidades de alvenaria estrutural comparada com a quantidade de blocos cerâmicos orçados anteriormente, concretagem e argamassa, no qual engloba também os processos de grauteamento e de fabricação de fôrmas, e armadura, que seria o conjunto de todos os aços necessários em cada processo construtivo.

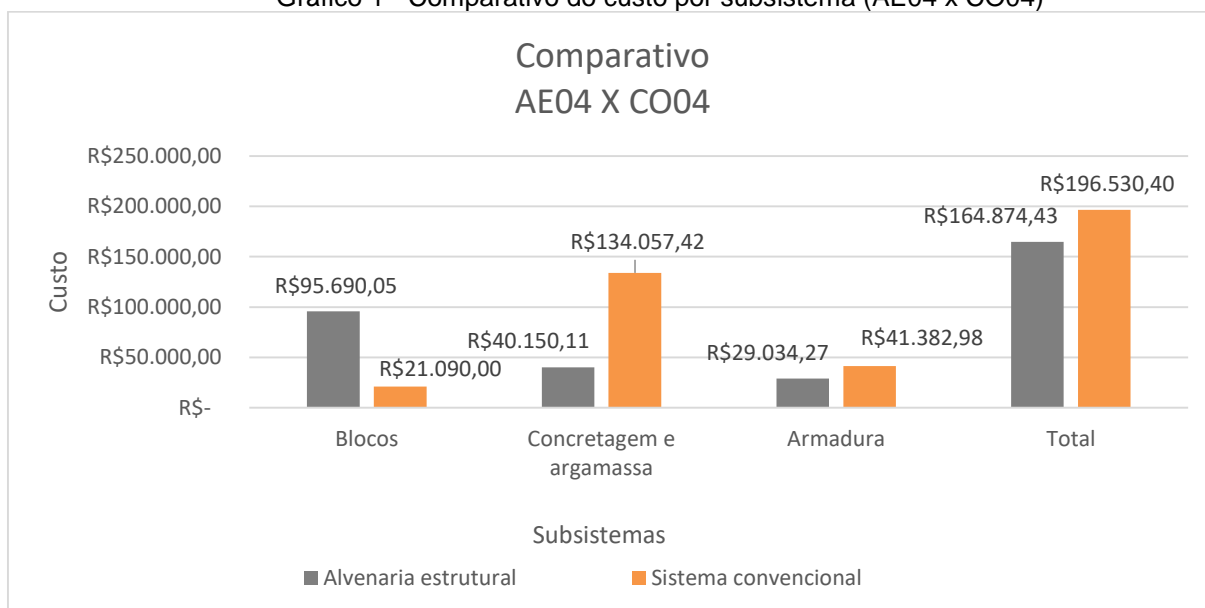
A Tabela 15 resulta da comparação entre os edifícios-exemplos AE04 e CO04 e para melhor visualização do custos por subsistema, foi elaborado o Gráfico 1.

Tabela 15 - Custo total por subsistema dos edifícios AE04 e CO04

Etapas	Alvenaria Estrutural		Sistema Convencional	
Blocos	R\$	95.690,05	R\$	21.090,00
Concretagem e argamassa	R\$	40.150,11	R\$	134.057,42
Armadura	R\$	29.034,27	R\$	41.382,98
Total	R\$	164.874,43	R\$	196.530,40

Fonte: Autoria própria, 2017

Gráfico 1 - Comparativo do custo por subsistema (AE04 x CO04)



Fonte: Autoria própria, 2017

O custo total da construção projetada em sistema convencional apresentou um valor superior comparado à obra de alvenaria estrutural, sendo o primeiro método igual a R\$ 196.530,40, enquanto o sistema de menor custo foi de R\$164.874,43. Isso representa uma economia de aproximadamente 19,20% no investimento final das etapas construtivas estudadas, caso seja optado pela construção em alvenaria estrutural.

Comparando o resultado desses processos com o valor total de uma obra estimada através da planilha de Custos Unitários Básicos de Construção, fornecida pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná, chega-se à grandezas expressas pelas Tabela 16 e 17, no qual foi considerado uma construção do tipo PP-4B, referente à prédios populares de padrão baixo formados por térreo e três pavimentos tipo.

Tabela 16 - Simulação do custo total do edifício-exemplo de 4 pavimentos

Padrão	Área construída (m ²)	CUB (R\$/m ²)	Total
PP-4B	1045,56	R\$ 1.193,03	R\$ 1.247.384,45

Fonte: Autoria própria, 2017

Tabela 17 - Influência da etapa orçada no custo final da obra

Parâmetros	Custo	% total da obra
Edifício referente ao CUB	R\$ 1.247.384,45	100,00%
Etapas em alvenaria estrutural	R\$ 164.874,43	13,22%
Etapas com sistema convencional	R\$ 196.530,40	15,76%

Fonte: Autoria própria, 2017

Para melhor compreensão, a Figura 24 ilustra essa taxa de influência no custo final da construção.

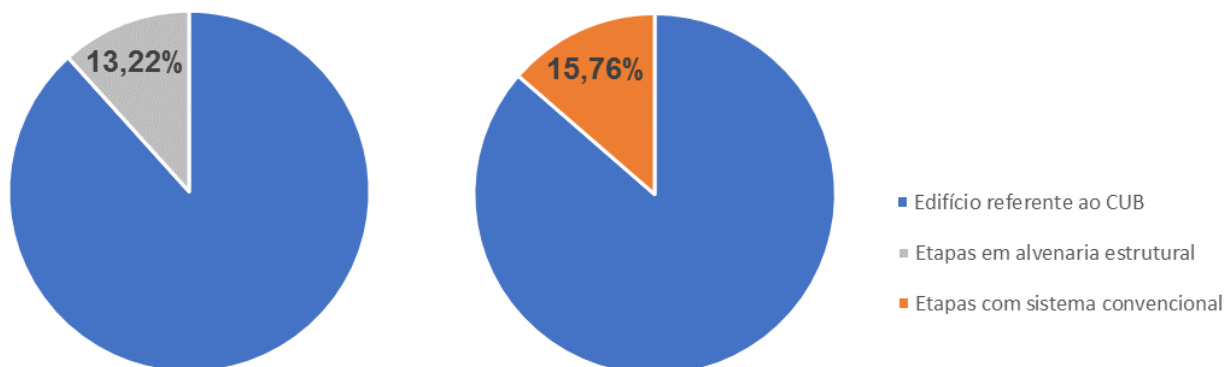


Figura 24 - Influência no custo total de um edifício PP-4B
Fonte: Autoria própria, 2017

A diferença apresentada considerando o custo global do edifício aparenta ser insignificante, entretanto esses 2,54% pode ser utilizado para abater despesas indiretas ou até mesmo ser aplicado como uma bonificação aos funcionários.

O processo de análise comparativa dos modelos residenciais térreos será feita de maneira análoga como apresentado acima.

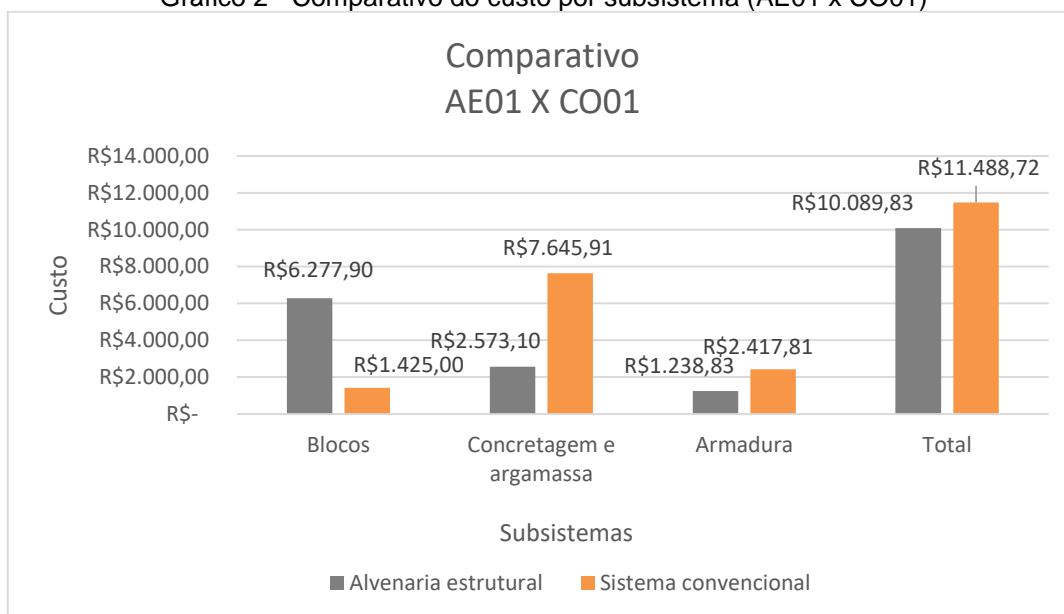
O custo a partir da divisão dos subsistemas está expressa na Tabela 18 e representado no Gráfico 2 para melhor visualização.

Tabela 18 - Custo total por subsistema das residências AE01 e CO01

Etapas	Alvenaria estrutural		Sistema convencional	
Blocos	R\$	6.277,90	R\$	1.425,00
Concretagem e argamassa	R\$	2.573,10	R\$	7.645,91
Armadura	R\$	1.238,83	R\$	2.417,81
Total	R\$	10.089,83	R\$	11.488,72

Fonte: Autoria própria, 2017

Gráfico 2 - Comparativo do custo por subsistema (AE01 x CO01)



Fonte: Autoria própria, 2017

Houve também uma superioridade no custo total quando utilizado a tipologia convencional em comparação com a alvenaria estrutural para as residências térreas de baixo padrão. O valor desse custo foi de R\$11.488,72 para o modelo de concreto armado e alvenaria de vedação com blocos cerâmicos e R\$ 10.089,83 para o exemplo que adotou um sistema alternativo de construção. O desconto entre esses valores é de aproximadamente 13,86%.

Buscando comparar a taxa representativa das fases construtivas estudadas no custo final da obra apresentada, foi utilizada a planilha CUB/m² da SINDUSCON para residência unifamiliar de baixo padrão (R1-B) e assim elaboradas as Tabelas 19 e 20 a seguir.

Tabela 19 – Estimativa do custo total do edifício-exemplo térreo unifamiliar

Padrão	Área construída (m ²)	CUB (R\$/m ²)	Total
R1-B	60,39	R\$ 1.332,00	R\$ 80.439,48

Fonte: Autoria própria, 2017

Tabela 20 - Influência da etapa orçada no custo final da obra

Parâmetros	Custo	% total da obra
Residência referente ao CUB	R\$ 80.439,48	100,00%
Etapas em alvenaria estrutural	R\$ 10.089,83	12,54%
Etapas com sistema convencional	R\$ 11.488,72	14,28%

Fonte: Autoria própria, 2017

Esse percentual encontrado pertencente ao custo global da residência é representado na Figura 25 abaixo.

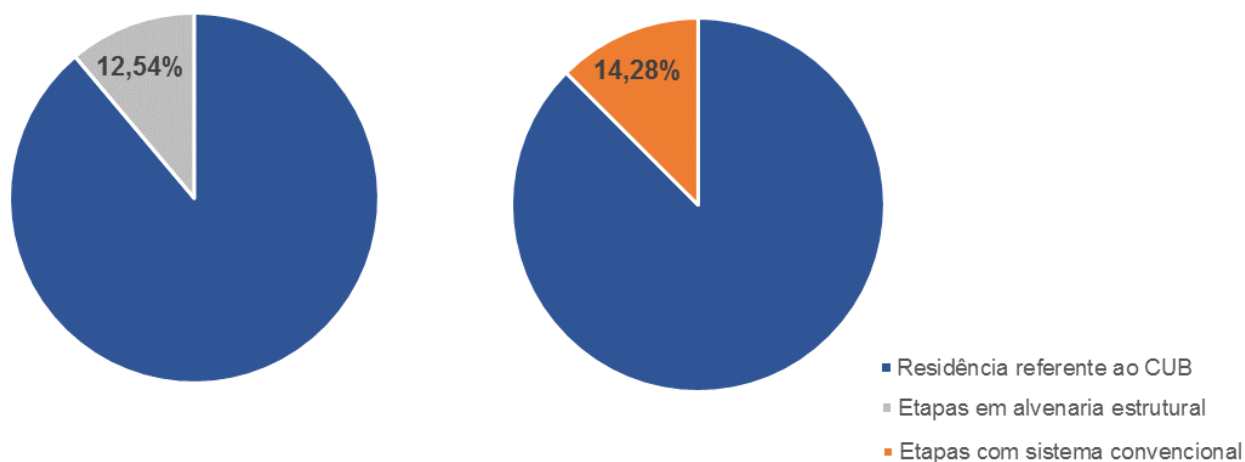


Figura 25 - Influência no custo total de uma residência R1-B
Fonte: Autoria própria, 2017

Levando-se em conta todo o processo construtivo de uma residência de padrão popular, as etapas que foram abordadas representaram 12,54% do custo total da edificação estudada, caso se utilize a alvenaria estrutural, e uma taxa de 14,28% do todo se o método construtivo adotado for o sistema convencional.

Nesses modelos residenciais a diferença no custo global entre uma tipologia construtiva e outra foi de apenas 1,74%, o que representa quase R\$1.400,00.

6.3 ESTUDO DE VIABILIDADE

O estudo de viabilidade econômica entre a alvenaria estrutural como uma alternativa ao sistema convencional não se restringe a comparação do custo de uma edificação.

Richter (2007), ressalta que a qualidade, a produtividade, a organização do canteiro de obras e a menor necessidade de estocagem de materiais fornecida pelo sistema de alvenaria estrutural são fatores que contribuem para que a implantação desse método se torne viável em construções mesmo de cunho popular.

Arcari (2010), em seu estudo, comparou o tempo de execução entre um sistema em concreto armado e o sistema de alvenaria estrutural. O resultado obtido

foi de que o método em concreto armado levou 29 semanas e 2 dias para executar a determinada proposta de um empreendimento composto por quatro blocos com cinco pavimentos, com quatro apartamentos por andar, enquanto o sistema alternativo de alvenaria estrutural foi executado em 21 semanas, apresentando mais de 8 semanas de diferença em favor do segundo processo.

A redução no prazo de construção é significativa e traz benefícios para a construtora, possibilitando a execução de um maior número de unidades num mesmo período, podendo deslocar as equipes para outros canteiros e assim aumentar a lucratividade (ARCARI, 2010).

Com o intuito de conhecer mais sobre o sistema de alvenaria estrutural e a sua aplicação na região do município de Pato Branco, realizaram-se algumas entrevistas com o âmbito de verificar aspectos de viabilidade desse processo construtivo.

Entrou-se em contato com a empresa Pavimenti Blocos e Pavers Ltda, da unidade de Francisco Beltrão – PR, em que o diretor se disponibilizou a responder as seguintes perguntas:

- A procura dos blocos de concreto estruturais aqui na região do sudoeste do Paraná aumentaram nesses últimos cinco anos, visto que este é uma alternativa ao método convencional?

R: “Os pedidos vem aumentando, mas estamos ainda plantando a semente no sudoeste, acredito que com o passar dos anos teremos mais utilização”.

- Sentes que há resistência da parte dos clientes em optar pela alvenaria estrutural?

R: “Percebo que a resistência é maior da parte dos profissionais do que dos clientes.”

- O treinamento e a mão de obra voltada para a alvenaria estrutural é fácil de se encontrar na região?

R: “Nós da empresa fornecemos o treinamento para as obras contratadas.”

- Qual a capacidade de carga de um caminhão e qual a média de valor do frete dos blocos de concreto de alvenaria estrutural para a cidade de Pato Branco?

R: *“Uma carreta suporta 2.500 unidades e o valor médio de frete é de R\$500,00.”*

Com a intenção de saber o ponto de vista de um engenheiro calculista sobre o tal sistema, elaborou-se os seguintes questionamento para Rodrigo J. M. Camicia:

- Qual a complexidade e as principais diferenças na elaboração de um projeto de alvenaria estrutural comparada ao projeto realizado em concreto armado?

R: *“Primeiramente acredito que nossa região tem uma tendência muito forte ao concreto armado, sendo que até as faculdades deixam o assunto de alvenaria estrutural fora de suas ementas, esse seria o primeiro ponto. Uma das maiores complicações em se projetar alvenaria estrutural é a compatibilização com os projeto arquitetônico, sendo que muitas vezes o mesmo precisa ser alterado para melhor locação dos blocos. Os dois métodos são muito complexos, somente com experiência técnica e prática o projetista conseguirá realizar bons projetos”.*

- Na sua opinião, qual o motivo desse sistema ser pouco utilizado na cidade de Pato Branco-PR?

R: *“Acredito que seja uma questão cultural, falta de disseminação do sistema pelos engenheiros e um pouco de comodidade. Também vale ressaltar que o sistema é viável para grandes complexos até 8 a 10 pavimentos com arquitetura simples. Nossa cidade tem uma arquitetura muito arrojada quando se trata de construções, os grandes prédios são muito complexos para o sistema e as casas populares nem sempre se tornam financeiramente viável”.*

- Você já propôs a algum cliente a construir utilizando alvenaria estrutural?

R: *“Nunca, porém já trabalhei com algumas obras pequenas e recentemente um cliente propôs um prédio de 04 pavimentos em*

alvenaria estrutural. Foi um grande desafio e gostei muito da experiência”.

Quanto ao processo de execução, questionou-se o engenheiro Marco A. S. Barea as seguintes dúvidas:

- Existe muita diferença entre liderar uma equipe que executa alvenaria estrutural e uma de sistema convencional?

R: *“Depende. Quando se trabalha com uma equipe já com experiência na execução de alvenaria estrutural, não se tem grande diferença. Mas como na região há ainda pouca utilização do processo, normalmente é preciso uma dedicação maior na orientação e verificação do serviço”.*

- A respeito da produtividade e organização do canteiro de obras, é perceptível a diferença entre os métodos?

R: *“Sim. Na execução de uma estrutura de concreto armado convencional, utiliza-se muita madeira para as fôrmas, e mesmo reutilizando, se tem muita perda entre uma utilização e outra, gerando mais entulho, e como consequência mais trabalho para manter o canteiro limpo e organizado. Com relação a produtividade também se tem ganho com a alvenaria estrutural, no que se elimina etapas da obra. Mas para isso precisa ter uma equipe qualificada”.*

- Considera o fato da indisponibilidade de uma empresa de blocos estruturais na cidade, fazendo com que as unidades sejam requeridas em cidades vizinhas, seja um dos principais pontos da pouca utilização desse processo construtivo?

R: *“Acredito que seja mais uma questão cultural do que disponibilidade do material. Os blocos cerâmicos de vedação, por exemplo, geralmente vêm de mais longe de onde temos indústrias de bloco de concreto estrutural, e mesmo assim eles são muito mais utilizados”.*

Analisando esses depoimentos, o principal componente que inviabiliza essa tipologia é o pouco conhecimento a respeito e a barreira cultural que limita a utilização

dos blocos estruturais, seja pela a arquitetura arrojada da cidade, seja pela afinidade com o método convencional.

A produtividade, economia, limpeza e organização do canteiro de obras foram grandes vantagens citados nos depoimentos e demonstradas no trabalho, entretanto não aparentam ser benefícios suficientes para que a alvenaria estrutural supere a forte tradição do uso do concreto armado, tornando-se assim, uma alternativa direta a esse sistema.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com um intenso mercado imobiliário e com o aumento da competitividade no setor de construção civil na microrregião de Pato Branco, faz com que a busca de alternativas visando reduzir custos, aumentar a produtividade e desenvolver um produto de qualidade se torna um atrativo para disputar um cliente que deseja obter uma moradia, ainda que com pouco recurso financeiro.

Com isso, neste estudo buscou-se comparar edifícios de quatro pavimentos com dezesseis apartamentos e residências unifamiliares de âmbito popular para verificar a viabilidade econômica entre o processo construtivo de alvenaria estrutural, ainda pouco utilizado nesse município, e o sistema convencional de vedação com blocos cerâmicos e elementos estruturais executados em concreto armado.

Sendo assim, realizou-se a análise de custos de parâmetros que se julgou viáveis para a comparação por apresentar diferenças consideráveis no aspecto executivo, visto que outros subsistemas são comuns aos exemplos estudados. Por isso, as etapas consideradas pertinentes foram as que integravam os elementos estruturais do sistema e as que possuíam a função de vedação.

Provavelmente alguns itens que aumentariam a diferença entre os valores encontrados foram deixados de lado, mas isso abre uma oportunidade para futuros trabalhos relacionados ao tema abordarem sobre tais elementos.

Ao analisar os resultados presentes no item 6, conferiu-se uma economia entre subsistemas de até 16,11%, porém no custo global do edifício essa economia tem uma influência direta de apenas 2,54%. Outro fator notável é que a maior economia se deu na comparação entre os edifícios de quatro pavimentos, podendo essa ser mais uma característica da vantajosa do sistema de alvenaria estrutural, de que o aumento da área construída, potencialize a economia desse processo.

Por fim, o estudo de viabilidade a partir da experiência de profissionais locais agregou ao trabalho uma visão mais ampla do comparativo de custo, transmitindo também o conhecimento empírico aliado ao estudo técnico. Demonstrando que o sistema chega a ser economicamente viável, mas que ainda necessita romper o costume que se tem em utilizar o concreto armado no município de Pato Branco-PR.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Pedro Fiori; FIX, Mariana. **Como o Governo Lula pretende resolver o problema da habitação. Alguns comentários sobre o pacote habitacional Minha Casa Minha Vida.** In: Correio da Cidadania. Edição 543, 2009.

ARCARI, Andrey. **Alvenaria estrutural e estrutura aporcada de concreto armado: estudo comparativo de custos para execução de empreendimento habitacional de interesse social.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15961-1: Alvenaria estrutural - blocos de concreto – Parte 1: Projeto.** Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15812: Forças de vento em edificações.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6123: dos de concreto.** Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas.** Rio de Janeiro, 2002.

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

BARBOSA, Ana Karolina de Souza. **Execução e controle de alvenaria estrutural em blocos de concreto segundo nova normalização brasileira.** Dissertação, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2011.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado.** Notas de aula. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2011

BRASIL. **Cartilha do programa Minha Casa, Minha Vida.** Governo Federal, Ministério das Cidades. Brasília, 2012.

BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, 1988.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Alvenaria estrutural não armada: parâmetros básicos a serem considerados no projeto dos elementos resistentes.** 1986. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CARDOSO, A. L.; ARAGÃO, T. A.; ARAÚJO, F. S. **Habitação de interesse social: política ou mercado? Reflexos sobre a construção do espaço metropolitano.** Anais: Encontros Nacionais da ANPUR, v. 14, 2013.

CARVALHO, Roberto Chust; FILHO, Jasson Rodrigues de Figueiredo. **Concreto armado segundo NBR 6118.** São Paulo: EDUSFCar, 2005.

D'AMICO, F. **O Programa Minha Casa, Minha Vida e a Caixa Econômica Federal.** Trabalhos Premiados, p.33, 2011.

DELLATORRE, Lázaro Augusto. **Análise comparativa de custos entre edifício de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional.** Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

FERNANDES, M. J. G., SILVA FILHO, A. F. **Estudo comparativo do uso da alvenaria estrutural com bloco de concreto simples em relação ao sistema estrutural em concreto armado.** Salvador: Ucsal, 2010.

FUNDAÇÃO IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.** Rio de Janeiro, 2016.

HIRATA, F. **Minha Casa, Minha Vida: Política Habitacional e de geração de emprego ou aprofundamento da segregação urbana?** Revista Aurora, v. 2, n. 2, 2011.

MACHADO JUNIOR, Asdrubal L. **Comparativo dos custos de sistemas construtivos em concreto armado e alvenaria estrutural – estudo de caso em Santana do Livramento- RS.** Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural.** São Paulo. Editora O Nome da Rosa, 2007.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 6. ed. São Paulo. Atlas, 2005

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras.** São Paulo. Pini, 2006.

MOMESSO, Rafael Sancinetti. **Execução de edifícios em alvenaria estrutural com blocos de concreto.** Dissertação. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2010.

NASCIMENTO NETO, P.; MOREIRA, T. A.; SCHUSSEL, Z. D. G. **Conceitos divergentes para políticas convergentes.** Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 14, n.1, 2011.

OLIVEIRA, Klynton Ayalla Souza; LIMA, Tiago D.'Angelis; JONES, Kimberly Marie. **Análise comparativa entre argamassa de assentamento preparada em obra e argamassa industrializada.** Revista Construindo, v. 7, n. 2, 2015.

PARSEKIAN, G. A., HAMID, A. A., & DRYSDALE, R. G. **Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural.** São Carlos, 2013.

PINA, Gregório Lobo. **Patologias nas Habitações Populares.** 2013.112. Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

PINHEIRO, Fundação João. **Centro de estudos históricos e culturais**. Belo Horizonte, 1998.

PRUDÊNCIO JR, Luiz R.; OLIVEIRA, AL de; BEDIN, C. A. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Florianópolis: Editora Gráfica Pallotti, 2002.

RAMALHO, Márcio A., & Corrêa, Marcio R.S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Pini, 2003.

RICHTER, Cristiano. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007

SABATTINI, F.H. **Alvenaria estrutural – Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico: Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à Caixa Econômica Federal**. Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano. Março, 2003.

SALESSE, Juliana Maria. **Comparação de custos entre os processos construtivos em concreto armado e em alvenaria em blocos de concreto: estudo de caso em Toledo, PR**. Toledo, 2012.

SILVA, C. F.; ALVES, T. W. **Dinâmica dos financiamentos habitacionais nos municípios do Rio Grande do Sul de 2006 a 2010: uma avaliação do Programa Minha Casa, Minha Vida**. Revista Brasileira de Administração Pública, v.48, n.1. 2014.

SILVA, Geziel. **Sistemas construtivos em concreto armado e em alvenaria estrutural: uma análise comparativa de custos**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2003