UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

GUILHERME SILVEIRA VELHOS

MANOEL GONÇALVES DA SILVA JÚNIOR

ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS DE EXECUÇÃO DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONVENCIONAL

Tubarão

2018

GUILHERME SILVEIRA VELHOS
MANOEL GONÇALVES DA SILVA JÚNIOR

ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS DE EXECUÇÃO DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONVENCIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Gil Felix Madalena

Tubarão
2018

GUILHERME SILVEIRA VELHOS
MANOEL GONÇALVES DA SILVA JÚNIOR

ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS DE EXECUÇÃO DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONVENCIONAL

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 27 de novembro de 2018.

Professor e orientador Gil Felix Madalena, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Charles Mendes de Souza, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Eng. Marcos de Sousa Sabino, Esp.
Engenheiro Civil

RESUMO

Esta monografia faz um estudo comparativo entre alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado com alvenaria de vedação, visando à comparação dos custos relacionados à mão de obra necessária para a execução da estrutura e alvenaria de um edifício residencial multifamiliar localizado na cidade de Tubarão – SC. A pesquisa ficou limitada apenas a estrutura e a alvenaria, pois os demais serviços executados na obra são muito semelhantes nos dois sistemas construtivos estudados. Para que a pesquisa fosse possível no tempo disponível, para o sistema construtivo em alvenaria estrutural, foi acompanhada a execução de um pavimento como do Vivence Residencial, que está sendo executado com o sistema construtivo. O acompanhamento foi importante para medir a produtividade e obter os custos reais pagos pela construtora à empresa terceirizada responsável pela mão de obra. Para o sistema construtivo com estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação com blocos cerâmicos, foram obtidos índices de produtividade através da tabela SINAPI e aplicados os custos também extraídos da tabela SINAPI. No edifício estudado, a alvenaria estrutural apresentou sua execução 3,28 vezes mais rápida e com custos cinquenta e seis porcento mais barato em relação ao concreto armado com alvenaria de vedação. Com o mercado altamente competitivo, o fator preço é de suma importância para a sobrevivência das empresas atualmente, e para vender com preços mais atrativos é necessário produzir com custos mais baixos, apesar da alvenaria estrutural possuir limitações quanto à forma e vãos livres, para o edifício estudado mostrou-se muito mais econômica em relação ao concreto armado, com execução mais rápida e barata, afirmando-se ser a escolha correta para a execução do edifício. Lembrando que para a escolha do método construtivo é muito importante levar em consideração a utilização do empreendimento a ser construído.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural. Concreto armado. Custo de mão de obra.

ABSTRACT

This monograph presents a comparative study of structural masonry and concrete structure with reinforced masonry, in order to compare the costs related to the workmanship necessary for the execution of the structure and masonry of a multifamily residential building located in the city of Tubarão - SC. The research was limited only to the structure and masonry, since the other services executed in the work are very similar in the two constructive systems studied. In order to make the research possible in the available time, for the construction system in structural masonry, it was followed the execution of a pavement like Vivence Residencial, which is being executed with the construction system. Monitoring was important in measuring productivity and obtaining the actual costs paid by the construction company to the outsourced company responsible for the workforce. For the construction system with structure in reinforced concrete and masonry of ceramic block sealing, productivity indices were obtained through the SINAPI table and the costs also extracted from the SINAPI table were applied. In the studied building, the structural masonry presented its execution 3.28 times faster and with costs fifty-six percent cheaper than the reinforced. With the highly competitive market, the price factor is of paramount importance for the survival of companies today, and to sell at more attractive prices it is necessary to produce at lower costs, although structural masonry has limitations on form and free spans, for the It has proved to be much more economical in relation to reinforced concrete, with faster and cheaper execution, claiming to be the correct choice for the execution of the building. Remember that for the choice of constructive method it is very important to take into account the use of the project to be built.

Keywords: Structural masonry. Reinforced concrete. Labor costs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Templo Deusa da Grécia Atena 17
Figura 2 - Pirâmide Quéops no Egito 17
Figura 3 - As três dimensões do bloco vazado de concreto segundo a NBR 6136 19
Figura 4 - Sapata isolada e bloco de fundação 24
Figura 5 - Radier e viga de fundação 24
Figura 6 - Tubulão e estacas com bloco de coroamento 25
Figura 7 - Parede estrutural armada 26
Figura 8 - Detalhamento de Vergas e Contravergas 27
Figura 9 - Laje maciça 28
Figura 10 - Laje nervurada 29
Figura 11 - Encontro da laje com parede em alvenaria estrutural 30
Figura 12 - Amarrações 32
Figura 13 - Índice de produtividade para concretagem de pilares 48
Figura 14 - Índice de produtividade para concretagem de vigas e lajes 50
Figura 15 - Índice de produtividade para alvenaria de vedação 52
Figura 16 - Índice de produtividade para montagem da armadura longitudinal de pilar 54
Figura 17 - Índice de produtividade para corte e dobra de armadura longitudinal de pilar 54
Figura 18 - Índice de produtividade para montagem de armadura longitudinal de viga 57
Figura 19 - Índice de produtividade para corte e dobra da armadura longitudinal de vigas 57
Figura 20 - Índice de produtividade para montagem de armadura transversal de pilares 60
Figura 21 - Índice de produtividade para corte e dobra de armadura transversal de pilares 60
Figura 22 - Índice de produtividade para montagem da armadura de lajes 63
Figura 23 - Índice de produtividade para corte e dobra da armadura de lajes 63
Figura 24 - Índice de produtividade para fabricação de formas de pilares 66
Figura 25 - Índice de produtividade para montagem e desmontagem das formas de pilares 66
Figura 26 - Índice de produtividade para fabricação de formas para vigas 68
Figura 27 - Índice de produtividade para montagem e desmontagem das formas de vigas 69
Figura 28 - Índice de produtividade para fabricação de formas para laje 71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões reais dos blocos vazados de concreto 20
Tabela 2 - Demonstrativo dos encargos sociais básicos 39
Tabela 3 - Demonstrativo dos encargos sociais que recebem incidência dos encargos sociais básicos 39
Tabela 4 - Demonstrativo dos encargos sociais que não recebem incidência dos encargos sociais básico 39
Tabela 5 - Resumo de Aço 46
Tabela 6 - Volume de concretagem dos pilares 47
Tabela 7 - Produtividade concretagem dos pilares 48
Tabela 8 - Volume total de concretagem das vigas 49
Tabela 9 - Volume total de concretagem das lajes 49
Tabela 10 - Produtividade para concretar as vigas e lajes 50
Tabela 11 - Quantidade total de alvenaria de vedação 51
Tabela 12 - Produtividade alvenaria de vedação 52
Tabela 13 - Quantidade total da armadura longitudinal dos pilares 53
Tabela 14 - Produtividade armadura longitudinal dos pilares 55
Tabela 15 - Quantidade total de armadura longitudinal das vigas 56
Tabela 16 - Produtividade armadura longitudinal das vigas 58
Tabela 17 - Quantidade total de armadura transversal 59
Tabela 18 - Produtividade para armadura transversal dos pilares e das vigas 61
Tabela 19 - Quantidade de armadura nas lajes 62
Tabela 20 - Produtividade armação das lajes 64
Tabela 21 - Quantidade total de formas para os pilares 65
Tabela 22 - Produtividade total para as formas dos pilares 67
Tabela 23 - Quantidade total de formas para as vigas 68
Tabela 24 - Produtividade total para as formas das vigas 70
Tabela 25 - Produtividade total das formas das lajes 71
Tabela 26 - Resumo da produtividade 72
Tabela 27 - Acompanhamento da Produção de Alvenaria Estrutural 73
Tabela 28 - Custo de Execução do Pavimento Tipo 74
Tabela 29 - Custo de Execução em Alvenaria Estrutural 74

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

A.C. – Antes de Cristo
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
EPI – Equipamento de Proteção Individual
FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
GO – Goiás
INSS – Instituto Nacional do Seguro Social
NBR – Norma Brasileira
SC – Santa Catarina
SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

LISTA DE SÍMBOLOS

°C – Grau Celsius
m² - Metro quadrado
cm² - Centímetro quadrado
cm – Centímetro
m – Metro
mm – Milimetro
cm²/m – Centímetro quadrado por metro
Ø – Diâmetro
m³ - Metro cúbico
h – Hora
h/m³ - horas por metro cúbico
h/H – Hora por homem
h/kg – Hora por quilograma
h/m² - Hora por metro quadrado
kg/m – Quilograma por metro
kg – Quilograma
R$ - Reais
R$/m² - Reais por metro quadrado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA 13
1.2 OBJETIVO 14
1.2.1 Objetivo geral 14
1.2.2 Objetivos específicos 15
2 REVISÃO DE LITERATURA 16
2.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS 16
2.1.1 Alvenaria Estrutural 16
2.1.1.1 Definição 16
2.1.1.2 Histórico 17
2.1.1.3 Classificação 18
2.1.1.4 Parâmetros para utilização da alvenaria estrutural 20
2.1.2 Concreto Armado 21
2.1.2.1 Definição 21
2.1.2.2 Histórico 22
2.1.2.2.1 Concreto Armado no Brasil 23
2.1.3 Elementos Estruturais 23
2.1.3.1 Fundação 24
2.1.3.2 Pilar 25
2.1.3.3 Viga 26
2.1.3.4 Lajes 28
2.1.3.5 Alvenaria 30
2.1.3.5.1 Alvenaria de Vedação 30
2.1.3.5.2 Alvenaria Portante 31
2.2 MÃO DE OBRA 32
2.2.1 Histórico 32
2.2.2 Perfil da Mão de Obra 33
2.2.2.1 Baixa Produtividade 34
2.2.2.2 Alta Rotatividade da Mão de Obra 35
2.2.2.3 Treinamentos 36
2.2.2.4 Saúde e Segurança no Trabalho 37
2.2.3 Encargos Sociais 38
3 METODOLOGIA DA PESQUISA 41

3.1 OBJETO DA PESQUISA 41
3.2 COLETA DE DADOS 41
3.3 ANÁLISE DOS DADOS 42
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS 43
4.1 PRODUTIVIDADE DO CONCRETO ARMADO COM ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS 43
4.1.1 Dimensões Mínimas dos Elementos Estruturais 44
4.1.2 Definição da Armadura dos Elementos Estruturais 44
4.1.3 Definição da Produtividade 46
4.1.3.1 Concretagem dos Pilares 47
4.1.3.2 Concretagem das Vigas e Lajes 49
4.1.3.3 Alvenaria de Vedação com Blocos Cerâmicos 51
4.1.3.4 Armadura Longitudinal dos Pilares 53
4.1.3.5 Armadura Longitudinal das Vigas 56
4.1.3.6 Armadura Transversal dos Pilares e Vigas 59
4.1.3.7 Armadura da Laje 62
4.1.3.8 Formas dos Pilares 65
4.1.3.9 Formas das Vigas 68
4.1.3.10 Formas das Lajes 70
4.1.3.11 Tabela Resumo de Produtividade 72
4.2 PRODUTIVIDADE DA ALVENARIA ESTRUTURAL 72
4.3 CUSTOS DE EXECUÇÃO EM CONCRETO ARMADO 73
4.4 CUSTO DE EXECUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL 74
4.5 COMPARATIVO DA PRODUTIVIDADE E DOS CUSTOS DE EXECUÇÃO 75
5 CONCLUSÃO 76
REFERÊNCIAS 78
ANEXOS 80
ANEXO A – PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO TIPO 81
ANEXO B – PLANTA BAIXA DO APARTAMENTO TIPO 1 82
ANEXO C – PLANTA BAIXA DO APARTAMENTO TIPO 2 83

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a construção civil e a economia nacional passam por um período de recessão, portanto o investimento e aprimoramento dos métodos construtivos, visando a redução de custos e aumento da produtividade no empreendimento é de suma importância para a sobrevivência das empresas no mercado.

A necessidade de produzir com custos cada vez mais baixos e com produtividade maior, fez com que as empresas buscassem métodos construtivos alternativos ao rotineiro. A alvenaria estrutural é um dos métodos construtivos mais antigos do mundo, mas ainda pouco difundido na região do estudo.

Muitas empresas do ramo da construção civil vêm encontrando sérias dificuldades para racionalizar o seu processo de produção. As intenções relativas ao incremento da competitividade empresarial acabam não se tornando realidade na execução das tarefas diárias, fazendo com que as ações práticas pareçam estar longe de chegar aos canteiros de obras ou aos escritórios de projeto (FRANCO, 1992).

O objetivo da pesquisa foi realizar um comparativo de custos, relacionados com a mão de obra, entre os métodos construtivos em alvenaria estrutural e entre estrutura em concreto armado com alvenaria de vedação, e além da comparação dos custos foi levantada e comparada a produtividade de ambos sistemas construtivos. A pesquisa foi realizada durante a construção de um pavimento como do Vivence Residencial, empreendimento multifamiliar que possuirá onze pavimentos e que atualmente encontra-se em execução. Esta construção possui o pavimento térreo com estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação e os demais pavimentos em alvenaria estrutural executada com blocos de concreto. A pesquisa ficou limitada apenas a estrutura do edifício e a alvenaria, sendo que os demais serviços se assemelham muito nos dois sistemas construtivos.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

A construção civil encontra-se em constante evolução e novas tecnologias tem contribuindo muito para essa evolução, mas recentemente, na região, o que vem ganhando espaço é um sistema construtivo muito antigo. O sistema construtivo que se encontra em crescente aceitação é a alvenaria estrutural, deixando assim o método historicamente conhecido, da alvenaria convencional, em certas utilizações, em desvantagem em relação a alvenaria

estrutural, pois gera mais mão de obra e desperdício de material, apresentando-se menos sustentável, gerando maiores sequelas ao meio ambiente.

As tecnologias construtivas avançam a passos largos, e a mão de obra está cada vez mais se especializando, gerando variabilidade no custo da mão de obra, seja ela especializada ou meramente convencional. O parâmetro preço é o principal no momento da contratação do profissional, em detrimento da qualidade do serviço. Todos esses fatores fazem parte de um conjunto que gera dúvidas no momento da contratação da mão de obra.

Outra constatação pública e notória no meio da construção civil é o desperdício de materiais na alvenaria convencional. Isso exige um maior número de funcionários para mão de obra na execução. De outro lado, na alvenaria estrutural há pouco desperdício, e pode-se trabalhar com quadro de funcionário menor e ainda assim a produtividade será maior, gerando maior rentabilidade para o proprietário da obra.

O fator mão de obra, tem grande representatividade no custo final da obra e com base nisso, faremos um estudo comparativo, do ponto de vista técnico e financeiro, para definir, entre os processos produtivos alvenaria estrutural e alvenaria comum, que consiste em estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, qual método possui a mão de obra mais econômica para a construção de um edifício residencial multifamiliar, na região de tubarão no ano de 2018.Este trabalho apresenta a seguinte problemática: **Qual dos aspectos construtivos possibilitará maior rendimento, nos aspectos técnico e financeiro, em relação à mão de obra, em estudo comparativo realizado na cidade de Tubarão, sul catarinense, no ano de 2018?**

1.2 OBJETIVO

Neste capítulo serão apresentados os objetivos, geral e específicos.

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar, em comparativo, do ponto de vista técnico e financeiro, a mão de obra utilizada na alvenaria estrutural e a mão de obra utilizada em alvenaria comum com estrutura em concreto armado, na construção de um edifício residencial multifamiliar, no município de Tubarão - SC.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta monografia consistem em:

a) Identificar os custos relacionados à mão de obra para executar a obra em alvenaria estrutural;

b) Identificar os custos relacionados à mão de obra para executar a obra com estrutura em concreto armado com alvenaria de vedação com blocos cerâmicos;

c) Levantar a produtividade da mão de obra na execução em alvenaria estrutural;

d) Levantar a produtividade da mão de obra na execução da estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação com blocos cerâmicos;

e) Comparar, do ponto de vista financeiro, qual sistema construtivo possui a mão de obra mais econômica;

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capitulo apresentaremos uma revisão na literatura técnica e especializada.

2.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Nesta seção iremos apresentar as definições dos sistemas construtivos pertinentes a esta monografia, sendo eles alvenaria estrutural e alvenaria comum com estrutura em concreto armado. Traremos também um breve histórico e os elementos estruturais necessários para a estabilidade da edificação.

Os conteúdos estão assim divididos: Alvenaria estrutural, concreto armado, elementos estruturais de ambos os sistemas construtivos.

2.1.1 Alvenaria Estrutural

Neste capitulo serão apresentados sua definição, um breve histórico de sua utilização e seu uso na atualidade.

2.1.1.1 Definição

O desenvolvimento da construção civil tem proporcionado aperfeiçoamento nos sistemas construtivos e nos métodos de cálculo para novos materiais.

São as estruturas que, mesmo não tendo sido consideradas no cálculo estático e elástico, colaboram indiretamente para absorver ações secundárias (vento, variações térmicas, recalques diferenciais, etc. (MOLITERNO, 1995).

Alvenaria estrutural é o processo construtivo em que se utilizam as paredes da habitação para resistir às cargas, em substituição aos pilares e vigas utilizadas nos sistemas de concreto armado, aço ou madeira. (ROMAN, 1999, pág.16).

Na construção em alvenaria estrutural não se utilizam pilares e vigas, pois as paredes chamadas de portantes compõem a estrutura da edificação e distribuem as cargas uniformemente ao longo das fundações. Atenção para armações e grauteamento dos blocos quando houver. (TAUIL, 2010, pág.20).

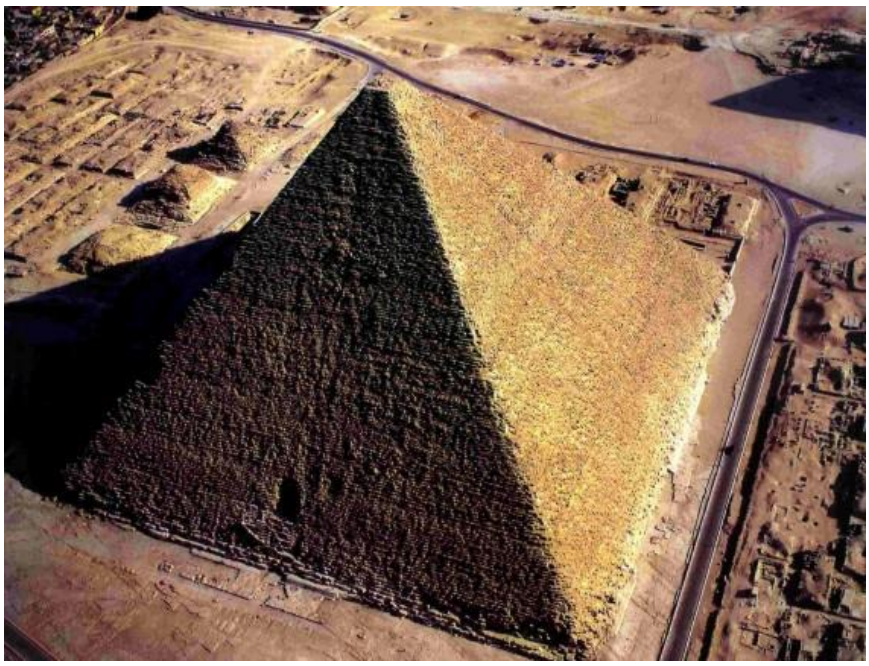
2.1.1.2 Histórico

A alvenaria estrutural é um dos métodos mais antigos utilizados pela humanidade ao longo dos séculos. Algumas construções como o templo dedicado à deusa da Grécia, Atena (Figura 1) em 323 a.c. e 480 a.c. A Muralha da China construída entre 1368 e 1644 e as pirâmides do Egito, entre elas a Quéops (Figura 2) que é considerada uma das sete maravilhas do mundo, com 146 metros de altura e 230 metros de base, demonstram este tipo de construção.

Figura 1 - Templo Deusa da Grécia Atena

Fonte: Disponível em: <www.ancient.eu/image/3372/>. Acesso em: 11 maio 2018.

Figura 2 - Pirâmide Quéops no Egito



Fonte: Disponível em: <http://www.lmc.ep.usp.br/people/hlinde/estruturas/queops.htm /> acesso 13 maio 2018

Todas as construções em séculos passados eram executadas com tijolos maciços queimados e pedras de valor cortadas desde as fundações até a altura do teto. As técnicas eram muito diversificadas, ressaltando o trabalho manual de levantamento de grandes blocos com auxílio de equipamentos rudimentares.

A engenharia militar desempenhou um grande papel no desenvolvimento do Brasil, pois trouxe a utilização de blocos de pedras na construção dos fortes e quartéis. Durante este tempo, construtoras renomadas começaram a construir dentro dos padrões técnicos que havia na época, onde procuravam-se métodos construtivos, econômicos e eficientes, gerando lucratividade. No início as construções constituíam-se por dois tipos: as térreas e sobrados.

Após, surgiram os blocos de concreto feitos em moldes metálicos, juntamente às primeiras normas de construção, utilizados igualmente para blocos de silício calcários, blocos cerâmicos, etc.

> A alvenaria estrutural tem diversas vantagens, onde a econômica é uma das principais devido à otimização de tarefas na obra, por meio de produção e eliminação de interferências, gerando uma diminuição no desperdício de materiais produzido pelo constante retrabalho. Como consequência, o sistema construtivo em alvenaria estrutural conseguiu proporcionar uma flexibilidade no planejamento das etapas de execução das obras. (Sánchez, 2013, pág. 9)

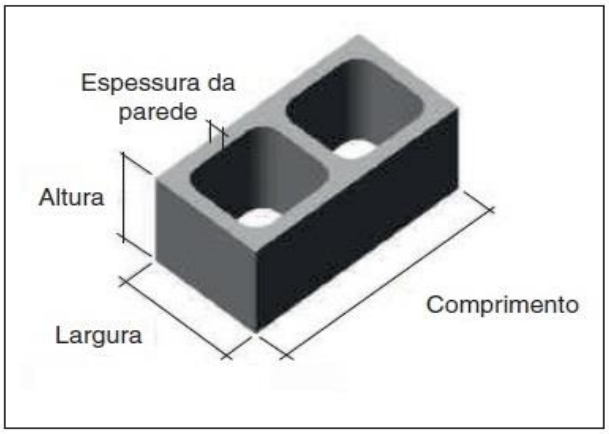
Na alvenaria estrutural há maior eficiência, pois são utilizados pilares e vigas assim gerando maior economia e menor desperdício. Suas paredes são denominadas portantes sendo que nela sua carga é distribuída uniformemente em sua fundação, usando-se graute ao longo de sua execução.

2.1.1.3 Classificação

Na alvenaria os blocos são classificados de acordo com sua padronização, pois há blocos de concreto, cerâmica, silício - calcário dentre outros materiais.

Os blocos de concreto são feitos com mistura de cimento, areia, brita e água. O diâmetro destes agregados deve ser menor que ¼ da espessura de uma das faces da lateral do bloco e quando utilizados aditivos na mistura, o mesmo deve constar nos ensaios. Há dois tipos de blocos: os vazados de concreto simples sem função estrutural e com função estrutural, sendo este último mais resistente conforme consta em suas dimensões NBR 7173.

Figura 3 - As três dimensões do bloco vazado de concreto segundo a NBR 6136



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2016, p.2)

A NBR 6136 especifica duas larguras padronizadas: a largura nominal de 15cm e de 20cm. Os comprimentos padronizados são de 20 e 40 cm e as alturas de 10 e 20 cm.

A fabricação dos blocos sem função estrutural pode ser feita por qualquer indústria, no entanto é preciso possuir um controle tecnológico rigoroso na sua execução. Os canteiros de obras podem realizar a própria fabricação dos blocos, exigindo assim boa organização no esquema de trabalho. O tempo de cura deve assegurar a obtenção de um concreto homogêneo e compacto, atendendo as exigências que constam na NBR 6136.

Classes dos Blocos:

- Classe A: Blocos com função estrutural, para ambos locais acima ou abaixo do nível do solo;
- Classe B: Bloco com função estrutural, apenas uso acima do solo;
- Classe C: Com função estrutural para até um pavimento, blocos M10, até dois, M12,5 e três, M15.

Os blocos cerâmicos são produzidos com argila e possuem resistência menor, sendo usados em edificações com menor exigência. Moldados em máquinas extrusoras, respectivamente secados e levados à fornalha para queima na temperatura ideal.

Os blocos sílicos – calcários são compostos por areia extraída do quartzo e cal virgem misturados homogeneamente, moldados em prensas hidráulicas de alta pressão. Após são transportados para autoclaves onde são expostos a 16 atmosferas de pressão e temperatura de 210 ° C. São indicados para dois tipos de uso: paredes que recebem carga de peças estruturais; paredes de fechamento que não possuem carga, peças de vedação.

Tabela 1 - Dimensões reais dos blocos vazados de concreto

Família de Blocos											
Designação	Nominal	20	15		12,5			10			7,5
	Módulo	m - 20	m - 15		m - 12,5			m - 10			m - 7,5
	Amarração	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/2	1/2	1/3	1/2
	Linha	20x40	15x 40	15x 30	12,5x40	15,5x5	12,5x37,5	10x 40	10x30	10x 30	7,5x 40
Largura (mm)		190	140	140	115	115	115	90	90	90	65
Altura (mm)		190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Comprimento (mm)	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	190	290	390
	Meio	190	190	140	190	115		190	90		190
	2/3						140			190	
	1/3									90	
	Amarração L		340								
	Amarração T		540	440		365	365		290	290	
	Comp. A	90	90		90			90			90
	Comp. B	40	40		40			40			40

NOTA: As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados na tabela são de +/- 2,0mm para a largura e +/- 3,0mm para a altura e o comprimento

Fonte: Associação Brasileira de Norma Técnica 6136 (2016, p.5)

2.1.1.4 Parâmetros para utilização da alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural tem pontos cruciais para a utilização deste sistema construtivo. O fato de não haver pilares e vigas, diminui seu tempo de produção, sendo um ponto forte, de acordo com Ramalho (2003, pág.), uns dos vários diferenciais do concreto armado gerando grandes vantagens.

Segue abaixo três características para a escolha do sistema construtivo:

a) Altura da edificação

Nos parâmetros atuais do Brasil, considera-se edificações com limitações de no máximo 25 pavimentos, acima disso o sistema pode se tornar mais caro que o convencional.

b) Arranjo arquitetônico

Neste ponto considera-se a densidade das paredes por m² de cada pavimento, valores indicam que haja 0,5 a 0,7 metros de parede estruturais por metro quadrados de pavimentos. Com esses limites podem ser consideradas usuais.

c) Tipo de uso

Este sistema construtivo não é adequado para edificações de alto padrão, pois não permite execuções de grandes vãos, sendo mais indicada a utilização em médio e baixo padrões onde os ambientes e vãos são menores. Em edificações comerciais também não é aconselhável pois com este tipo de sistema não há tanta flexibilidade de mudanças como no concreto armado, e neste tipo de obra o proprietário sempre está em constante mudança, por exemplo, retirando paredes e inserindo novos ambientes.

2.1.2 Concreto Armado

Neste capítulo serão apresentados sua definição, um breve histórico de seu uso no Brasil e no mundo.

2.1.2.1 Definição

O Concreto armado é o sistema construtivo mais difundido em todo o mundo. Segundo Mehta e Monteiro (1994, p. 02) "a capacidade do concreto resistir à ação da água, sem deterioração séria, faz dele um material ideal para estruturas destinadas a controlar, estocar e transportar água". Essa qualidade marcante do concreto é responsável por parte de seu sucesso. Sua enorme difusão mundial se dá também pelo fato da flexibilização de formas e tamanhos que estruturas de concreto podem alcançar.

O Concreto armado é a união do concreto com uma armadura de aço. De acordo com Mehta e Monteiro (1994, p.05) "Concreto Armado é aquele que contém normalmente barras de aço, projetadas levando em consideração que os dois materiais resistam juntos aos esforços". É imprescindível que o concreto e a armadura tenham boa aderência entre si, tornando-os uma única peça. De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) "elementos de concreto armado: aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência". O concreto geralmente é composto por: cimento Portland, que é o composto aglomerante, e segundo Bastos (2006, p.13) "A cal hidráulica e o cimento pozolânico (de origem vulcânica) já eram conhecidos pelos romanos como aglomerantes. O cimento Portland, tal como hoje é conhecido, foi descoberto na Inglaterra por volta do ano 1824, e a produção industrial foi iniciada após 1850", areia e pedra, que são respectivamente os

agregados miúdos e agregados graúdos, e água, que possui a função de hidratar e iniciar a reação química com o aglomerante, podendo ainda conter aditivos e fibras.

A armadura de aço geralmente é composta por uma liga de ferro e aço carbono. De acordo com Bastos (2006, p.13) "A primeira associação de um metal à argamassa de pozolana remete à época dos romanos. No ano de 1770, em Paris, associou-se ferro com pedra para formar vigas como as modernas, com barras longitudinais na tração e barras transversais ao cortante". A armadura deve ser calculada para juntamente com o concreto, resistir aos esforços solicitantes na estrutura que compõem.

2.1.2.2 Histórico

O concreto armado é um dos sistemas construtivos mais utilizados e difundidos no mundo. Sua facilidade de produção e execução contribuíram para sua popularidade aliado a sua enorme flexibilidade quanto ao formato das peças executadas. Segundo Porto e Fernandes (2015, p. 13) "O concreto armado é o material de maior utilização em todo o mundo, destacando-se pelo seu ótimo desempenho, facilidade de execução e economia. Seu emprego é relativamente recente e sua primeira aplicação foi em um ramo fora da construção civil."

O concreto recebe o nome de concreto armado pois possui em seu interior elementos que auxiliam na resistência à tração, elementos esses geralmente constituídos por barras metálicas. O concreto possui uma resistência à tração cerca de dez vezes menor que sua resistência à compressão, por esse motivo faz-se necessário o uso de elementos capazes de suportar os esforços de tração.

Com a evolução humana, veio a necessidade do uso de novos materiais para construir suas moradias. Segundo Porto e Fernandes (2015, p. 13) "O homem, com o passar do tempo, começou a abandonar suas moradias em árvores e cavernas e a buscar materiais como madeiras e pedras para construção de novas moradias". No ano de 1849 o engenheiro francês Lambot utilizou argamassa de cimento aliada a fios de arame para construção de um barco, que foi apresentado em uma exposição em Paris e não obteve sucesso. Já no ano de 1861 o francês, paisagista e horticultor, Monier, que estaria presente na exposição onde Lambot apresentou seu barco feito com concreto armado, buscou no material uma solução para seus vasos de plantas, que eram até então feitos com cerâmica e madeira e apresentavam problemas com umidade.

Monier passou a construir outras peças em concreto armado, segundo Porto e Fernandes (2015, p. 14) "Entre seus artefatos de concreto armado, estão: vasos de cimento para

horticultura e paisagem (1867), tubos e tanques (1868), painéis decorativos para fachadas de edifícios (1869), reservatório de água (1872), pontes e passarelas (1873 e 1875) e vigas de concreto armado (1878)". Monier foi um grande difusor do concreto armado, inicialmente na França e em seguida para toda a Europa.

2.1.2.2.1 Concreto Armado no Brasil

Não se sabe ao certo a primeira utilização do concreto armado no Brasil, mas de acordo com Porto e Fernandes (2015, p. 15 apud Vasconcelos, 1985) "Pouco se sabe do início da utilização do concreto armado no Brasil. A mais antiga notícia de seu emprego data de 1904, no Rio de Janeiro". As primeiras notícias que se tem do concreto armado no Brasil são de construção de residências em Copacabana.

Além de ser utilizado na construção de casas, em seu início no Brasil, o concreto armado foi ganhando campo. Segundo Bastos (2006, p.14) "Em São Paulo, no ano de 1910, foi construída uma ponte de concreto armado com 28 metros de comprimento, na Av. Pereira Rebouças sobre o Ribeirão dos Machados. Essa ponte ainda existe em ótimo estado de conservação".

O concreto armado foi ganhando popularidade e segundo Bastos (2006, p.14, apud Vasconcelos, 1985) o qual afirma que "em 1913, a vinda da firma alemã Wayss & Freytag constituiu talvez o ponto mais importante para o desenvolvimento do concreto armado no Brasil". O concreto armado tornou-se tão popular, que atualmente na construção civil, é o material mais utilizado e sua grande utilização e presença na maioria das construções civil no Brasil é fortemente influenciada por sua resistência à ação da água, a facilidade para moldar os elementos constituídos por concreto armado e também pelo seu baixo custo de produção.

2.1.3 Elementos Estruturais

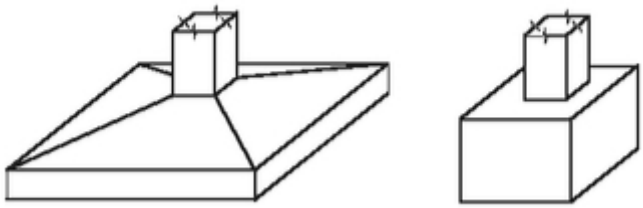
Elementos estruturais são responsáveis pela sustentação e estabilidade das edificações, seja ela construída com alvenaria estrutural ou em concreto armado. Alguns elementos estruturais são semelhantes em ambos os sistemas construtivos, que é o caso da fundação e das lajes, já os pilares e as vigas, não estão presentes nas edificações executadas em alvenaria estrutural. A seguir descreveremos tais elementos.

2.1.3.1 Fundação

A fundação de um edifício é o elemento estrutural responsável por transmitir suas cargas ao solo, segundo Porto e Fernandes (2015, p. 105) “A fundação é um elemento estrutural responsável por transmitir a carga da estrutura ao solo. Para a escolha do tipo mais adequado, devem-se levar em conta as condições do solo e as cargas atuantes na fundação a ser executada, com o objetivo de transmitir as cargas ao solo sem ocasionar a ruptura deste”.

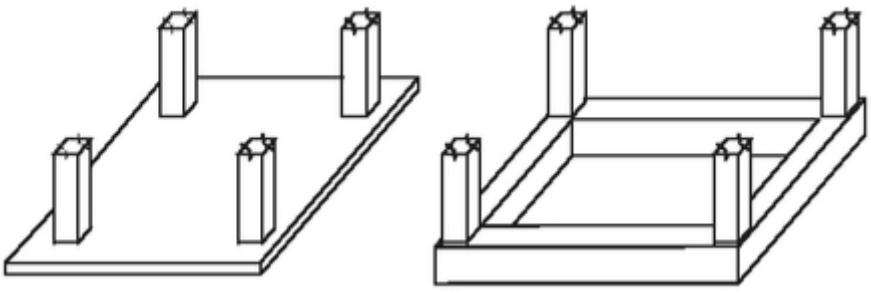
Temos duas classificações de fundações: fundações rasas ou superficiais e fundações profundas. De acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2010) “nas fundações superficiais, as cargas são transmitidas ao solo, predominantemente, pelas tenções sob a base da fundação, estando esta a uma profundidade de, no máximo, o dobro da menor dimensão do elemento de fundação”. Segundo Porto e Fernandes (2015, p.105) “São geralmente mais baratas e de execução mais simples que as demais fundações. Esses elementos estruturais geralmente estão a uma profundidade de até dois metros e são utilizadas quando o solo apresenta SPT (Standard Penetration Test) de pelo menos sete golpes nessas camadas superficiais”. Podemos observar nas Figuras abaixo exemplos de fundação superficial.

Figura 4 - Sapata isolada e bloco de fundação



Fonte: Porto e Fernandes (2015, p.105)

Figura 5 - Radier e viga de fundação

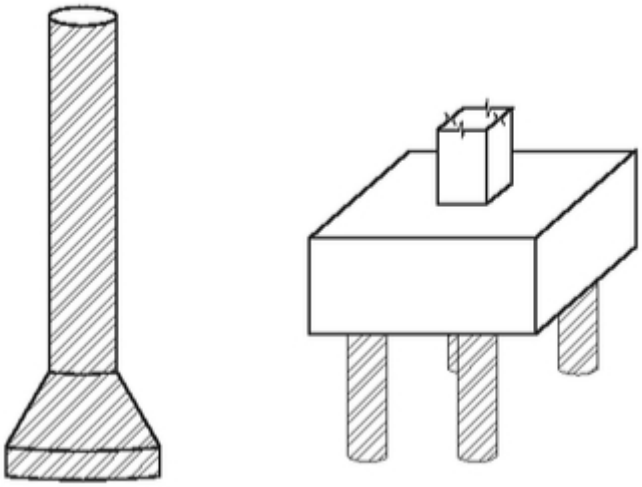


Fonte: Porto e Fernandes (2015, p.105)

Fundação profunda são elementos que transmitem as cargas da edificação ao solo através da resistência de ponta e também pelo atrito lateral entre o elemento de fundação e o solo. De acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2010) “as fundações profundas são elementos estruturais nos quais as cargas são transmitidas ao solo pela base (resistência de ponta), pelo atrito entre sua superfície lateral e o solo (resistência de fuste), ou pelos dois modos, possuindo profundidade de assentamento superior ao dobro da menor das dimensões em planta do elemento”.

As fundações profundas, segundo Porto e Fernandes (2015, p.106) “Podem ser moldadas in loco, quando há perfuração do solo com equipamento adequado e execução do elemento de fundação, ou pré-moldadas, sendo, então, cravadas no terreno por equipamento específico. Observamos na figura abaixo exemplos de fundações profundas.

Figura 6 - Tubulão e estacas com bloco de coroamento



Fonte: Porto e Fernandes (2015, p. 107)

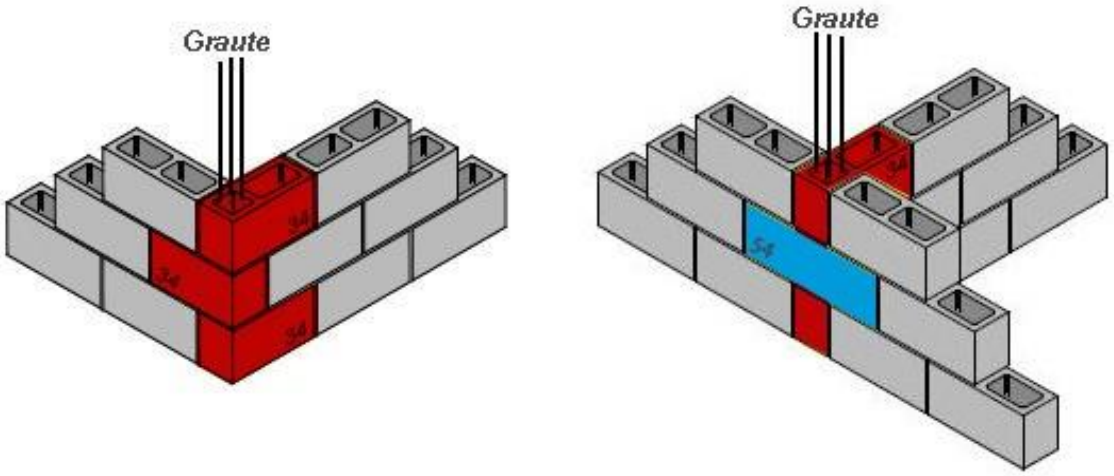
2.1.3.2 Pilar

Os pilares são os elementos estruturais responsáveis por transmitir os esforços das vigas para a fundação, de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) “definem-se pilares como elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes”. Segundo Porto e Fernandes (2015, p.93) “São também denominados elementos reticulares, unidirecionais ou unidimensionais, em geral prismáticos, cilíndricos ou não prismáticos, em que uma das dimensões (comprimento) prepondera sobre as outras (largura e altura)”.

Na alvenaria estrutural comparada a convencional a execução é simplificada, reduzindo a mão de obra e tempo.

Uma construção definida como autoportante que não se utiliza pilar e viga, reduzindo custos e desperdícios. A distribuição da carga do empreendimento é toda nos blocos estruturais, como não tem pilares executando o levantamento dos blocos é realizado em pontos pré-definidos no projeto. O preenchimento dos vazios promove aumento da área de seção, o graute armado na vertical que substitui o pilar usado na convencional, elimina forma de caixaria tornando a obra mais sustentável.

Figura 7 - Parede estrutural armada



Fonte: Disponível em: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/estrutural/alvenaria-como-sistema-estrutural-estagios/ >acesso 08 junho 2018

O graute é um concreto com agregados miúdos destinado ao preenchimento dos vazios dos blocos, nos locais especificados pelo projetista da estrutura. (Tauil, 2010, pág.86)

A junção do bloco, graute e armadura tem de trabalhar em união essencial, gerando aderência de maneira análoga semelhante a do concreto armado.

2.1.3.3 Viga

As vigas são elementos lineares, responsáveis pela transmissão dos esforços das lajes para os pilares, geralmente estão dispostas na horizontal, de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) “vigas são elemento lineares em que a flexão é predominante”. As vigas podem

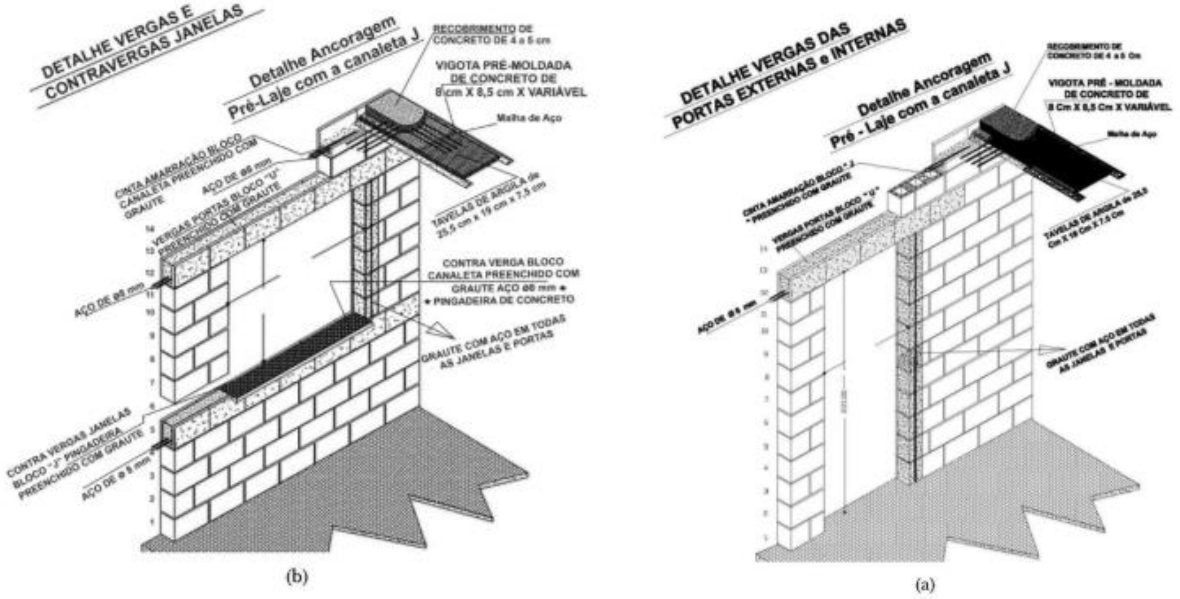
ser bi apoiadas, onde apoiam-se em apenas dois pilares, e podem ser vigas contínuas, comumente encontradas nas edificações, onde segundo Botelho e Marchetti (2002, p.157) “denominam-se viga contínua a viga que se apoia em três ou mais apoios”.

O método construtivo de alvenaria estrutural tem a sustentação da obra em suas paredes, executa-se sua amarração horizontal com blocos tipo calha preenchidos com graute e barras de aço, assim proporcionando o travamento da estrutura. Segundo Oliveira (1992), a função da armadura na alvenaria é o travamento da estrutura, o combate à retração e auxiliar nos esforços de compressão e tração.

> O graute deve ter sua resistência característica maior ou igual a duas vezes a resistência característica do bloco. Essa recomendação é fácil de ser entendida quando se recorda que a resistência característica do bloco é referida à área bruta e que o índice de vazios para os blocos é usualmente de 50%. Na verdade, seria mais claro se a norma mencionasse que a resistência do graute deve ser no mínimo a mesma do bloco em relação à área líquida. (Ramalho,2003, pág.8).

Nas aberturas de portas e janelas são utilizados os mesmos métodos construtivos, com blocos de tipo calha e aço com grauteamento.

Figura 8 - Detalhamento de Vergas e Contravergas



Fonte: I. Sánchez, 2013, pág. 30;31

2.1.3.4 Lajes

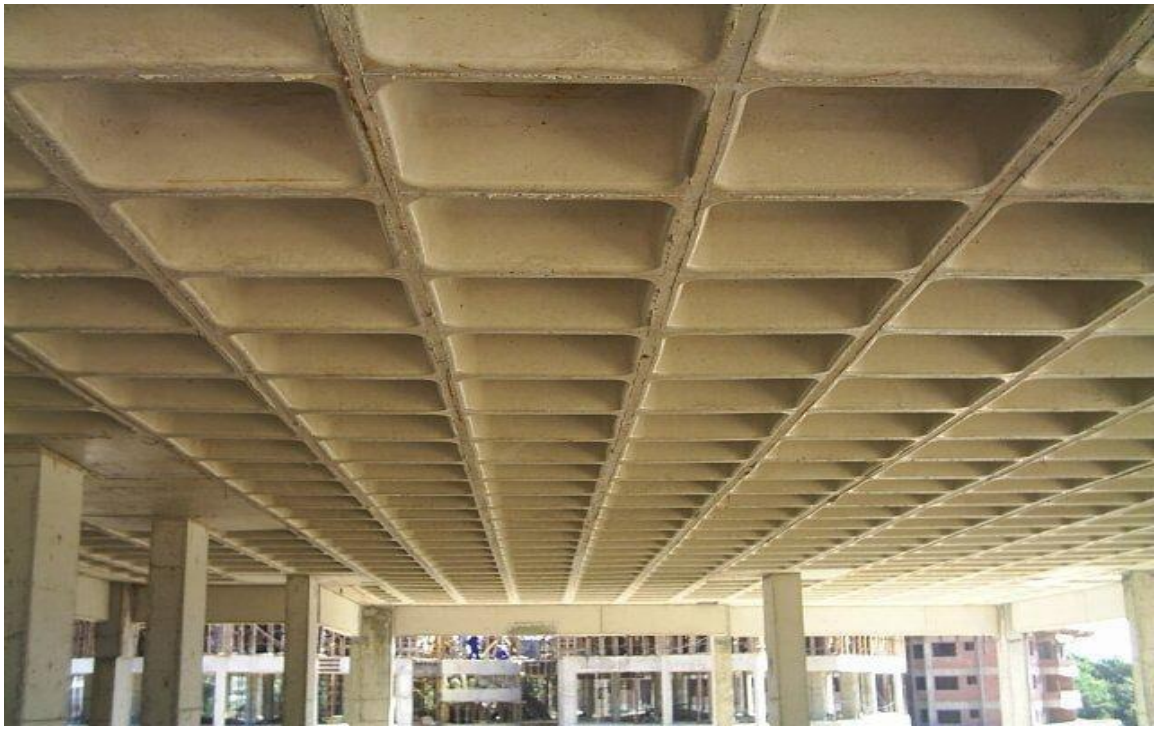
As lajes são os elementos estruturais que recebem cargas diretamente do uso da edificação e as transmitem às vigas, podendo também, transmitir diretamente aos pilares em edificações onde, por diversos motivos, não estão previstas a utilização destas. Para Porto e Fernandes (2015, p.67) “as placas são elementos bidimensionais, ou seja, cuja espessura é bem menor que as outras dimensões (comprimento e largura). Quando feitas de concreto, essas placas são denominadas de lajes. As cargas recebidas pelas lajes atuam em direção perpendicular ao seu plano”.

As lajes possuem basicamente duas classificações: lajes maciças, que são elementos de seção transversal retangular, inteiramente concretadas, e as lajes nervuradas, que segundo Porto e Fernandes (2015, p.89) “nessas lajes, há um melhor aproveitamento do concreto e do aço, pois utiliza-se o mesmo princípio da viga T. Elas ainda possuem, em sua parte inferior, nervuras que podem ou não ser preenchidas”. Podemos observar nas figuras abaixo a diferença entra a laje maciça e a laje nervurada.

Figura 9 - Laje maciça

Fonte: disponível em:< http://www.premoldrm.com.br/produto/pre-laje-macica>, acesso em: 12/05/2018

Figura 10 - Laje nervurada

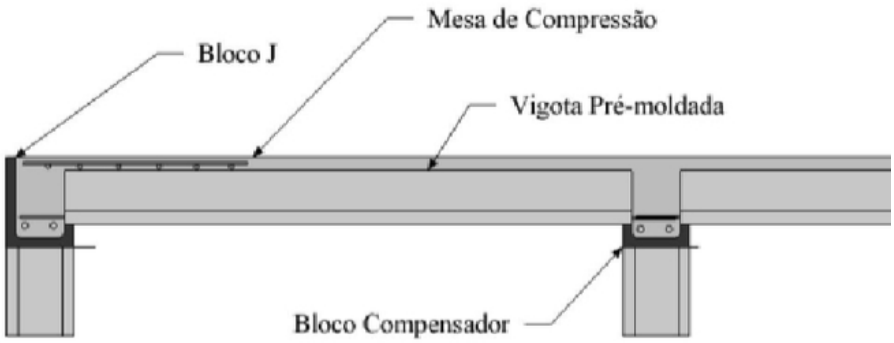


Fonte: disponível em:< http://www.premoldrm.com.br/produto/pre-laje-macica>, acesso em: 12/05/2018.

A ancoragem da laje com os blocos de concreto é o mesmo sistema utilizado na alvenaria convencional, porém se apoia em cima dos grautes na horizontal. O sentido das armações da laje é de suma importância e é necessário usar contraventamentos, pois o aço irá trabalhar junto ao sistema estrutural.

> Com o objetivo de absorver as ações horizontais sobre fachadas de edifícios, além da disposição das paredes portantes que por si só já enrijecem o conjunto, utiliza-se a rigidez no plano horizontal das lajes de piso e de cobertura. Essa função é conhecida como "ação diafragma" ou "laje diafragma". Esses diafragmas serão considerados como elementos essenciais no sistema de contraventamento da edificação e consequentemente utilizados no cálculo do conjunto. Pela ação do diafragma, a força horizontal (vento) incidente em uma ou duas empenas da fachada será distribuída entre todas as paredes portantes até as funções da edificação. (Tauil, 2010, pág.43)

Figura 11 - Encontro da laje com parede em alvenaria estrutural



Fonte: I. Sánchez, 2013, pág. 23

2.1.3.5 Alvenaria

Um dos fatores que diferenciam os sistemas construtivos em questão, certamente é a alvenaria, onde no concreto armado ela é chamada de alvenaria de vedação e possui a função de basicamente dividir ambientes, contribuindo pouco para a estrutura em si. Já na alvenaria estrutural a alvenaria é chamada de portante, pois são elas as responsáveis por transmitirem as cargas das lajes para a fundação. A seguir apresentaremos ambos os modelos de alvenaria.

2.1.3.5.1 Alvenaria de Vedação

A alvenaria de vedação tem basicamente a função de dividir e proteger os ambientes da edificação, segundo Botelho e Ferraz (2016, p.121) “nos velhos prédios de um ou dois, ou até três andares, e antes do concreto armado, a alvenaria era o coração único da edificação. A estabilidade da construção dependia essencialmente dela”. Após a difusão do concreto armado, passou-se a utilizar como elementos estruturais: pilar, viga e laje. Com isso, de acordo com Botelho e Ferraz (2016, p. 121) “a alvenaria passou a ter uma importância bem menor, pois sua função era, ou seria, apenas dividir ambientes e fazer a proteção externa contra invasões, ruídos e pó, dando privacidade visual”.

Nas obras com estrutura de concreto armado (pilar, viga e laje), o papel da alvenaria não é apenas dividir ambientes, segundo Botelho e Ferraz (2016, p.121) “como a alvenaria é amarrada em cima, pelo chamado encunhamento, embaixo, pelo atrito, e lateralmente, por

ligação a pilares de concreto armado, essa alvenaria ajuda no funcionamento da estrutura, pois aumenta o seu grau de hiperestaticidade".

2.1.3.5.2 Alvenaria Portante

A alvenaria portante é conhecida por se sustentar estruturalmente, devidamente projetada e dimensionada para suportar todas as cargas de seu próprio peso como lajes, coberturas e resistindo a intempéries de chuvas e ventos. Este tipo de estrutura tem a finalidade de resistir ao carregamento da edificação, tendo as paredes a função de sustentar a carga proveniente, o que impossibilita a remoção de qualquer parede sem a análise e execução de reforços, sendo assim o projeto arquitetônico fica mais restrito.

Segundo Tauil (2010, pág.20) em Alvenaria estrutural não se utilizam pilares e vigas, pois as paredes chamadas de portantes compõem a estrutura da edificação e distribuem as cargas uniformemente ao longo das fundações.

Por ser autoportante não se tem vigas e nem pilares, proporcionando sustentabilidade e economia além da redução do quadro de funcionários especializados como armadores e carpinteiros.

O empreendimento neste método construtivo é amplamente adotado em edificações de pequeno porte e médio, por ser economicamente mais rentável.

2.1.3.5.2.1 Aspectos Importantes na Execução

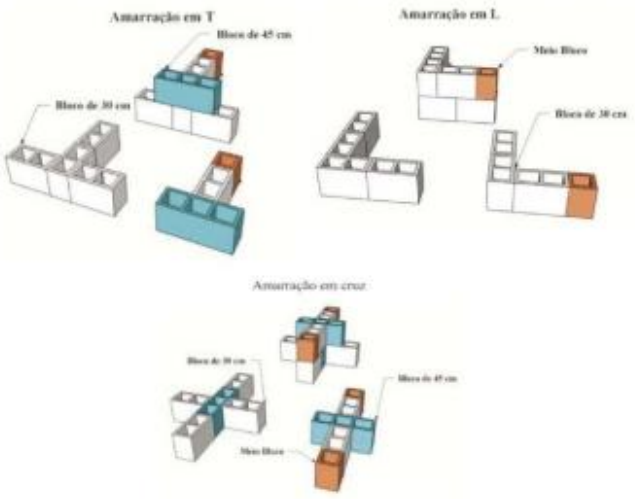
No levantamento da alvenaria em blocos de concretos um aspecto de suma importância a ser considerado, é o fato de não poder haver desaprumo na edificação, pois se houver, diminuirá a resistência à compressão, e também necessitará aumentar a espessura do reboco para alinhar a alvenaria, ocasionando aumento de custo não previsto na obra. As amarrações no levantamento das paredes são muito importantes pois nestes pontos serão transferidas as cargas de uma parede a outra, garantindo a funcionalidade da estrutura.

Durante a execução, deve-se analisar onde serão os pontos de grautes e demarcá-los. As instalações hidráulicas e elétricas serão executadas conforme projeto, juntamente ao

levantamento dos blocos sendo embutida, evitando fazer rasgos nas paredes, o que gera desperdício, maior custo na mão de obra, e acaba diminuindo a resistência estrutural.

Uso de shafts, do ponto de vista construtivo e estrutural é uma das melhores soluções. Possuem variados tamanhos, podem ser fechados com painel pré-fabricados, parafusados na parede, tendo melhor funcionalidade, evitando impactos, o que pode ocasionar fissuras e trincas na estrutura, e é aconselhado usar ferramentas elétricas apropriadas para o serviço sem causar impacto.

Figura 12 - Amarrações



Fonte: Sánchez, 2013, pág. 20

2.2 MÃO DE OBRA

Neste capítulo será apresentado um breve histórico da mão de obra na construção civil, mais especificamente no setor das edificações, traçaremos um perfil da mão de obra do setor e apresentaremos alguns dos encargos sociais incidentes sobre a mão de obra.

2.2.1 Histórico

A palavra mão de obra nos remete a atividade manual, geralmente são trabalhadores exercendo alguma atividade que exige esforço braçal. Desde os tempos primórdios, as classes mais nobres da sociedade relutavam contra o trabalho manual, deixando tal trabalho para os

escravos e os povos de classe social mais baixa. Esse fato encontra-se na nossa cultura até a atualidade, onde quem exerce atividades manuais geralmente são pessoas de classes mais baixas e com baixo nível de escolaridade.

A Mão de Obra na construção civil segue a mesma cultura, onde seus trabalhadores, em muitos casos, aprendem a profissão de pedreiro, tomando como exemplo, apenas a vivência com profissionais mais experientes, de acordo com Lamera (2000, p.24) ”A Construção Civil é um ramo da indústria que absorve o fluxo migratório para os centros urbanos. Os trabalhadores migrantes, quase sempre com baixo nível de escolaridade e precária formação profissional, encontram na Construção Civil a possibilidade de venda da sua força de trabalho.”

A construção civil exige muito vigor físico de sua mão de obra e essa exigência faz com que a maioria seja masculina com idade média entre 20 e 35 anos. Atualmente o número de mulheres na construção civil vem crescendo, mas a maioria continua sendo masculina, segundo Lamera (2000, p. 21) “pode-se dizer que a mão de obra deste setor encontra-se em pleno vigor físico, o que poderia gerar maior produtividade; no entanto o que se percebe é um trabalhador não tão saudável quanto aparenta, uma vez que não dispõe de rendimentos suficientes para assegurar as condições básicas de sobrevivência para si e sua família”.

2.2.2 Perfil da Mão de Obra

A construção civil é um dos setores da indústria que mais emprega e mais gera renda para as famílias, tendo grande geração de empregos diretos e indiretos. Devido a essa grande demanda por operários, o setor da construção civil acaba acolhendo praticamente qualquer mão de obra, seja ela especializada ou não. (Souza, 2006, p.17)

A evolução dos sistemas e tecnologias construtivas exige a evolução da mão de obra, mas essa evolução não anda no mesmo ritmo. Enquanto a evolução tecnológica caminha a passos largos, a evolução do aperfeiçoamento da mão de obra caminha em ritmo lento, ritmo esse quase que estagnado, onde a mão de obra não busca aperfeiçoamento e novos conhecimentos. (Souza, 2006, p.17)

A baixa qualificação da mão de obra acaba gerando um produto com um índice de qualidade menor, de acordo com Bufon (2016, p. 196 apud Cordeiro, 2002) “se nos locais de trabalho não existe uma preocupação com os trabalhadores em treiná-los, capacitá-los, criar uma identificação com a empresa, e se não há consciência que a qualidade do produto depende única e exclusivamente desses trabalhadores, não haverá comprometimento com a qualidade”,

com isso, a empresa que investir em treinamentos e capacitação para seus trabalhadores terá um diferencial competitivo perante o duro mercado.

2.2.2.1 Baixa Produtividade

A indústria da construção civil pode ser considerada uma indústria nômade, onde na maioria dos casos o produto é produzido in loco, sujeito as intempéries do clima e com mão de obra migratória, esses e outros fatores afetam diretamente a produtividade na construção civil. (Souza, 2006, p.15)

A baixa produtividade da mão de obra, gera não só um aumento no tempo de execução, mas também um aumento nos custos da obra, segundo Bufon (2016, p. 195 apud Marcondes, 2011) "a mão de obra se levando em conta as leis sociais chega a representar 52% dos custos de uma edificação. Este número pode tornar-se maior quando a mão de obra não possuir a qualificação necessária para executar determinado serviço".

Os serviços ligados a construção civil normalmente exigem esforço físico, o que faz com que seu trabalhador, ao fim de sua jornada de trabalho, esteja fisicamente cansado. Para que o trabalhador possa alcançar níveis altos de produtividade é imprescindível que ele esteja descansado.

> O trabalhador da construção civil, em virtude dos baixos salários, tenta aumentar seus rendimentos por meio da execução de trabalhos por tarefa, elevando o número de horas extras ou realizando trabalhos fora da empresa. Sua jornada de trabalho, prolonga-se até os finais de semana, o que o impossibilita de descanso que lhe daria condições de recompor suas energias. (Lamera, 2000, p.40)

Um fator que certamente contribui muito para a produtividade é o baixo nível de escolaridade. Muitos trabalhadores da construção civil possuem apenas o primeiro grau incompleto. Por se tratar de uma classe social mais baixa, é comum observar crianças e adolescentes auxiliando seus familiares nas atividades de construção, afim de maximizar a renda familiar, mas esse início precoce no mercado de trabalho, pode retirar das crianças e dos adolescentes a oportunidade de estudar e buscar uma qualificação profissional. (Lamera, 2000, p.33)

2.2.2.2 Alta Rotatividade da Mão de Obra

Um fator, certamente determinante na baixa qualificação da mão de obra é a alta rotatividade, segundo Bufon (2016, p. 199 apud Chiavenato, 2006) “a rotatividade é usada para medir a passagem de pessoas entre uma empresa e outra, ou seja, é o número de pessoas que entram e saem de uma organização do mesmo setor geralmente num curto espaço de tempo, ocasionado por fatores internos ou externos”. Fatores esse que podem ser diversos, entre as muitas possibilidades podemos citar os rendimentos financeiros, clima organizacional, condições de trabalho, equipe de trabalho, entre outros.

Para Lamera (2000, p. 29 apud Grandi, 1985) “a rotatividade não resulta de um único fator, mas vincula-se a fatores que vão desde o processo de seleção da mão de obra até a inserção do setor na economia”. Com o crescimento da economia, junto cresce a demanda por mão de obra. Essa demanda gera um aumento na rotatividade da mão de obra, onde os trabalhadores trocam de empresa por diversos fatores e podemos citar como o mais comum a possibilidade de aumento dos ganhos financeiros.

> O rodízio de trabalhadores não é bom para o trabalhador e nem mesmo para a empresa. A falsa ideia de que o trabalhador saindo de determinada empresa num pequeno espaço de tempo para obter vantagem como, por exemplo, do seguro desemprego, faz com que o mesmo ao ser avaliado na admissão pelos Recursos Humanos – RH de outra empresa constate que não seja um bom trabalhador e não tenha o rendimento esperado para tal função. (Bufon, 2016, p.200)

A alta rotatividade inibe os investimentos, por parte patronal, em treinamentos e qualificações, para Bufon (2016, p.200 apud Chiavenato, 2006) “a rotatividade também é um empecilho que faz com que as empresas passem a não investir mais no seu trabalhador, pois muitos funcionários ao obterem uma certificação no local de trabalho saem de imediato a procura de trabalho em outra empresa, para obter na maioria dos casos pequenas vantagens financeiras que nem sempre são vantajosas”.

Para as empresas do ramo da construção civil, a alta rotatividade além de diminuir a qualidade da mão de obra e consequentemente do produto final, gera custos com rescisões de contrato de trabalho, novas contratações, treinamento e capacitação para essa nova mão de obra. Além dos custos, a alta rotatividade gera transtornos na produção, que em casos assim pode trabalhar com a equipe desfalcada, o que leva a uma sobrecarga da mão de obra restante,

podendo levar a atrasos de cronograma que por sua vez podem levar a multas que geram mais gastos.

2.2.2.3 Treinamentos

A necessidade de se treinar a mão de obra na construção civil não é algo recente. Segundo pesquisa realizada pela FUNDACENTRO na cidade de Goiânia - GO, a força de trabalho empregada na construção civil caracteriza-se por seu baixo grau de instrução formal, visto que 13,56% dos trabalhadores se declaram analfabetos e 71,46% possuem apenas o primeiro grau incompleto. O baixo grau de instrução da mão de obra pode gerar resistência a novos conhecimentos, indo na contramão das necessidades de evolução do setor.

Para Chiavenato (2016, p.115) "aprendizagem é o processo pelo qual se obtém uma mudança de comportamento relativamente estável resultante da prática, que envolve tanto as experiências obtidas, como o treinamento formal dentro da organização", já para Bufon (2016, p. 198 apud Nobrega, 2006) "o treinamento da mão de obra, diz respeito somente a maneira de conseguir fazer o trabalhador adquirir conhecimento e aprendizagem necessários apenas ao cumprimento das tarefas relacionadas ao seu trabalho".

O fato da mão de obra na construção civil ser desqualificada vai ao encontro com a alta rotatividade dos funcionários, uma vez que as empresas relutam em investir tempo e dinheiro para treinar sua mão de obra, pois como a maioria dos trabalhadores não possuem treinamentos nem especializações, esses profissionais treinados serão mais valorizados pelo mercado de trabalho, que por sua vez se encarrega de tirar os trabalhadores treinados de suas empresas.

A falta de treinamentos está diretamente relacionada com o fator financeiro, mas é inegável que um profissional qualificado produz com mais qualidade, tornando a empresa mais competitiva e sólida no mercado. É dever das empresas treinar e capacitar sua mão de obra, pois se os gestores passarem a valorizar a qualificação de sua mão de obra, a qualidade no produto final aumentará, seus custos produtivos diminuirão e consequentemente a rotatividade também acabará diminuindo, pois os trabalhadores se sentirão mais valorizados pelo investimento realizado nele. (Lamera, 2000, p.27).

2.2.2.4 Saúde e Segurança no Trabalho

Segundo a Constituição Federal Brasileira no seu Art. 196, "a saúde é direito de todos e dever do Estado, garantida mediante políticas socioeconômicas que visem a redução do risco, doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitários às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação". As empresas do setor da construção civil devem atuar na prevenção e redução dos riscos, por meio de políticas de segurança e da exigência do uso de EPIs – Equipamentos de Proteção Individual.

Lamera (2000, p.43) diz que "a população brasileira apresenta um quadro de saúde grave, determinado pela situação de pobreza. Neste quadro se inserem os trabalhadores da Construção Civil, pois a maioria pertence às camadas mais pobres da população brasileira, percebendo baixos salários, o que dificulta seu acesso aos serviços de saúde". As atividades desempenhadas pelos trabalhadores da Construção Civil, em sua maioria, são atividades pesadas, que exigem esforço físico do trabalhador, esforço esse que pode vir a ocasionar doenças ocupacionais. Podemos citar como exemplos de doenças ocupacionais as dores lombares, dores nas articulações, alergias, problemas urinários e respiratórios, entre outras.

O acidente de trabalho no Brasil, é um problema que atinge todos os setores da economia, segundo Lamera (2000, p.45) "a Construção Civil é responsável por aproximadamente 25% dos acidentes de trabalho comunicados as INSS – Instituto Nacional de Seguro Social, no entanto a realidade dos acidentes de trabalho no Brasil é bem mais grave do que aquela apresentada nas estatísticas".

O trabalhador não é, exclusivamente, o responsável pelo número elevado de acidentes de trabalho na Construção Civil: a falta de políticas de segurança nas empresas juntamente com o descaso com a segurança de seus trabalhadores, gera um ambiente de trabalho mais hostil, deixando os trabalhadores mais vulneráveis aos acidentes de trabalho. Lamera (2000, p.46) diz que "os canteiros de obra deixam muito a desejar no que diz respeito às condições de segurança de trabalho. Apresentam-se sem organização e higiene, os operários trabalham em meio aos restos de materiais, entulhos, ferramentas jogadas pelo chão, fixação elétrica mal feita, ambiente mal iluminado, criando assim condições favoráveis à ocorrência de acidentes".

2.2.3 Encargos Sociais

Atualmente um funcionário não custa para empresa exatamente o valor do seu salário. Leis trabalhistas e acordos coletivos de trabalho estipulam outros vencimentos, do ponto de vista da empresa, como férias, décimo terceiro salário, INSS, FGTS, entre outros. Essas e outras despesas são chamadas de encargos sociais. Para Pinheiro (2014, p.74) "os encargos sociais são pagamentos obrigatórios, exigidos pelas leis trabalhistas e previdenciárias, ou resultante de acordos sindicais, adicionados ao salário dos trabalhadores".

> Dependendo do setor da economia que se quer enfocar, os encargos sociais incidentes sobre os salários pagos são variáveis. De um modo geral, eles incluem as despesas com obrigações sociais propriamente ditas (INSS, FGTS, salário-educação, etc.) e as despesas referente a remuneração de tempo não trabalhado (férias, 13º salário, licenças, abono, etc.). (Mendes, 2001, p.11)

É muito importante observar o local da construção, pois de acordo com o estado em que se está construindo ou dependendo do sindicato, o valor desses encargos pode variar, havendo mais ou menos exigências por parte de encargos sociais. Além do local da obra e do sindicato, outros fatores podem interferir no valor do encargo social, como exemplo desses fatores, podemos citar a rotatividade de funcionários, que aumentariam as despesas rescisórias, distância da obra para o local de moradia dos operários, onde uma distância maior implicaria em um aumento no custo com transporte para o trabalhador, dentre outros fatores.

Portanto, é de suma importância analisar criticamente o projeto a ser executado e possíveis condições adversas. A experiência da construtora ou da pessoa responsável pelo orçamento serão determinantes na obtenção de lucro no processo construtivo. (BOTELHO; FERRAZ, 2016).

De acordo com Pinheiro (2014, p.74) "os encargos sociais são divididos em três níveis: encargos básicos e obrigatórios, encargos incidentes e reincidentes e encargos complementares." As tabelas a seguir demonstram esses encargos e apresentam uma estimativa dos valores a serem acrescidos na mão de obra.

Tabela 2 - Demonstrativo dos encargos sociais básicos

	Descrição	Horista (%)	Mensalista (%)
A1	Previdência Social	20,00	20,00
A2	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço - FGTS	8,00	8,00
A3	Salário-Educação	2,50	2,50
A4	Serviço Social da Indústria - Sesi	1,50	1,50
A5	Serviço Nacional de Aprendizagem Indústrial - Senai	1,00	1,00
A6	Serviço de Apoio à Pequena e Média Empresa - Sebrae	0,60	0,60
A7	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - Incra	0,20	0,20
A8	Seguro Contra Acidente de Trabalho - INSS	3,00	3,00
A9	Serviço Social da Indústria da Construção e Mobiliário - Seconci	1,00	1,00
A	Total dos Encargos Sociais Básicos	37,80	37,80

Fonte: Pinheiro (2014, p.75)

Tabela 3 - Demonstrativo dos encargos sociais que recebem incidência dos encargos sociais básicos

	Descrição	Horista (%)	Mensalista (%)
B1	Repouso semanal e feriados	22,90	-
B2	Auxilio-enfermidade	0,79	-
B3	Licença-paternidade	0,34	-
B4	13º Salário	10,57	8,22
B5	Dias de chuva / falta justificada / acidente de trabalho	4,57	-
B	Total dos encargos sociais que recebem incidências de A	39,17	8,22

Fonte: Pinheiro (2014, p.75)

Tabela 4 - Demonstrativo dos encargos sociais que não recebem incidência dos encargos sociais básico

	Descrição	Horista (%)	Mensalista (%)
C1	Depósito por despedida injusta 50% sobre [A2+(A2+B)]	5,57	4,33
C2	Férias (indenizadas)	14,06	10,93
C3	Aviso-prévio (indenizado)	13,12	10,20
C	Total dos encargos sociais que não recebem incidência de A	32,74	25,46

Fonte: Pinheiro (2014, p.75)

Vale ressaltar que os encargos e os valores a eles atribuídos podem alterar de caso para caso, e que além desses encargos, ainda temos despesa com alimentação, EPI, dentre outros, chamados de encargos complementares. De acordo com Pinheiro (2014, p.76) “Os

encargos complementares são compostos com o custo do transporte dos trabalhadores (Lei 7.418/85), pelo fornecimento gratuito de EPI – equipamento de proteção individual (NR-6), pelo fornecimento de alimentação e demais ações aprovadas nos dissídios coletivos da categoria nas áreas de atuação da empresa".

O valor dos encargos pode ser maior que o salário do trabalhador. Em um levantamento realizado na cidade de São Paulo, feito por Pinheiro (2014, p.79), o valor dos encargos para trabalhadores mensalistas pode chegar a 115,92%, já Mendes (2001, p.16) diz que o valor dos encargos é aproximadamente 117,65%. Esses valores não são fixos, mas servem de base para a elaboração do orçamento. Com valores tão representativos, é fundamental para o sucesso do projeto, que haja o controle da mão de obra, e quando falamos em sucesso estamos nos referindo a obtenção de lucro, pois seu valor é bastante representativo no custo total da obra.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo abordaremos o objeto da pesquisa, pesquisa científica, métodos de pesquisa, coleta e análise de dados.

3.1 OBJETO DA PESQUISA

Define-se como objeto da pesquisa, a construção de um edifício residencial multifamiliar, contendo onze pavimentos, compostos por quatro apartamentos por andar, sendo que no pavimento térreo serão dois apartamentos e um salão de festas. O edifício está sendo construído pela Novare Empreendimentos, no bairro São João, no município de Tubarão – SC.

A pesquisa tem por objetivo, fornecer um comparativo, no que se refere aos custos relacionados com a execução da obra (mão de obra), entre o sistema construtivo em concreto armado e entre o sistema construtivo em alvenaria estrutural. Busca-se também, através da pesquisa, definir a produtividade de ambos os sistemas construtivos.

3.2 COLETA DE DADOS

Para que seja possível realizar a comparação desejada, é necessário e de suma importância que seja feito com qualidade o levantamento dos dados necessários para comparação.

Para iniciar o estudo, será realizada uma revisão na literatura especializada nos assuntos pertinentes. Revisão essa que busca levantar dados teóricos para auxiliar na elaboração de hipóteses a serem verificadas, obtermos dados técnico-financeiro, através de estudo de caso, para determinar a produtividade dos sistemas construtivos.

Além de determinar a produtividade dos sistemas construtivos, busca-se também, determinar qual sistema construtivo oferece a execução mais econômica do ponto de vista financeiro.

Para que seja possível a comparação, primeiramente será acompanhada a execução de um pavimento tipo da obra tomada como referência, pavimento esse executado em alvenaria estrutural. Junto ao acompanhamento serão realizadas medições em relação à carga horária diária e a quantidade de trabalhadores que atuaram na obra no dia, para poder definir a

produtividade do sistema construtivo em questão. Após realizar as medições e definir a produtividade da equipe construtora, será aplicado o valor de mercado, repassados pela empresa terceirizada responsável pela mão de obra, para cada metro quadrado construído e teremos o custo por pavimento para construir em alvenaria estrutural. Na obra referência, o pavimento térreo foi construído com estrutura de concreto armado, porém a alvenaria de vedação ainda não foi executada, e devido ao fato das vigas em concreto armado receberem toda a carga dos dez pavimentos acima, possuem dimensões bem elevadas e que geraram maior trabalho para serem executadas. Na busca por uma comparação mais próxima da realidade, foi feito um dimensionamento dos elementos estruturais em concreto armado baseado nos valores mínimos estipulados pela NBR 6118/2014. Para definir os custos e a produtividade do sistema construtivo com estrutural em concreto armado e alvenaria de vedação, foram utilizados os índices extraídos da tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), sistema que estabelece parâmetros para a elaboração de orçamentos de obras de construção civil.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Após realizada a etapa de levantamento de dados, e já de posse dos mesmos, será levantada a produtividade de ambos os sistemas construtivos, levando em conta quantas horas/homem são necessárias para executar um pavimento utilizando cada um dos sistemas construtivos e o custo financeiro com a mão de obra para cada sistema construtivo.

Com os dados necessários em posse e tratados, é possível determinar qual sistema construtivo tem a execução mais econômica do ponto de vista financeiro.

Para que essa comparação seja confiável e válida, serão apresentados, na forma de tabelas e figuras, os comparativos realizados com os dados obtidos, também serão disponibilizados os valores de referência utilizados.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os dados obtidos através da pesquisa realizada, e através da tabela SINAPI, no que se refere ao concreto armado e alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.

Para obtenção dos dados relacionados à alvenaria estrutural, foi acompanhada a execução de um pavimento como do edifício em estudo. O acompanhamento fez-se necessário para obter dados referente a produtividade real do edifício. O edifício é composto por onze pavimentos, sendo o pavimento térreo construído em concreto armado, mas optamos em não utilizar os dados de produtividade do pavimento térreo, pois a estrutura do mesmo serve de suporte para os demais dez pavimentos, e isso trouxe a necessidade de vigas e pilares com dimensões muito elevadas, sendo que a alvenaria estrutural é mais pesada que os blocos cerâmicos de vedação, gerando mais tempo na execução de suas formas e armaduras o que não retrata a realidade do sistema construtivo.

A pesquisa ficou limitada apenas a estrutura do edifício, sendo que os demais serviços se assemelham muito nos dois sistemas construtivos.

Nas seções a seguir apresentaremos a produtividade de ambos os sistemas construtivos, o custo para executar um pavimento tipo e o comparativo entre a produtividade e o custo em relação aos sistemas construtivos pesquisados.

4.1 PRODUTIVIDADE DO CONCRETO ARMADO COM ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

Como descrito anteriormente, não utilizamos os dados reais de produtividade do pavimento térreo que foi executado em concreto armado, pois as dimensões dos elementos estruturais são muito elevadas, podendo distorcer o resultado do comparativo.

Para obter os dados de produtividade, inicialmente foi necessário definir as dimensões dos elementos estruturais. As dimensões foram baseadas nos valores mínimos exigidos pela NBR 6118/2014. De posse das dimensões mínimas dos elementos estruturais (lajes, vigas e pilares), e de suas armaduras mínimas, foram aplicados os valores de produtividade obtidos através da tabela SINAPI.

4.1.1 Dimensões Mínimas dos Elementos Estruturais

A NBR 6118/2014 apresenta em seu item 13.2.3: “A seção transversal de pilares e pilares-parede maciços, qualquer que seja sua forma, não pode apresentar dimensão menor que 19cm.”. Com base nesta recomendação da norma vigente, foram definidas as dimensões da seção transversal de todos os pilares como sendo 19x19cm.

Para as dimensões da seção transversal das vigas, a NBR 6118/2014 recomenda em seu item 13.2.2: “A seção transversal das vigas não pode apresentar largura menor que 12cm e a das vigas-parede, menor que 15cm.”. Com base na recomendação, foi definido o valor de 14cm para a base de todas as vigas, para que a mesma possa ficar imperceptível após o reboco. Para definir a altura das vigas, foi seguido a recomendação de BASTOS (2017, pg. 04) “uma indicação prática para a estimativa da altura das vigas de Concreto Armado é dividir o vão efetivo por doze,”. Como trabalhamos com estimativa, inicialmente definimos que todas as vigas teriam a mesma dimensão e com base nisso foi pego para o cálculo o maior vão efetivo que foi de 510cm.

$$h=\frac{510cm}{12}=42{,}5cm$$

Como podemos observar, o valor que o cálculo apresentou foi de 42,5cm para a altura das vigas, definimos como 40cm, pois a grande maioria das vigas apresenta vão livre menor que 510cm. Com base na NBR e nas orientações de Bastos, ficaram definidas as dimensões das vigas como sendo 14x40cm, sendo 14cm a base e 40cm a altura.

Para definir a altura das lajes, foi seguida a recomendação da NBR 6118/2014 em seu item 13.2.4.1 que diz: “Nas lajes maciças devem ser respeitados os seguintes limites mínimos para espessura: b) 8cm para laje de piso não em balanço;”, com base na NBR 6118/2014 foi definido a altura de 8cm para as lajes.

4.1.2 Definição da Armadura dos Elementos Estruturais

As dimensões e quantidades de aço utilizados na armadura longitudinal dos pilares, foram os valores mínimos exigidos pela NBR 6118/2014 que traz em seu item 18.4.2.1: “O diâmetro das barras longitudinais não pode ser inferior a 10mm nem superior a 1/8 da menor dimensão transversal.”.Com base na recomendação foi definido como quatro barras de 10mm

de diâmetro como sendo a armadura longitudinal dos pilares. Para a definição da armadura transversal (estribos), foi seguido o item 18.4.3 da NBR 6118/2014 que diz: “O diâmetro dos estribos em pilares não pode ser inferior a 5mm nem a ¼ do diâmetro da barra isolada ou do diâmetro equivalente do feixe que constitui a armadura longitudinal.”, portanto, foi definido o diâmetro de 5mm para os estribos. Para a distribuição dos estribos ao longo da armadura longitudinal foi seguido o item 18.4.3 da NBR 6118/2014 que diz:

> “o espaçamento longitudinal entre os estribos, medido na direção do eixo do pilar, para garantir o posicionamento, impedir a flambagem das barras longitudinais e garantir a costura das emendas das barras longitudinais nos pilares usuais, deve ser igual ou inferior ao menor dos seguintes valores:
> -200 mm;
> -menor dimensão da seção;
> -24 Ø para CA-25, 12 Ø para CA-50.”

Com base na NBR 6118/2014, foi definida a utilização de aço CA-25, e o espaçamento (S) máximo de 12cm.

S.max= 24x0,5cm
S.max= 12cm

Para definir a armadura longitudinal das vigas, foi seguida a recomendação da NBR 6118/2014 que trata em seu item 17.3.5.2.1: “A armadura mínima de tração, em elementos estruturais armados ou protendidos deve ser determinada pelo dimensionamento da seção a um momento fletor mínimo dado pela expressão a seguir, respeitada a taxa mínima absoluta de 0,15%.”, com base na recomendação e na seção transversal das vigas (14x40cm), foi definida a área de aço como sendo 0,84cm².

As.min= 0,15% x 560cm²
As.min= 0,84cm²

Com base na área da seção transversal da armadura, foi definido a utilização de quatro barras, duas inferiores e duas superiores, com diâmetro de 8mm.

Para definir a armadura transversal das vigas, foi seguida a recomendação da NBR 6118/2014, item 18.3.3.2 que diz: “o diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior

ou igual a 5 mm, sem exceder 1/10 da largura da alma da viga.”.Com base nesta recomendação, foi definido o diâmetro de 5mm para os estribos das vigas. O espaçamento máximo dos estribos ao longo do eixo longitudinal da viga é de 20cm.

Para a armadura das lajes, foi seguida a recomendação da NBR 6118/2014, que apresenta equações de referência na tabela 19.1 em seu item 19.3.3.2.

$As.min \geq 0,67 \times 0,15 \times 8cm$

$As.min \geq 0,804cm^2/m$

De posse da área mínima de aço a cada metro de viga, foi definido o diâmetro de 5mm para a armadura. O espaçamento máximo da armadura da laje deve ser o menor valor entre:

a) 20cm
b) 2 x h = 2 x 8cm = 16cm

O espaçamento máximo definido para a armadura das lajes foi de 16cm.

Tabela 5 - Resumo de Aço

Tabela Resumo de Aço	
Pilar	
Armadura longitudinal	4 Ø10mm
Armadura Transversal (estribo)	Ø5mm c/ 12cm
Viga	
Armadura longitudinal	4 Ø8mm
Armadura Transversal (estribo)	Ø5mm c/ 20cm
Laje	
Armadura longitudinal	Ø5mm c/16cm

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.1.3 Definição da Produtividade

A produtividade do sistema construtivo com estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação com blocos cerâmicos foi definida através dos índices da tabela SINAPI. A definição da produtividade foi dividida em: concretagem, armação, fabricação das formas e alvenaria de vedação.

4.1.3.1 Concretagem dos Pilares

Inicialmente foi necessário levantar, em metros cúbicos, o volume total de concretagem de todos os pilares e o volume foi baseado nas dimensões adotadas na quantidade e altura dos pilares.

A tabela 6 apresenta o volume total a ser concretado.

Tabela 6 - Volume de concretagem dos pilares

Quantidade de pilares	**Área da Seção Transversal (m^2)**	**Altura (m)**	**Total (m^3)**
45	0,0361	2,8	4,55

Fonte: Elaborado pelos autores.

De posse do volume total de concreto a ser aplicado nos pilares, retiramos o índice de produtividade da tabela SINAPI para esse serviço.

Figura 13 - Índice de produtividade para concretagem de pilares

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.CCTG.003/01	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M3
Código SIPCI		
92720		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 12/2015	

COMPOSIÇÃO				
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1990
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,1920
C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1990
I	1527	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M³	1,1030
C	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	0,0680
C	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	0,1310

Fonte: Tabela SINAPI, Concretagem Estrutura Concreto Armado V001.

Com o volume a ser concretado e os índices de produtividades já conhecidos, foi obtido a produtividade em horas/homem para concretar todos os pilares do pavimento tipo através da multiplicação do volume de concretagem pelos índices, uma vez que os índices são para cada um metro cúbico de concretagem. Segundo a tabela SINAPI, são necessários para realizar a concretagem: pedreiro, servente e carpinteiro. Foi obtida a produtividade de cada profissional conforme tabela 7:

Tabela 7 - Produtividade concretagem dos pilares

Profissional	Volume de concretagem (m³)	Índice de produtividade (h/m³)	Produtividade Total (h/H)
Pedreiro	4,55	0,199	0,91
Servente	4,55	1,192	5,42
Carpinteiro	4,55	0,199	0,91

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme demonstrado na tabela 7, são necessárias 0,91 h/H de pedreiro, 5,42 h/H de servente e 0,91 h/H de carpinteiro para concretar os 45 pilares do pavimento tipo.

4.1.3.2 Concretagem das Vigas e Lajes

Para definir a produtividade em relação a concretagem de todas as vigas e das lajes do pavimento tipo, primeiramente foi calculado o volume total a ser concretado das vigas e o volume a ser concretado das lajes, pois os dois elementos estruturais, segundo a tabela SINAPI, são concretados juntos e os volumes estão apresentados conforme tabela 8 e 9:

Tabela 8 - Volume total de concretagem das vigas

Comprimento Total (m)	**Área Seção Transversal (m^2)**	**Total (m^3)**
313,67	0,056	17,57

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 9 - Volume total de concretagem das lajes

Área (m^2)	**Espessura (m)**	**Total (m^3)**
224,40	0,08	17,95

Fonte: Elaborada pelos autores.

Obtidos os valores totais de concretagem das vigas e das lajes, foram somados os dois para poder aplicar o índice de produtividade.

Vt = Vcv + Vcl

Vt = 17,57 + 17,952

Vt = 35,552 m^3

Sendo:

Vt – Volume total

Vcv – Volume de concretagem das vigas

Vcl – Volume de concretagem das lajes

Após conhecido o volume total a ser concretado, foram aplicados os índices de produtividade da tabela SINAPI.

Figura 14 - Índice de produtividade para concretagem de vigas e lajes

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.CCTG.006/02	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES PREMOLDADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M3
Código SIPCI		
92724		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 12/2015	

COMPOSIÇÃO				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIÇÃO**	**UNIDADE**	**COEFICIENTE**
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5960
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,6700
C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0990
I	1524	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M³	1,1030
C	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	0,0630
C	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	0,1360

Fonte: Tabela SINAPI, Concretagem Estrutura Concreto Armado V001.

Conhecido o volume total a ser concretado nas vigas e lajes, e de posse dos índices de produtividade da tabela SINAPI, que apresenta seus índices para cada um metro cúbico a ser concretado, foi definida a produtividade em horas/homem para o serviço.

Tabela 10 - Produtividade para concretar as vigas e lajes

Profissional	**Volume de concretagem (m³)**	**Índice de produtividade (h/m³)**	**Produtividade Total (h/H)**
Pedreiro	35,52	0,596	21,17
Servente	35,52	0,670	23,80
Carpinteiro	35,52	0,099	3,52

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme apresentado na tabela 10, são necessárias 21,17 h/H de pedreiro, 23,80 h/H de servente e 3,52 h/H de carpinteiro para concretar as vigas e as lajes do pavimento tipo.

4.1.3.3 Alvenaria de Vedação com Blocos Cerâmicos

Para definir a produtividade em relação à alvenaria de vedação executada com blocos cerâmicos, primeiramente foi necessário calcular a área total de alvenaria a ser construída. De posse da área total de alvenaria a ser construída, foram aplicados os índices de produtividade obtidos através da tabela SINAPI. A tabela 11 apresenta a área total de alvenaria.

Tabela 11 - Quantidade total de alvenaria de vedação

Área de alvenaria dos Aptos (m²)	**Área de alvenaria do Uso Comum (m²)**	**Total (m²)**
394,61	49,2	443,81

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conhecida a área total de alvenaria de vedação a ser construída no pavimento tipo, foram aplicados os índices de produtividade obtidos através da tabela SINAPI.

Figura 15 - Índice de produtividade para alvenaria de vedação

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.PARE.ALVE.038/01	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 11,5X19X19CM (ESPESSURA 11,5CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M2 COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	M2
Código SIPCI		
87521		
Vigência: 06/2014	Última atualização: 01/2016	

COMPOSIÇÃO				
Item	**Código**	**Descrição**	**Unidade**	**Coeficiente**
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,2900
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,6450
I	38783	BLOCO CERAMICO DE VEDACAO COM FUROS NA HORIZONTAL, 11,5 X 19 X 19 CM - 4,5 MPA (NBR 15270)	UN	28,3100
C	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M3	0,0125
I	34558	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 10,5* CM	M	0,4200
I	37395	PINO DE AÇO COM FURO, HASTE = 27 MM (AÇÃO DIRETA)	CENTO	0,0100

Fonte: Tabela SINAPI, Alvenaria de Vedação V008.

De posse da área total a ser construída de alvenaria e dos índices de produtividade, em horas/homem para cada um metro quadrado de alvenaria a ser construída, foi definido a produtividade para construir a alvenaria do pavimento tipo, conforme tabela 12:

Tabela 12 - Produtividade alvenaria de vedação

Profissional	**Área de alvenaria (m²)**	**Índice de produtividade (h/m²)**	**Produtividade Total (h/H)**
Pedreiro	443,81	1,290	572,51
Servente	443,81	0,645	286,26

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme demonstrado na tabela 12, serão necessárias 572,51 h/H de pedreiro e 286,26 h/H de servente para ser construído 443,81 m² de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.

4.1.3.4 Armadura Longitudinal dos Pilares

Para definir a produtividade em relação à armadura longitudinal dos pilares, primeiramente foi definida a armadura a ser utilizada nos pilares. Após a definição da armadura longitudinal foram aplicados os índices de produtividade apresentados pela tabela SINAPI. Os índices de produtividade para armação estão divididos em montagem e corte e dobra. A tabela 13 apresenta o quantitativo total, em quilogramas, da armadura longitudinal dos pilares.

Tabela 13 - Quantidade total da armadura longitudinal dos pilares

Quantidade de Pilares	Altura (m)	Quantidade de Barras	Diâmetro (mm)	kg/m	Massa total (kg)
45	2,8	4	10	0,617	310,97

Fonte: elaborada pelos autores.

Após obter a quantidade total da armadura longitudinal a ser aplicada nos pilares, em quilograma, foram aplicados os índices de produtividade para montagem e corte e dobra.

Figura 16 - Índice de produtividade para montagem da armadura longitudinal de pilar

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.004/01	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG
Código SIPCI		
92762		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 06/2017	

COMPOSIÇÃO				
Item	**Código**	**Descrição**	**Unidade**	**Coeficiente Aferido**
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0529
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0086
C	92794	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000
I	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01KG/M)	KG	0,0250
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,5430

Fonte: Tabela SINAPI, Armação Estrutura Concreto Armado V007.

Figura 17 - Índice de produtividade para corte e dobra de armadura longitudinal de pilar

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.042/01	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG
Código SIPCI		
92794		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 09/2017	

COMPOSIÇÃO				
Item	**Código**	**Descrição**	**Unidade**	**Coeficiente Aferido**
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0125
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0018
I	34	ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	1,1100

Fonte: Tabela SINAPI, Armação Estrutura Concreto Armado V007.

Para a armação a tabela SINAPI apresenta seus índices de produtividade separados por montagem e corte e dobra. Devido a esse fato, primeiramente foram somados os índices para depois serem aplicados a quantidade total, em quilogramas, de aço utilizado na armadura longitudinal dos pilares.

I.tar = Im + Icd

I.tar = 0,0529 + 0,0125

I.tar = 0,0654 h/kg

Sendo:

I.tar – índice total do armador

Im – índice de montagem

Icd – índice de corte e dobra

I.taa = Im + Icd

I.taa = 0,0086 + 0,0018

I.taa = 0,0104 h/kg

Sendo:

I.taa – índice total do ajudante de armador

Im – índice de montagem

Icd – índice de corte e dobra

De posse dos índices totais, do armador e do ajudante de armador, foi aplicado o índice para a quantidade total de aço.

Tabela 14 - Produtividade armadura longitudinal dos pilares

Profissional	Quantidade de aço (kg)	Índice de produtividade (h/kg)	Produtividade Total (h/H)
Armador	310,97	0,0654	20,34
Ajudante de armador	310,97	0,0104	3,23

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme apresentado na tabela 14, serão necessárias 20,34 h/H de armador e 3,23 h/H de ajudante de armador para cortar, dobrar e montar a armadura longitudinal de todos os pilares.

4.1.3.5 Armadura Longitudinal das Vigas

Para definir a produtividade em relação à armadura longitudinal das vigas, primeiramente foi definida a armadura a ser utilizada. Após a definição da armadura longitudinal foram aplicados os índices de produtividade apresentados pela tabela SINAPI. Os índices de produtividade para armação estão divididos em montagem e corte e dobra. A tabela 15 apresenta o quantitativo total, em quilogramas, da armadura longitudinal das vigas.

Tabela 15 - Quantidade total de armadura longitudinal das vigas

Comprimento Total (m)	Quantidade de Barras	Diâmetro (mm)	Kg/m	Total (Kg)
313,67	4	8	0,395	495,60

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após obtida a quantidade total de aço a ser utilizado na armadura longitudinal das vigas, foram aplicados os índices de produtividade obtidos através da tabela SINAPI, assim como na armadura dos pilares, os índices apresentam-se divididos em montagem e corte e dobra.

Figura 18 - Índice de produtividade para montagem de armadura longitudinal de viga

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.003/01	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG
Código SIPCI		
92761		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 06/2017	

COMPOSIÇÃO				
Item	**Código**	**Descrição**	**Unidade**	**Coeficiente Aferido**
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0707
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0115
C	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000
I	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01KG/M)	KG	0,0250
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,7430

Fonte: Tabela SINAPI, Armação Estrutura Concreto Armado V007.

Figura 19 - Índice de produtividade para corte e dobra da armadura longitudinal de vigas

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.041/01	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG
Código SIPCI		
92793		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 09/2017	

COMPOSIÇÃO				
Item	**Código**	**Descrição**	**Unidade**	**Coeficiente Aferido**
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0224
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0032
I	33	ACO CA-50, 8.0 MM, VERGALHAO	KG	1,1100

Fonte: Tabela SINAPI, Armação Estrutura Concreto Armado V007.

Para a armação a tabela SINAPI apresenta seus índices de produtividade separados por montagem e corte e dobra. Devido a esse fato, primeiramente foram somados os índices para depois ser aplicado a quantidade total, em quilogramas, de aço utilizado na armadura longitudinal das vigas.

I.tar = Im + Icd

I.tar = 0,0707 + 0,0224

I.tar = 0,0931 h/kg

Sendo:

I.tar – índice total do armador

Im – índice de montagem

Icd – índice de corte e dobra

I.taa = Im + Icd

I.taa = 0,0115 + 0,0032

I.taa = 0,0147 h/kg

Sendo:

I.taa – índice total do ajudante de armador

Im – índice de montagem

Icd – índice de corte e dobra

De posse dos índices totais, do armador e do ajudante de armador, foi aplicado o índice para a quantidade total de aço.

Tabela 16 - Produtividade armadura longitudinal das vigas

Profissional	Quantidade de aço (kg)	Índice de produtividade (h/kg)	Produtividade Total (h/H)
Armador	495,60	0,0931	46,14
Ajudante de armador	495,60	0,0147	7,29

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme apresentado na tabela 16, serão necessárias 46,14 h/H de armador e 7,29 h/H de ajudante de armador para cortar, dobrar e montar a armadura longitudinal de todas as vigas.

4.1.3.6 Armadura Transversal dos Pilares e Vigas

Para definir a produtividade em relação a armadura transversal, foi possível definir a produtividade para a armadura transversal dos pilares e das vigas juntos, pois as duas armaduras transversais utilizam o mesmo aço e assim o índice de produtividade apresentado pela tabela SINAPI é o mesmo. Assim como na armadura longitudinal das vigas e dos pilares, a tabela SINAPI apresenta seus índices de produtividade separados em montagem e corte e dobra. A tabela 17 apresenta a quantidade total de aço, em quilogramas, necessária para fabricar a armadura transversal de todos os pilares e de todas as vigas.

Tabela 17 - Quantidade total de armadura transversal

	Comprimento Total (m)	**Espaçamento (cm)**	**Comprimento do Estribo (m)**	**Diâmetro (mm)**	**Kg/m**	**Total (Kg)**
Vigas	313,67	20	1,28	5	0,154	309,15
Pilares	126,00	12	0,96	5	0,154	155,23

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após obtida a quantidade total de aço a ser utilizado na armadura transversal das vigas e dos pilares, foram aplicados os índices de produtividade obtidos através da tabela SINAPI. Assim como na armadura longitudinal, os índices apresentam-se divididos em montagem e corte e dobra.

Figura 20 - Índice de produtividade para montagem de armadura transversal de pilares

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.001/01	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG
Código SIPCI		
92759		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 06/2017	

COMPOSIÇÃO				
Item	**Código**	**Descrição**	**Unidade**	**Coeficiente Aferido**
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1241
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0203
C	92791	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000
I	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01KG/M)	KG	0,0250
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	1,1900

Fonte: Tabela SINAPI, Armação Estrutura Concreto Armado V007.

Figura 21 - Índice de produtividade para corte e dobra de armadura transversal de pilares

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.039/01	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG
Código SIPCI		
92791		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 09/2017	

COMPOSIÇÃO				
Item	**Código**	**Descrição**	**Unidade**	**Coeficiente aferido**
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0769
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0108
I	39	ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	1,0700

Fonte: Tabela SINAPI, Armação Estrutura Concreto Armado V007.

Para a armação, a tabela SINAPI apresenta seus índices de produtividade separados por montagem e corte e dobra. Devido a esse fato, primeiramente foram somados os índices para depois ser aplicado a quantidade total, em quilogramas, de aço utilizado na armadura longitudinal das vigas.

I.tar = Im + Icd

I.tar = 0,1241 + 0,0769

I.tar = 0,201 h/kg

Sendo:

I.tar – índice total do armador

Im – índice de montagem

Icd – índice de corte e dobra

I.taa = Im + Icd

I.taa = 0,0203 + 0,0108

I.taa = 0,0311 h/kg

Sendo:

I.taa – índice total do ajudante de armador

Im – índice de montagem

Icd – índice de corte e dobra

De posse dos índices totais, do armador e do ajudante de armador, foi aplicado o índice para a quantidade total de aço.

Tabela 18 - Produtividade para armadura transversal dos pilares e das vigas

Profissional	Quantidade de aço (kg)	Índice de produtividade (h/kg)	Produtividade Total (h/H)
Armador	464,39	0,201	93,34
Ajudante de armador	464,39	0,0311	14,44

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme apresentado na tabela 18, serão necessárias 93,34 h/H de armador e 14,44 h/H de ajudante de armador para cortar, dobrar e montar a armadura transversal de todos os pilares e de todas as vigas.

4.1.3.7 Armadura da Laje

Para definir a produtividade em relação à armadura das lajes, primeiramente foi definida a armadura a ser utilizada. Após a definição da armadura foram aplicados os índices de produtividade apresentados pela tabela SINAPI. Os índices de produtividade para armação estão divididos em montagem e corte e dobra. A tabela 19 apresenta o quantitativo total, em quilogramas, da armadura a ser aplicada nas lajes.

Tabela 19 - Quantidade de armadura nas lajes

Armadura	Comprimento (m)	Espaçamento (cm)	Diâmetro (mm)	Kg/m	Total (Kg)
Longitudinal	23,50	16	5	0,154	216,01
Transversal	9,55	16	5	0,154	216,01

Fonte: elaborada pelos autores.

Após obtida a quantidade total de aço a ser utilizado na armadura das lajes, foram aplicados os índices de produtividade obtidos através da tabela SINAPI. Os índices apresentam-se divididos em montagem e corte e dobra.

Figura 22 - Índice de produtividade para montagem da armadura de lajes

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.010/01	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG
Código SIPCI		
92768		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 06/2017	

COMPOSIÇÃO				
Item	**Código**	**Descrição**	**Unidade**	**Coeficiente Aferido**
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0855
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0140
C	92800	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000
I	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01KG/M)	KG	0,0250
I	39016	ESPACADOR / DISTANCIADOR TIPO PINO EM PLASTICO, PARA VERGALHAO ATE 10 MM, PARA APOIO DE ARMADURA	UN	2,1180

Fonte: Tabela SINAPI, Armação Estrutura Concreto Armado V007.

Figura 23 - Índice de produtividade para corte e dobra da armadura de lajes

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.048/01	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG
Código SIPCI		
92800		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 09/2017	

COMPOSIÇÃO				
Item	**Código**	**Descrição**	**Unidade**	**Coeficiente Aferido**
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0581
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0082
I	39	ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	1,0700

Fonte: Tabela SINAPI, Armação Estrutura Concreto Armado V007.

Para a armação a tabela SINAPI apresenta seus índices de produtividade separados por montagem e corte e dobra. Devido a esse fato, primeiramente foram somados os índices para depois ser aplicada a quantidade total, em quilogramas, de aço utilizado na armadura das lajes.

I.tar = Im + Icd
I.tar = 0,0855 + 0,0581
I.tar = 0,1436 h/kg

Sendo:
I.tar – índice total do armador
Im – índice de montagem
Icd – índice de corte e dobra

I.taa = Im + Icd
I.taa = 0,0140 + 0,0082
I.taa = 0,0222 h/kg

Sendo:
I.taa – índice total do ajudante de armador
Im – índice de montagem
Icd – índice de corte e dobra

De posse dos índices totais, do armador e do ajudante de armador, foi aplicado o índice para a quantidade total de aço.

Tabela 20 - Produtividade armação das lajes

Profissional	Quantidade de aço (kg)	Índice de produtividade (h/kg)	Produtividade Total (h/H)
Armador	432,02	0,1436	62,04
Ajudante de armador	432,02	0,0222	9,59

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme apresentado na tabela 20, serão necessárias 62,04 h/H de armador e 9,59 h/H de ajudante de armador para cortar, dobrar e montar a armadura de todas as lajes.

4.1.3.8 Formas dos Pilares

Para definir a produtividade relacionada às formas dos pilares, primeiramente foi definida a área total das formas de todos os pilares. Posteriormente foram aplicados os índices de produtividade obtidos através da tabela SINAPI. A tabela 21 apresenta o quantitativo total de formas para os pilares.

Tabela 21 - Quantidade total de formas para os pilares

Quantidade de pilares	**Altura (m)**	**Seção transversal (m)**	**Área total de formas (m²)**
45	2,4	0,19 x 0,19	82,08

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após a definição da quantidade total de formas, foram aplicados os índices de produtividade. A tabela SINAPI para formas apresenta seus índices de produtividade divididos em fabricação de formas e montagem e desmontagem. Devido a isso, antes de aplicar os índices de produtividade, foi necessário somar os índices.

Figura 24 - Índice de produtividade para fabricação de formas de pilares

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.FOCA.004/01	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM. AF_12/2015	M2
Código SIPCI		
92269		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 02/2017	

COMPOSIÇÃO				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIÇÃO**	**UNIDADE**	**COEFICIENTE**
C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,6750
C	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1350
I	6189	TABUA MADEIRA 2ª QUALIDADE 2,5 X 30,0 cm (1 X 12) NÃO APARELHADA	M	4,0090
I	4517	PEÇA DE MADEIRA NATIVA/ REGIONAL 2,5X7,0 CM (SARRAFO-P/FORMA)	M	7,1650
I	5068	PREGO POLIDO COM CABECA 17X21	KG	0,0590
C	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5 HP, COM COIFA PARA DISCO 10" – CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,0630
C	91693	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5 HP, COM COIFA PARA DISCO 10" – CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,0720

Fonte: Tabela SINAPI, Formas Estrutura Concreto Armado V008.

Figura 25 - Índice de produtividade para montagem e desmontagem das formas de pilares

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.FOCA.011/01	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2
Código SIPCI		
92410		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 06/2016	

COMPOSIÇÃO				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIÇÃO**	**UNIDADE**	**COEFICIENTE**
C	88262	CARPINTEIRO DE FÔRMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	3,0210
C	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5540
C	92269	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM. AF_12/2015	M²	0,5300
I	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FÔRMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM ÁGUA	L	0,0170
I	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0270

Fonte: Tabela SINAPI, Formas Estrutura Concreto Armado V008.

I.tcf = If + Imd

I.tcf = 0,675 + 3,021

I.tcf = 3,696 h/m²

Sendo:

I.tcf – índice total do carpinteiro de formas

If – índice de fabricação

Imd – índice de montagem e desmontagem

I.tac = If + Imd

I.tac = 0,135 + 0,554

I.tac = 0,689 h/m²

Sendo:

I.tac – índice total do ajudante de carpinteiro

If – índice de fabricação

Imd – índice de montagem e desmontagem

De posse dos índices totais, do carpinteiro e do ajudante de carpinteiro, foi aplicado o índice para a quantidade total, em metros quadrados, de forma.

Tabela 22 - Produtividade total para as formas dos pilares

Profissional	Quantidade de forma (m²)	Índice de produtividade (h/m²)	Produtividade Total (h/H)
Carpinteiro de formas	82,08	3,696	303,37
Ajudante de carpinteiro	82,08	0,689	56,55

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme apresentado na tabela 22, serão necessárias 303,37 h/H de carpinteiro e 56,55 h/H de ajudante de carpinteiro para fabricar, montar e desmontar as formas de todos os pilares.

4.1.3.9 Formas das Vigas

Para definir a produtividade relacionada às formas das vigas, primeiramente foi definida a área total das formas de todas as vigas. Posteriormente foram aplicados os índices de produtividade obtidos através da tabela SINAPI. A tabela 23 apresenta o quantitativo total de formas para as vigas.

Tabela 23 - Quantidade total de formas para as vigas

Comprimento total das vigas (m)	Base (m)	Altura (m)	Área total de formas (m²)
313,67	0,14	0,40	294,85

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após a definição da quantidade total de formas, foram aplicados os índices de produtividade. A tabela SINAPI para formas apresenta seus índices de produtividade divididos em fabricação de formas e montagem e desmontagem. Devido a isso, antes de aplicar os índices de produtividade, foi necessário somar os índices.

Figura 26 - Índice de produtividade para fabricação de formas para vigas

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.FOCA.005/01	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM. AF_12/2015	M2
Código SIPCI		
92270		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 02/2017	

COMPOSIÇÃO				
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE
C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,4380
C	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0880
I	6189	TABUA MADEIRA 2ª QUALIDADE 2,5 X 30,0 cm (1 X 12) NÃO APARELHADA	M	3,7070
I	4517	PEÇA DE MADEIRA NATIVA/ REGIONAL 2,5X7,0 CM (SARRAFO-P/FORMA)	M	4,1180
I	5068	PREGO POLIDO COM CABECA 17X21	KG	0,0310
C	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5 HP, COM COIFA PARA DISCO 10" – CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,0500
C	91693	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5 HP, COM COIFA PARA DISCO 10" – CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,0380

Fonte: Tabela SINAPI, Formas Estrutura Concreto Armado V008.

Figura 27 - Índice de produtividade para montagem e desmontagem das formas de vigas

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.FOCA.050/01	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2
Código SIPCI		
92447		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 09/2016	

COMPOSIÇÃO				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIÇÃO**	**UNIDADE**	**COEFICIENTE**
C	88262	CARPINTEIRO DE FÔRMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,0460
C	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3750
C	92270	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM. AF_12/2015	M²	0,6320
C	92273	FABRICAÇÃO DE ESCORAS DO TIPO PONTALETE, EM MADEIRA. AF_12/2015	M	1,5280
I	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FÔRMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM ÁGUA	L	0,0170
I	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0660
I	6193	TABUA MADEIRA 2ª 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NÃO APARELHADA	M	0,4740

Fonte: Tabela SINAPI, Formas Estrutura Concreto Armado V008.

I.tcf = If + Imd

I.tcf = 0,438 + 2,046

I.tcf = 2,484 h/m²

Sendo:

I.tcf – índice total do carpinteiro de formas

If – índice de fabricação

Imd – índice de montagem e desmontagem

I.tac = If + Imd

I.tac = 0,088 + 0,375

I.tac = 0,463 h/m²

Sendo:

I.tac – índice total do ajudante de carpinteiro

If – índice de fabricação

Imd – índice de montagem e desmontagem

De posse dos índices totais, do carpinteiro e do ajudante de carpinteiro, foi aplicado o índice para a quantidade total, em metros quadrados, de forma.

Tabela 24 - Produtividade total para as formas das vigas

Profissional	Quantidade de forma (m²)	Índice de produtividade (h/m²)	Produtividade Total (h/H)
Carpinteiro de formas	294,85	2,484	732,41
Ajudante de carpinteiro	294,85	0,463	136,52

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme apresentado na tabela 24, serão necessárias 732,41 h/H de carpinteiro e 136,52 h/H de ajudante de carpinteiro para fabricar, montar e desmontar as formas de todas as vigas.

4.1.3.10 Formas das Lajes

Para definir a produtividade relacionada à forma das lajes, primeiramente foi definida a área total das lajes, que como visto na tabela 9 é de 224,4 m². Posteriormente foram aplicados os índices de produtividade obtidos através da tabela SINAPI.

Figura 28 - Índice de produtividade para fabricação de formas para laje

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.FOCA.006/01	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM. AF_12/2015	M2
Código SIPCI		
92271		
Vigência: 12/2015	Última atualização: 02/2017	

COMPOSIÇÃO				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIÇÃO**	**UNIDADE**	**COEFICIENTE**
C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0130
C	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0030
I	6189	TABUA MADEIRA 2ª QUALIDADE 2,5 X 30,0 cm (1 X 12) NÃO APARELHADA	M	3,6670
C	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5 HP, COM COIFA PARA DISCO 10" – CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,0030

Fonte: Tabela SINAPI, Formas Estrutura Concreto Armado V008.

De posse dos índices de produtividade, do carpinteiro e do ajudante de carpinteiro, foi aplicado o índice para a quantidade total, em metros quadrados, de laje.

Tabela 25 - Produtividade total das formas das lajes

Profissional	Quantidade de forma (m^2)	Índice de produtividade (h/m^2)	Produtividade Total (h/H)
Carpinteiro de formas	224,40	0,013	2,92
Ajudante de carpinteiro	224,40	0,003	0,67

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme apresentado na tabela 25, serão necessárias 2,9172 h/H de carpinteiro e 0,6732 h/H de ajudante de carpinteiro para fabricar as formas das lajes.

4.1.3.11 Tabela Resumo de Produtividade

A seguir apresentamos a tabela 26 que apresenta um resumo de toda a produtividade envolvida no sistema construtivo com estrutura em concreto armado com alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.

Tabela 26 - Resumo da produtividade

	Pedreiro	**Servente de pedreiro**	**Armador**	**Ajudante de armador**	**Carpinteiro**	**Ajudante de carpinteiro**
Concretagem						
Pilares	0,91	5,42			0,91	
Vigas e Lajes	21,17	23,80			3,52	
Armação						
Pilares (longitudinal)			20,34	3,23		
Vigas (longitudinal)			46,14	7,29		
Pilares e Vigas (transversal)			93,34	14,44		
Lajes			62,04	9,59		
Formas						
Pilares					303,37	56,55
Vigas					732,41	136,52
Lajes					2,92	0,67
Alvenaria						
	572,51	286,26				
Total (h/H)	**594,59**	**315,48**	**221,86**	**34,55**	**1043,11**	**193,74**

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 PRODUTIVIDADE DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Para definir a produtividade do sistema construtivo em Alvenaria Estrutural, foi acompanhada a execução de um pavimento tipo do edifício base do estudo. Durante o acompanhamento foi tomado nota da quantidade de funcionários que trabalharam durante os dias de execução do pavimento tipo, das horas trabalhadas diariamente pelos funcionários e os dias trabalhados.

De posse desses dados foi possível definir a produtividade real, em horas/homens, da equipe executora do edifício objeto do estudo. A tabela 27 apresenta esses dados:

Tabela 27 - Acompanhamento da Produção de Alvenaria Estrutural

Data	Quantidade de Funcionários	Carga Horária do Dia (h)	Horas Trabalhadas(h/H)
24/09/2018	5	4	20
25/09/2018	6	7	42
27/09/2018	5	4	20
29/09/2018	6	8	48
30/09/2018	6	4	24
01/10/2018	5	9	45
02/10/2018	7	9	63
03/10/2018	4	9	36
05/10/2018	9	9	81
08/10/2018	10	9	90
09/10/2018	8	9	72
10/10/2018	7	9	63
11/10/2018	2	9	18
15/10/2018	5	9	45
16/10/2018	5	9	45
17/10/2018	5	4	20
Total			**732**

Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme apresentado pela tabela 27, foram necessárias 732 horas/Homens para executar um pavimento tipo em Alvenaria Estrutural do edifício.

4.3 CUSTOS DE EXECUÇÃO EM CONCRETO ARMADO

De posse da produtividade do sistema construtivo, por profissional, foram aplicados os valores para a hora trabalhada de cada profissional obtidos através da tabela SINAPI de preços de insumos do mês de agosto de 2018. A tabela 28 apresenta o custo para executar um pavimento tipo.

Tabela 28 - Custo de Execução do Pavimento Tipo

Profissional	Produtividade (h/H)	Código SINAPI	Custo da Hora (R$)	Custo Total (R$)
Pedreiro	594,59	4750	19,45	11564,80
Servente de Pedreiro	315,48	6127	12,89	4066,53
Armador	221,86	378	19,45	4315,11
Ajudante de Armador	34,55	6114	13,56	468,53
Carpinteiro	1043,11	1213	20,80	21696,76
Ajudante de Carpinteiro	193,74	6117	16,38	3173,49
Total	**2403,34**			**45285,22**

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base na produtividade estimada para o sistema construtivo através dos índices da tabela SINAPI e com base nos valores da hora trabalhada de cada profissional envolvido no processo produtivo extraídos da tabela SINAPI, foi possível definir como sendo R$ 45.285,22 o custo com a mão de obra para executar um pavimento tipo do edifício.

4.4 CUSTO DE EXECUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Os valores reais pagos pela construtora à empresa terceirizada responsável pela mão de obra são pagos por produção. Os valores se diferem entre a alvenaria, que é paga por metro quadrado levantado, e a laje, que é paga por metro quadrado de laje. Esses valores foram obtidos através de contato com o responsável pela terceirizada, que por sua vez preferiu não se identificar, pois para cada empreendimento existe uma negociação diferenciada, o que pode acarretar na variação dos valores. A tabela 29 apresenta os custos com a mão de obra do sistema construtivo em Alvenaria Estrutural.

Tabela 29 - Custo de Execução em Alvenaria Estrutural

Elemento Construtivo	Quantidade (m^2)	Custo ($R\$/m^2$)	Custo Total (R$)
Alvenaria	443,81	25,00	11095,25
Laje	221,12	40,00	8844,80
Total			**19940,05**

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base na quantidade de alvenaria e laje a ser construídos e no valor pago pela produção foi possível definir o custo para executar um pavimento tipo do edifício em Alvenaria Estrutural como sendo de R$ 19.940,05.

4.5 COMPARATIVO DA PRODUTIVIDADE E DOS CUSTOS DE EXECUÇÃO

Com os valores de produtividade para ambos os sistemas construtivos já definidos, foi possível fazer um comparativo, para executar um pavimento tipo e como os pavimentos são iguais é possível comparar a produtividade em relação ao edifício em sua totalidade.

Conforme apresentado na tabela 26, para executar um pavimento tipo em concreto armado com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos são necessárias 2.403,33 h/H enquanto que para executar o mesmo pavimento tipo em alvenaria estrutural, conforme tabela 27, são necessárias 732 h/H. A alvenaria estrutural, para o edifício em estudo, apresentou sua produção sendo 3,28 vezes mais rápida (produtiva) do que o concreto armado com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.

Em relação ao custo com mão de obra, o sistema construtivo com estrutura em concreto armado com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, conforme a tabela 28, apresentou um custo para a execução de um pavimento tipo de R$ 45.282,22. Em contra partida a alvenaria estrutural, para executar o mesmo pavimento tipo, apresentou um custo de R$ 19.940,05, sendo aproximadamente 55,96% mais barata do que o concreto armado com alvenaria de vedação.

A diferença do custo entre os sistemas construtivos fica ainda mais evidente quando aplicamos o valor para o edifício todo, que é composto por onze pavimentos. O custo com mão de obra para executar os onze pavimentos do edifício em concreto armado com alvenaria de vedação é de R$ 498.137,42 enquanto que o custo para executar os onze pavimentos em alvenaria estrutural fica em R$ 219.340,55.

Reforçando que esses valores referem-se somente ao custo envolvido com a mão de obra para executar a estrutura dos pavimentos e a alvenaria, sendo que o custo com materiais e o custo relacionado aos demais serviços necessários para a completa execução de um edifício não fizeram parte do estudo.

5 CONCLUSÃO

A construção civil encontra-se em constante evolução tecnológica. Esta evolução propicia o surgimento de novos métodos construtivos, mas em meio a novos surgimentos, na região de Tubarão-SC, a alvenaria estrutural vem ganhando espaço, que é um dos mais antigos sistemas construtivos. O fator mão de obra tem grande representatividade no custo total de uma obra de construção civil e com base nessa grande representatividade faz-se necessário o estudo dos custos envolvidos com a mão de obra para realizar a melhor escolha para cada obra.

A pesquisa foi baseada em um estudo comparativo, do ponto de vista técnico-financeiro, entre os métodos construtivos de alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, ficando restrito apenas a estrutura e a alvenaria. Para a realização do estudo, foi acompanhada a execução de um pavimento tipo de um edifício residencial multifamiliar executado em alvenaria estrutural. O acompanhamento foi necessário para obter dados acerca da produtividade do sistema construtivo e obtenção dos custos relacionados à mão de obra executora. Para obter os dados necessários quanto ao sistema construtivo em concreto armado com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, obtivemos os dados de produtividade e custos através da tabela SINAPI, dados esses aplicados para a execução do mesmo edifício.

Os resultados do estudo comparativo apresentaram uma diferença significativa, tanto em relação à produtividade quanto em relação aos custos relacionados à mão de obra. O sistema construtivo em alvenaria estrutural, para o edifício estudado, apresentou sua execução 3,28 vezes mais rápida do que no sistema construtivo com estrutura em concreto armado com alvenaria de vedação, necessitando de 732 h/H contra 2.403,33 h/H para a construção de um pavimento. Tratando-se de custos, a alvenaria estrutural apresentou custos cinquenta e seis porcento mais econômicos do que o concreto armado com alvenaria de vedação, custando R$ 19.940,05 contra R$ 45.285,22 por pavimento. A diferença obtida apesar de significativa tende a ser ainda mais favorável a alvenaria estrutural, pois para que o estudo fosse possível, em relação as dimensões dos elementos estruturais no que se refere ao concreto armado com alvenaria de vedação, foram utilizados os valores mínimos estabelecidos pela NBR 6118 e que se dimensionados pelos esforços solicitantes as dimensões poderiam ser maiores, o que acarretaria no aumento do tempo de execução e consequentemente no aumento dos custos.

O estudo inicialmente foi baseado em documentos literários publicados por autores com experiência nas áreas estudadas, com grande corroboração de autores como Souza (2006), que trata de assuntos acerca da produtividade da mão de obra, Porto e Fernandes (2015), que

tratam de assuntos relacionados ao concreto armado, e Ramalho (2003) que escreveu em seu livro sobre a alvenaria estrutural, entre outros autores que foram de suma importância para estabelecer a base teórica para a pesquisa. Além dos autores, foram consultadas algumas NBR pertinentes ao assunto tratado.

Pode-se afirmar que os objetivos, geral e específicos, foram atendidos, sendo que para a elaboração e obtenção dos dados necessários para avaliar os resultados da pesquisa, foi necessário definir a produtividade de ambos os sistemas construtivos para a partir dos dados de produtividade poder simular a execução do edifício em um mesmo espaço de tempo, levantar os custos relacionados à mão de obra para os sistemas construtivos e de posse dos dados, podemos fazer o comparativo entre a alvenaria estrutural e a estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, e definir, do ponto de vista financeiro, qual sistema construtivo apresenta a mão de obra mais econômica.

A pesquisa ficou limitada a estrutura e a alvenaria do edifício, uma vez que os demais serviços necessários para a conclusão do edifício se assemelham em ambos os sistemas construtivos. É importante salientar que os valores obtidos para a alvenaria estrutural são valores reais da obra e que os valores obtidos para o concreto armado com alvenaria de vedação foram estimados com ajuda dos índices obtidos através da tabela SINAPI, portanto, pode haver variações em relação aos custos e a produtividade do sistema construtivo. Para o Vivence Residencial, a alvenaria estrutural mostrou ser uma ótima escolha, pois a arquitetura do edifício permite sua utilização e os dados mostram ser, dentre os sistemas construtivos pesquisados, a opção mais econômica e ao mesmo tempo mais rápida, favorecendo o cumprimento dos prazos de entrega e a obtenção de lucros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – procedimento**. Rio de Janeiro. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações.** Rio de Janeiro. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – requisitos.** Rio de Janeiro. 2016.

BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do Concreto Armado.** Bauru, 2006, disponível em: <http://www.academia.edu/download/43189267/FUNDAMENTOS_Concreto.pdf> acesso em 06/06/18.

BASTOS, P.S. dos S. **Vigas de Concreto Armado**. Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2017.

BORGES, A. C. **Prática das pequenas construções**, volume 1. Ed. São Paulo: editora Blucher, 2009.

BOTELHO, M.H.C.; FERRAZ, N.N. **Concreto Armado Eu Te Amo Vai Para a Obra.** São Paulo: Blucher, 2016.

BOTELHO, M.H.C.; MARCHETTI, O. **Concreto Armado Eu Te Amo.** 3ª edição. São Paulo: Blucher, 2002.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988, 292 p.

BUFON, N. **O perfil da mão de obra na construção civil de Chapecó – SC.** Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil UCEFF Faculdades, Chapecó, 2015.

CHIAVENATO, I. **Administração de recursos humanos: fundamentos básicos.** 8. São Paulo: Manole, 2016.

COÊLHO, S. A. **Alvenaria Estrutural.** Ed. São Luís: editora UEMA, 1998. 146p

FEDERAL, Caixa Econômica**. SINAPI – Índice da Construção Civil.** Brasil, Governo Federal. Disponível em:< http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>

LAMERA, D.L. **Perfil do Trabalhador na Indústria da Construção Civil de Goiânia**, 1991. Fundacentro: 2000

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Estrutura, propriedades e Materiais.** 1ª ed. São Paulo: Pini, 1994.

MOLITERNO, A. **Caderno de Estrutura em Alvenaria e Concreto Simples.** ed. São Paulo: editora Edgard Blucher Ltda, 1995.

MOTTA, A.M.; LEONEL, V. **Ciência e Pesquisa.** Palhoça: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2011.

OLIVEIRA J.V. **Recomendações para projetos de edifícios de alvenaria estrutural.** 1992.263f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 1992.

PINHEIRO, A.C.F.B. **Planejamento e Custos de Obras.** São Paulo: Erica, 2014.

PORTO, T.B.; FERNANDES, D.S.G. **Curso Básico de Concreto Armado**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

RAMALHO, M. **Projetos de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

ROMAN, H. R. **Construindo em Alvenaria Estrutural**. Ed. Florianópolis: editora da UFSC, 1999. 83p.

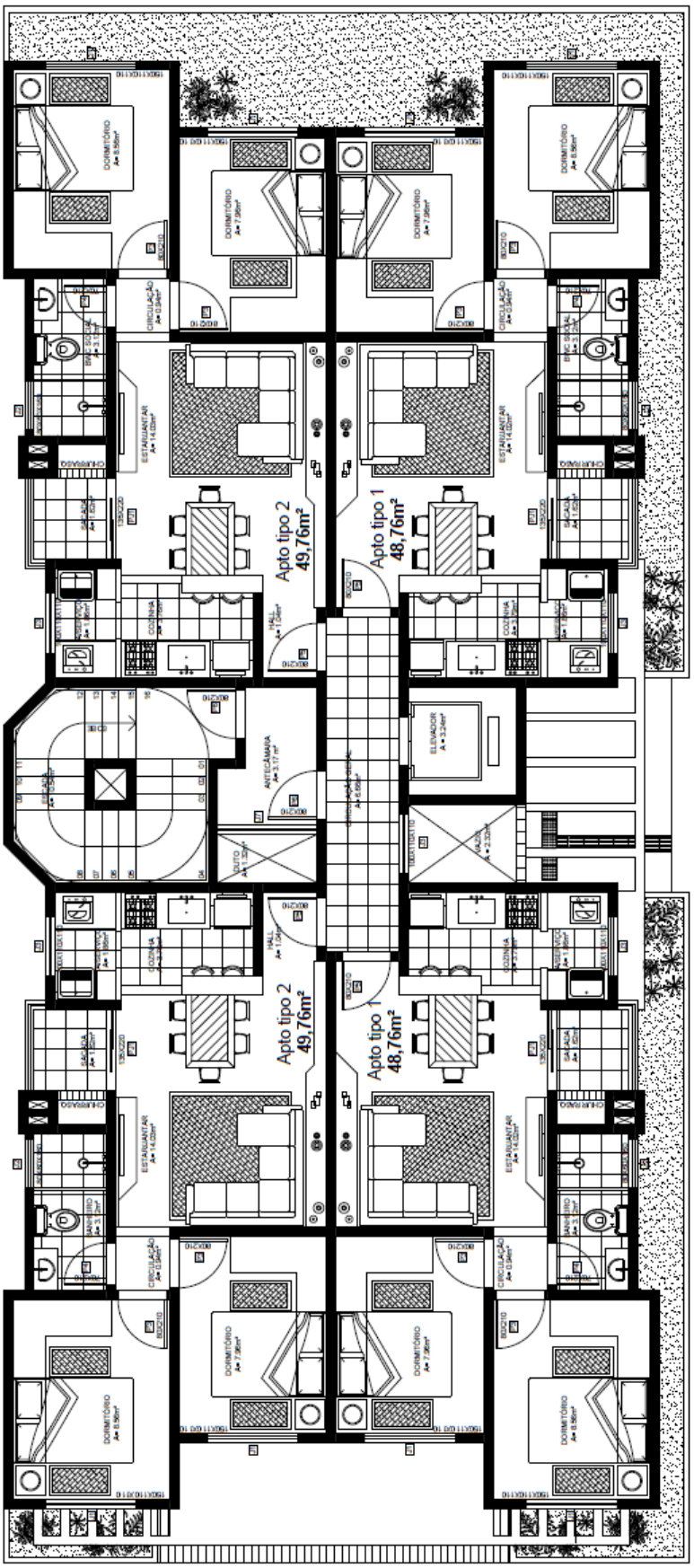
SÁNCHEZ, I. **Nova Normalização Brasileira Para Alvenaria Estrutural.** 1º ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

SOUZA; U.E.L. **Como Aumentar a Eficiência da Mão de Obra.** São Paulo: Pini, 2006.

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

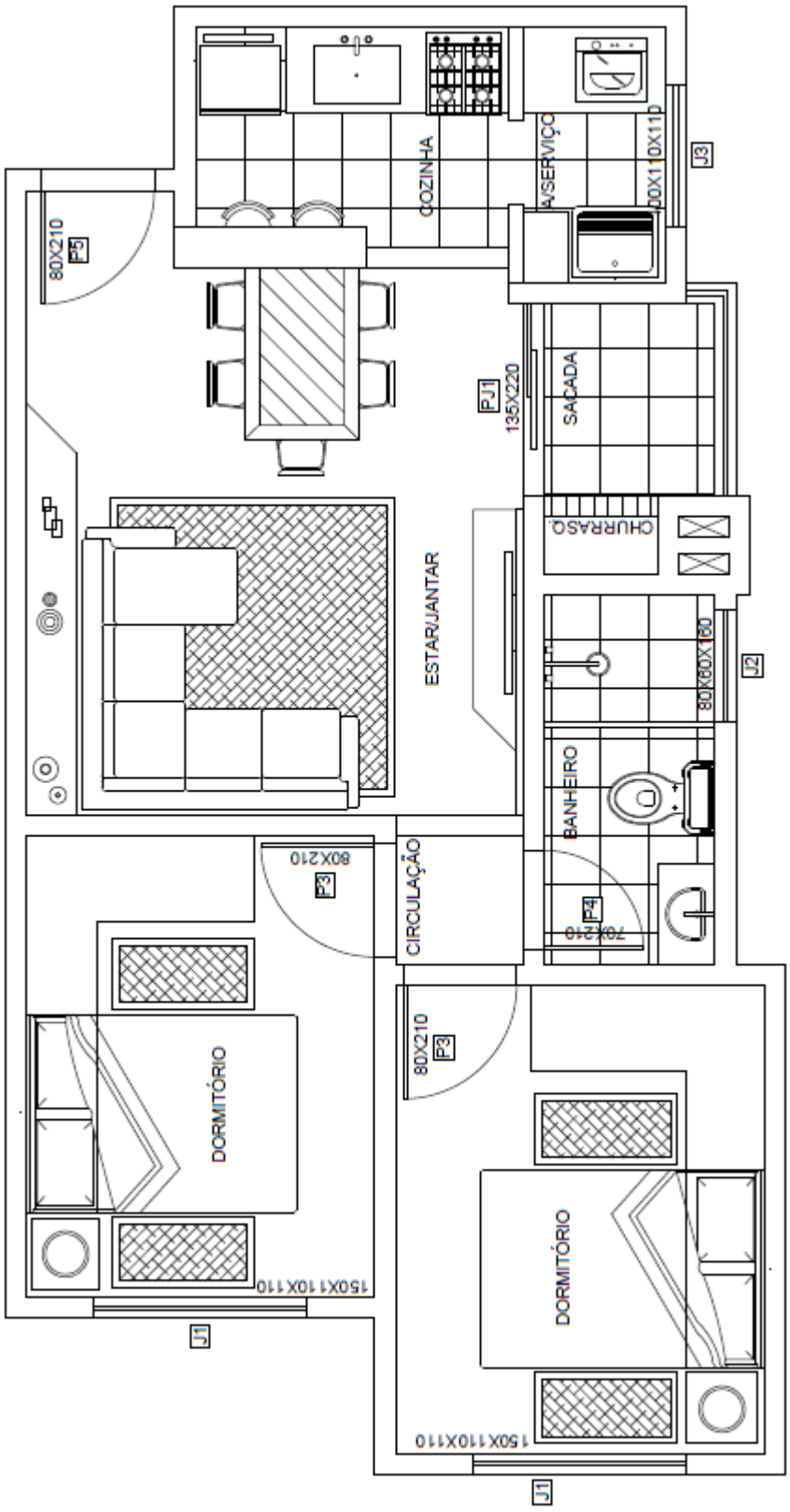
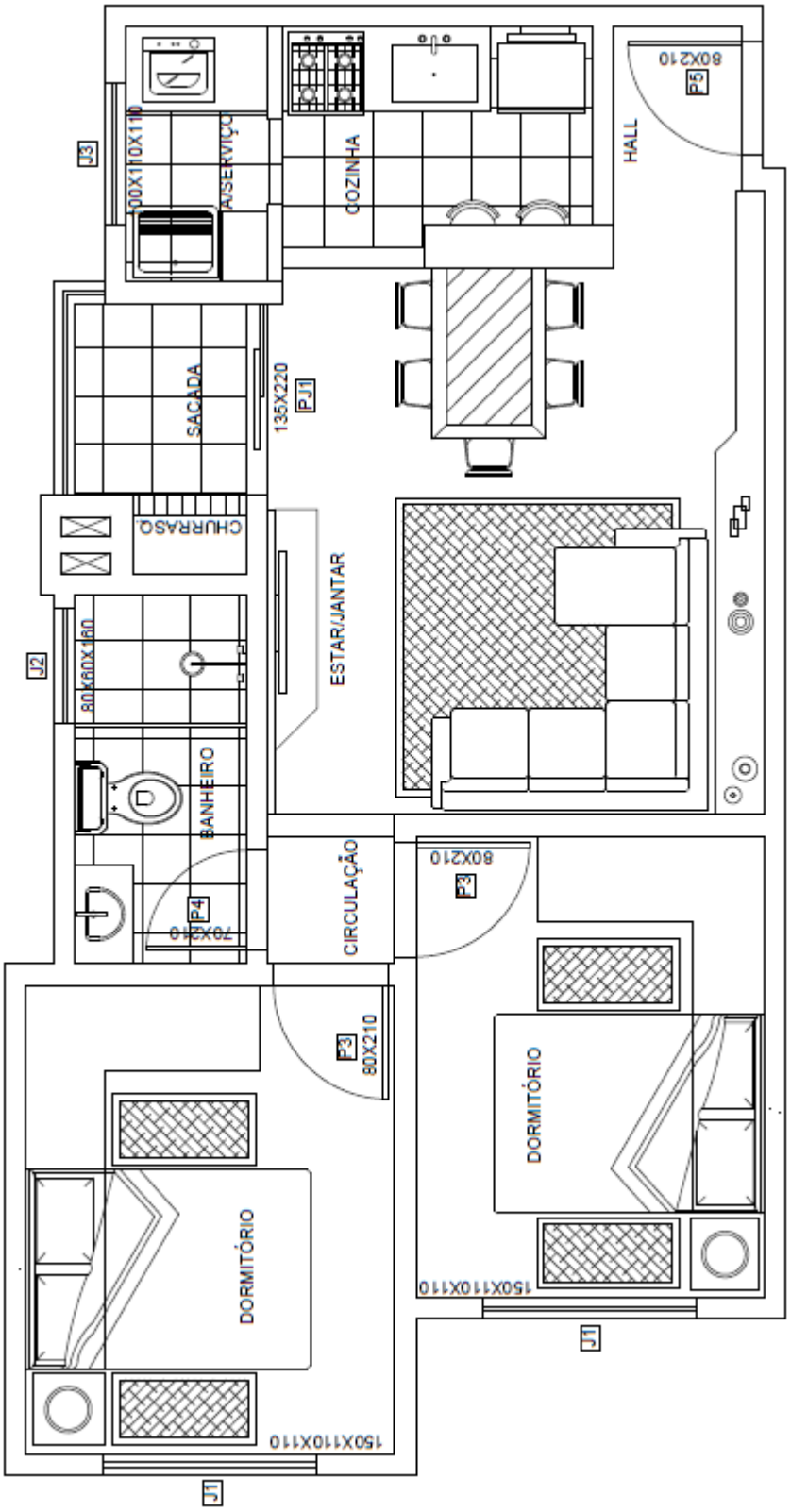
ANEXOS

ANEXO A – Planta baixa do pavimento tipo



PLANTA BAIXA PAVTOS TIPO (X10)
SEM ESCALA

ANEXO B – Planta baixa do apartamento tipo 1



ANEXO C – Planta baixa do apartamento tipo 2