



**UTILIZAÇÃO DO BLOCO DE CONCRETO EM CONSTRUÇÃO DE
EMPREENDIMENTO: UM ESTUDO DE CASO NAS EMPRESAS A&B NA
CIDADE DE MANAUS**

Íris Vargas Barros

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Eduardo de Magalhães Braga.

Belém
Agosto de 2017

**UTILIZAÇÃO DO BLOCO DE CONCRETO EM CONSTRUÇÃO DE
EMPREENHIMENTO: UM ESTUDO DE CASO NAS EMPRESAS A&B NA
CIDADE DE MANAUS**

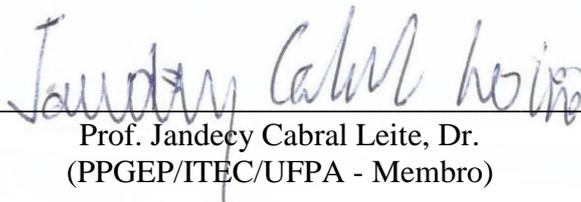
Íris Vargas Barros

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE
PÓSGRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO
PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

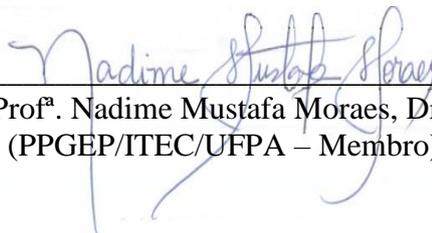
Examinada por:



Prof. Eduardo de Magalhães Braga, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA - Orientador)



Prof. Jandecy Cabral Leite, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA - Membro)



Prof.ª Nadime Mustafa Moraes, Dr.ª.
(PPGEP/ITEC/UFPA – Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

AGOSTO DE 2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Barros, Iris Vargas, 1973-
Utilização do bloco de concreto em construção
De empreendimento: um estudo de caso nas empresas a&b na
cidade de Manaus / Iris Vargas Barros - 2017.

Orientador: Eduardo de Magalhães Braga

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal
do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Processos, 2017

1.Engenharia de produção. 2. Blocos de concreto -
Utilização. 3. Processos de fabricação I. Título

CDD 22. ed. 658.5
CDD 22.ed.660.284245

À minha família e a todas as pessoas que me ajudaram no caminho na busca do conhecimento. Aos profissionais, que fazem de suas profissões um gesto de amor à vida, e que são comprometidos com a ética e com melhorias em prol do bem estar da humanidade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ser a razão de nossa existência, e por me permitir galgar mais um degrau na escala do conhecimento, com humildade e esperança, e que sempre me deu forças para continuar nesta caminhada.

Às Empresas: Supermercado X, Condomínio Y, Empresas A e B por terem autorizado as visitas e registros fotográficos, bem como pelo repasse das informações necessárias à elaboração dessa dissertação e que, ao concederem a autorização para a coleta de dados, contribuíram para o avanço das pesquisas na área de engenharia de processos, na cidade de Manaus.

Ao orientador Prof^o. Dr. Eduardo de Magalhães Braga pelo apoio e atenção dispensada, o que conferiu valiosa ajuda em todas as fases da dissertação.

Estendo ainda meus agradecimentos a todo corpo docente do Mestrado em Engenharia de Processos do ITEGAM/ UFPA, pelos conhecimentos compartilhados. À minha família pelo afeto, compreensão e apoio constante.

Aos meus alunos, maior motivação, para a busca do meu aprimoramento profissional na área docente.

Aos amigos, com os quais compartilho minha fé, que suportam as minhas variações de humor e me incentivam nos momentos de desânimo.

Aos profissionais, com os quais pude aprender e que hoje posso desfrutar de suas amizades.

Enfim, a todos que foram citados e não citados, e que contribuíram, de forma direta ou indireta para a realização desse trabalho, e que com sua generosidade, contribuíram de alguma forma, para o meu aprimoramento pessoal e profissional, meus sinceros e eternos agradecimentos!

“Ninguém pode construir em teu lugar as pontes precisas para atravessar o rio da vida-ninguém exceto tu, só tu”.

Nietzsche

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

**UTILIZAÇÃO DO BLOCO DE CONCRETO EM CONSTRUÇÃO DE
EMPREENHIMENTO: UM ESTUDO DE CASO NAS EMPRESAS A&B NA
CIDADE DE MANAUS**

Íris Vargas Barros

Agosto/2017

Orientador: Eduardo de Magalhães Braga

Área de Concentração: Engenharia de Processos

O objetivo geral dessa dissertação foi analisar em duas empresas na cidade de Manaus, e a caracterização do processo de produção dos blocos de concreto, demonstrando a viabilidade técnica de produção. Quanto à metodologia, trata-se de um estudo de caso realizado nas Empresas A e B, localizadas na cidade de Manaus, cuja atividade principal é a produção de blocos de concreto e visitas a duas obras (Supermercado X e Condomínio Y) que utilizaram blocos de concreto em suas construções, o que possibilitou atingir os objetivos desta dissertação, enfocando ainda as vantagens de utilização advindos dos blocos de concreto. Os resultados revelam que as vantagens dos blocos puderam ser verificadas nas edificações do Supermercado X e do Edifício Residencial Y, ressaltando-se que, uma das principais vantagens dos blocos de concretos é que eles são vazados e permitem a passagem de canos e tubulações para as instalações elétricas e hidráulicas. Nas Empresas A e B, o processo de produção segue os padrões técnicos dentro das especificações de profissionalização e domínio das técnicas, no entanto, apresentam algumas falhas relacionadas ao protótipo do bloco de concreto, e armazenagem do produto, no que se refere à paletização. No entanto, com a implantação das melhorias apresentadas nessa dissertação, as Empresas A e B, poderão a partir da redefinição do protótipo apresentado, com novas formas e dimensões redefinirem ainda o projeto de suas famílias de blocos, passível de serem viabilizadas em escala industrial.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**USE OF THE CONCRETE BLOCK IN BUILDING CONSTRUCTION: A CASE
STUDY IN A & B COMPANIES IN THE CITY OF MANAUS**

Íris Vargas Barros

August/2017

Advisor: Eduardo de Magalhães Braga

Research Area: Process Engineering

The general objective of this dissertation was to analyze in two companies in the city of Manaus how the production process of concrete blocks is characterized, demonstrating their technical viability of production. About the methodology, it is a case study carried out in the Companies A and B, located in the city of Manaus, whose main activity is the production of concrete blocks and visits to two works (Supermarket X and Condominium Y). Used concrete blocks in their constructions, which allowed to reach the objectives of this dissertation, focusing also the advantages of use coming from concrete blocks. The results reveal that the advantages of the blocks could be verified in the buildings of the Supermarket X and the Residential Building Y, emphasizing that one of the main advantages of concrete blocks is that they are leaked and allow the passage of pipes and pipes for electrical and hydraulic installations. In the A and B Companies, the production process follows the technical standards within the specifications of professionalization and mastery of the techniques, however, they present some failures related to the prototype of the concrete block, and storage of the product, as far as the palletization is concerned. However, with the implementation of the improvements presented in this dissertation, the Companies A and B, can from the redefinition of the presented prototype, with new forms and dimensions redefine the project of their families of blocks, which can be made viable on an industrial scale.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1- MOTIVAÇÃO.....	1
1.2- OBJETIVOS.....	4
1.2.1- Objetivo geral.....	4
1.2.2 - Objetivos específicos.....	4
1.3- CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	5
1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	5
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1 - ALVENARIA: BREVE HISTÓRICO NO MUNDO E NO BRASIL.....	7
2.2 - CONCEITO, FUNÇÕES E PROPRIEDADES DA ALVENARIA.....	19
2.3 - BLOCOS DE CONCRETO.....	20
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
3.1 - MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADO NA DISSERTAÇÃO.....	29
3.1.1 - Método de abordagem.....	29
3.1.2 - Quanto à natureza da pesquisa.....	30
3.1.3 - Quanto às finalidades da pesquisa.....	30
3.1.4 - Quanto aos meios de investigação.....	31
3.2 - MATERIAIS: COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS.....	32
3.2.1 - Tratamento e análise dos dados.....	33
3.3 - ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS DA PESQUISA.....	34
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 - ESTUDO COMPARATIVO DAS EMPRESAS A E B.....	35
4.2 - PROJETOS EXECUTADOS EM BLOCOS DE CONCRETO NA CIDADE DE MANAUS.....	47
4.3 - PROPOSTA DE MELHORIAS.....	53
CAPÍTULO 5 -CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	61
5.1 - CONCLUSÕES.....	61
5.2 - SUGESTÕES.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Pirâmide do Egito.....	8
Figura 2.2	Farol de Alexandria.....	9
Figura 2.3	Catedral de Reims.....	10
Figura 2.4	Edifício Monadnock.....	11
Figura 2.5	Edifício de Zurich na Suíça no ano de 1957.....	13
Figura 2.6	Hotel Excalibur – Las Vegas.....	14
Figura 2.7	Casa de taipa.....	15
Figura 2.8	Edifício Martinelli – São Paulo.....	16
Figura 2.9	Conjunto habitacional Central Parque da Lapa com 4 e 12 pavimentos.....	17
Figura 2.10	Edifício Muriti.....	18
Figura 3.1	<i>Design</i> da metodologia utilizado na dissertação.....	29
Figura 4.1	Portifólio de blocos que a empresa A produz e vende.....	35
Figura 4.2	Agregados (areia e cimento) armazenados ao ar livre.....	36
Figura 4.3	Misturador e máquinas utilizadas. Compensado para colocar o bloco de concreto.....	36
Figura 4.4	Fôrma para fazer o bloco de concreto. O bloco saindo concluído da máquina.....	37
Figura 4.5	Pinça elétrica. Estante de ferro, que são organizados os bloco de concreto.....	38
Figura 4.6	Armazenamento no pátio (secagem na sombra, durante 24 horas) e armazenamento final do produto.....	38
Figura 4.7	Modelos de blocos que a empresa A produz e vende.....	39
Figura 4.8	Entrada da empresa B.....	39
Figura 4.9	Fachada e ambiente interno do escritório da empresa B.....	40
Figura 4.10	Armazenagem dos materiais (areia e cimento) da empresa B.....	41
Figura 4.11	Trator para transportar os materiais e usina de concreto com silos de dosagem.....	41
Figura 4.12	Tanque de água e máquina utilizada pela empresa B.....	42
Figura 4.13	Máquina misturadora. Bloco de concreto para piso e máquina de escovar o bloco.....	42

Figura 4.14	Funcionário tirando o bloco e estante de ferro onde ficam os blocos de concreto.....	43
Figura 4.15	A empilhadeira transportando a estante de ferro para o galpão do processo de cura.....	43
Figura 4.16	Misturador utilizado dos blocos de concreto para as paredes.....	44
Figura 4.17	Levando a massa pela esteira. Máquina utilizada pela Empresa B. Bloco sendo concluído.....	44
Figura 4.18	Funcionário medindo o bloco e levando para o processo de cura.....	45
Figura 4.19	Embalando os blocos para armazenamento no pátio. Caminhão para transportar ao cliente.....	45
Figura 4.20	Portifólio de blocos que a empresa B produz e vende.....	46
Figura 4.21	Modelos de blocos e seus detalhes.....	46
Figura 4.22	Rampa de entrada e fachada da entrada feita com vedação de bloco de concreto.....	48
Figura 4.23	Preparando a massa, colocando o bloco após a massa e fazendo a vedação da parede.....	49
Figura 4.24	Paredes faltando o acabamento. Um grande vão na parte interna e parede já terminada.....	50
Figura 4.25	Parte do estacionamento.....	50
Figura 4.26	Fachada do supermercado X - Obra concluída.....	51
Figura 4.27	Planta do projeto do edifício residencial Y.....	51
Figura 4.28	Fachada sem acabamento. Fachadas em fase de acabamento e concluídas.....	52
Figura 4.29	Área externa do condomínio e fachada atual.....	53
Figura 4.30	Representação original em planta baixa do bloco principal e dimensões dos encaixes das faces horizontais (cotas em mm)....	54
Figura 4.31	Representação original da perspectiva isométrica do bloco principal.....	55
Figura 4.32	Representação em planta baixa do bloco principal pelo Autodesk AutoCAD 2018 e modelagem 3D do bloco principal pelo Trimble Sketchup pro 2017.....	56
Figura 4.33	Renderização em 3D do bloco principal pelo Kerkythea 2008	56

	Echo Edition.....	
Figura 4.34	Representação da paletização (cotas em cm).....	57
Figura 4.35	Representação da paletização e formas de empilhamento de blocos com altura reduzida.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Classificação das paredes.....	24
Tabela 2.2	15 principais vantagens do uso do bloco de concreto na alvenaria estrutural.....	25
Tabela 2.3	Classificação dos agregados.....	27
Tabela 2.4	Classificação dos blocos de concreto quanto ao uso.....	28

NOMENCLATURA

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
A.C	ANTES DE CRISTO
CM	CENTÍMETROS
EPIs	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL
FCK	RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONCRETO
H/T	ALTURA/LARGURA
IPTU	IMPOSTO PREDIAL E TERRITORIAL URBANO
KN	KILO NEWTON
MPa	MEGA PASCAL
M	METRO
MM	MILÍMETRO
M ²	METRO QUADRADO
NBR	NORMAS BRASILEIRAS
SEBRAE	SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - MOTIVAÇÃO

A atividade da construção civil é uma das mais antigas que o homem tem exercido, desde os tempos antigos até hoje. De modo particular, nas últimas décadas, fizeram-se necessárias algumas adaptações para levar em consideração a evolução das técnicas, dos hábitos e das novas tendências nessa área.

No mundo e no Brasil, quando se fala em blocos de concreto, a obra intitulada “*Structural Masonry*” que foi publicada no ano de 1971, é referência em teorias sobre alvenaria, sendo considerada uma obra clássica. E embora a obra date de 46 anos atrás, as ideias de SAHLIN (1971) continuam atuais e serão referenciadas nesse trabalho, pois são pertinentes ao assunto, e estimulam os estudos e pesquisas acadêmicas acerca do tema.

SAHLIN (1971) esclarece que, o bloco vazado de concreto pode ser definido como “um elemento de alvenaria cuja área líquida, descontadas as áreas máximas dos vazios, é igual ou inferior a 75% da área bruta, área sem descontos das áreas dos vazios”.

Em conformidade com a NBR 12.118 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2006), para que os blocos de concreto atinjam níveis elevados de racionalização da construção das paredes de alvenaria, é necessário que sejam analisados quanto à conformidade, obedecendo aos requisitos e critérios estabelecidos nessa norma.

De acordo com as exigências da NBR 12.118 - ABNT (2006), dentre os requisitos a serem respeitados pelos blocos de concreto, destacam-se os seguintes: análise dimensional, determinação de absorção de água e área líquida, resistência à compressão e retração por secagem, contribuindo para a qualidade do produto final.

SAHLIN (1971) destaca que, “a espessura das juntas de argamassa é de fundamental importância no estabelecimento da resistência à compressão das paredes de alvenaria”. Sua variação para mais ou para menos altera a resistência dos elementos, sendo que essa variação ocorre em virtude da junta de argamassa “ser a parte frágil da

alvenaria, sendo assim, as resistências mais altas são obtidas com juntas menos espessas e relações mais baixas de espessura de junta e altura do bloco”.

Outro detalhe destacado por SAHLIN (1971), está relacionado à determinação de absorção de água, por exemplo, afirmando que, a relação entre a sucção das unidades de alvenaria e a retenção de água das unidades “pode ser tal que uma camada pouco espessa de argamassa esteja próxima de secar totalmente em um curto intervalo de tempo”. Nesse caso, “a aderência entre a argamassa e o bloco será prejudicada e fissuras aparecerão entre as unidades e a argamassa endurecida”.

A realidade da utilização dos blocos de concreto na construção civil vem aos poucos se modificando com a intensificação de sua aplicação, para erguer paredes ou edifícios de diversos tipos, por exemplo. Os blocos apresentam como vantagens algumas variedades de tipos, que podem ser utilizados em diferentes situações, a exemplo dos blocos estruturais que são utilizados para fazer a sustentação do concreto ou de vedação (CASA DICAS, 2017).

GONÇALVES (2012) esclarece que, os blocos de concreto vêm sendo utilizados em larga escala nos últimos tempos, por serem produtos com boa resistência a pressões do tempo e do clima, apresentando ainda uma produção mais sustentável, haja vista que, não utiliza a terra como matéria-prima, sendo utilizado areia e cimento. Esses blocos substituem os tijolos à base de argila e vêm sendo utilizados desde a construção de muros, construção de colunas, até o fechamento de vãos, bem como em outras utilidades na construção civil.

Como bem continua observando GONÇALVES (2012), todas as vantagens técnicas dos blocos de concreto oportunizam e viabilizam a sua produção, o que gera o aproveitamento das oportunidades de negócios, possibilitando a sua comercialização em um mercado competitivo, e que demanda profissionalização e domínio das técnicas. Para ter sucesso no processo de produção dos blocos de concreto, alguns fatores devem ser levados em consideração, tais como: capacidade de investimento, de expansão, de contratação de pessoal e da concorrência, no que se refere à distribuição, adequação, produção, atualização de produtos e vendas.

Como material alternativo ao tijolo de barro na área da construção civil, a origem histórica dos blocos de concreto remonta o século XX. No Brasil, esses blocos começaram a ser produzidos no final da década de 1950, sendo que, a partir da década de 1960, o consumo e aceitação dos blocos de concreto evoluíram rapidamente, haja vista que, foi se firmando como a melhor opção em diversas situações. Já em outros

casos, como em regiões, onde a produção de tijolos de barro inexistente ou é muito pequena, trata-se da única opção. Em geral, os blocos de concreto são produzidos em fábricas que utilizam processos de toda natureza, que contemplam desde pequenas prensas artesanais até grandes conjuntos industriais totalmente automatizados, que resultam em diversos tipos de blocos para diversos tipos de aplicação (SEBRAE, 2017), creditando à indústria da construção civil, grandes progressos, decorrentes do trabalho de numerosos profissionais que se dedicam às construções de todo gênero (BAUD, 1995).

A partir deste contexto, a presente pesquisa também pretende demonstrar as vantagens dos blocos de concreto que apresentam alta qualidade e desempenho, além de dimensões padronizadas com baixa porosidade e permeabilidade, bem como alta resistência para alvenarias estruturais, que permitem serem utilizados na construção de edificações na cidade de Manaus, atendendo às diversas exigências dos consumidores, dentre os quais se destacam ainda os seguintes fatores: estética, custo, praticidade, rapidez, durabilidade e inovação.

A situação problemática que deu origem a dissertação partiu da observação efetuada por SALVADOR FILHO (2007) que afirma que há uma grande resistência por parte dos construtores em adotar novas tecnologias no processo de construção através de insumos mais modernos como os blocos de concreto, afinal, a alvenaria convencional não atende mais às exigências de qualidade e produtividade necessárias para as construções contemporâneas, ao contrário de outros setores da construção, em que muitos dos insumos utilizados, como os blocos de concreto, contemplam tecnologias avançadas que reduzem tempo, desperdícios e otimizam os custos.

A disseminação da utilização dos blocos de concreto em algumas regiões do Brasil é baixa, em decorrência de fatores como a ausência de conhecimento técnico, desde o processo de produção dos blocos, até as potencialidades de sua utilização e vantagens (LORDSLEEM JÚNIOR, 2008). E na cidade de Manaus, esse cenário não é diferente. Levando-se em consideração essa realidade, questiona-se: Na cidade de Manaus já se realiza a utilização dos blocos de concreto nas edificações e quais as principais vantagens desse produto? Nas empresas que produzem esse tipo de blocos, como se caracteriza o processo de produção?

A hipótese que norteia a pesquisa parte da premissa de que, na cidade de Manaus já se utilizam os blocos de concreto em algumas edificações, destacando-se ainda que, uma das vantagens dos blocos de concretos é que eles são vazados e permitem a

passagem de canos e tubulações para as instalações elétricas e hidráulicas. Nas empresas que produzem esse tipo de blocos, o processo de produção segue os padrões técnicos dentro das especificações de profissionalização e domínio das técnicas.

Nesta pesquisa, elegeu-se como foco de estudo, a apresentação de 2 (duas) organizações, que possuem produção de blocos de concreto, do tipo estrutural para vedação e para paginação de piso, doravante denominadas Empresa A e Empresa B, localizadas na cidade de Manaus. A pesquisa ainda foi complementada por uma pesquisa de levantamento em duas obras: Supermercado X, unidade localizada no Bairro da Alvorada; e o Condomínio Y, situado no bairro Chapada, Zona Centro-Sul da cidade de Manaus, que utilizaram os blocos de concreto em suas edificações. Os verdadeiros nomes foram mantidos em sigilo em decorrência da política de privacidade e por exigência das empresas. Essas organizações serviram de base inicial e comparativa para o desenvolvimento do trabalho e realização da proposta de melhorias ao processo produtivo.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo geral

Analisar a viabilidade técnica da produção dos blocos de concreto, demonstrando o processo de produção nas empresas A e B.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Elencar todas as fases do processo produtivo dos blocos de concreto nas Empresas A e B localizadas na cidade de Manaus, sugerindo melhorias no processo produtivo;
- Identificar a utilização dos blocos de concreto em duas edificações na cidade de Manaus;
- Mostrar a viabilidade da produção e utilização dos blocos de concreto nas edificações da cidade de Manaus, visando soluções mais econômicas e apropriadas, que possam garantir melhores resultados em termos de: qualidade, vantagens, aspectos financeiros e desempenho satisfatório.

1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

Para se justificar a escolha do tema pode-se destacar que, verificou-se, inicialmente, a carência de fábricas de produção de blocos de concreto, localizadas na cidade de Manaus, e essa dissertação poderá suprir as lacunas de informações encontradas neste setor da indústria da construção. Na esfera pessoal, o tema desse trabalho despertou o interesse, por se tratar de uma área afim com a formação da pesquisadora, que é a arquitetura.

Além disso, este trabalho também se insere em um contexto de aquecimento do mercado imobiliário, cuja dinâmica tem demandado a busca por produtos, como os blocos de concreto, e que podem ser sinônimo de garantia de qualidade, bem como permitam a racionalização da execução das edificações na cidade de Manaus.

A proposta dessa dissertação tem ainda em seu escopo a observação do aspecto ecológico, pois concorre para a minimização do desperdício proporcionado pelo homem ao trabalhar artesanalmente a fabricação dos blocos de concreto, fator este, considerado na atualidade, como de grande importância para o homem e para a natureza em geral.

Pesquisas sobre o processo de produção dos blocos de concreto e quais as vantagens de sua utilização nas edificações na cidade de Manaus ainda são escassas, e quando existentes, dedicam-se a explicar aspectos conceituais, características, gestão e estrutura, sem direcioná-la ao processo de produção e sua utilização.

Portanto, acredita-se que aqui resida uma questão concreta onde a pesquisa possa trazer grandes contribuições para o processo produtivo dos blocos de concreto, e até para o meio ambiente, evitando danos, já que é ecologicamente mais correto. Os danos ao meio ambiente podem ser agravados em decorrência do fato dos fabricantes de blocos de concreto, em sua maioria, possuir pouca informação no que se refere à normatização estabelecidas pela ABNT, bem como da ausência de infraestrutura adequada à produção desses blocos.

1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

E para atender aos objetivos da pesquisa, a presente dissertação foi dividida em cinco capítulos principais:

O **capítulo 1** apresenta a introdução, destacando a situação problemática e sua respectiva hipótese, justificando ainda a escolha do tema, seguido dos objetivos e de uma breve descrição da estrutura da dissertação.

No **capítulo 2**, está presente a revisão da literatura, onde se discorre sobre as teorias relacionadas à alvenaria e aos blocos de concreto, em seus aspectos históricos, conceituais e legais.

O **capítulo 3** foi reservado para a metodologia adotada na elaboração da dissertação, destacando os seguintes elementos: *desing* da metodologia; método de abordagem; quanto à natureza, finalidades e meios de investigação da pesquisa; coleta de dados; tratamento e análise dos dados; e para finalizar os aspectos éticos e legais da pesquisa.

No **capítulo 4**, que se caracteriza como a parte central da dissertação, apresentam-se e analisam-se os resultados, destacando inicialmente o estudo de caso realizado nas Empresas A e B. Em seguida, apresenta-se a utilização dos blocos de concreto nas obras do Supermercado X e do Condomínio Y.

O **capítulo 5** foi destinado às conclusões e sugestões.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - ALVENARIA: BREVE HISTÓRICO NO MUNDO E NO BRASIL

Reverendo a evolução da alvenaria na história da humanidade, não seria possível furta-se à perspectiva histórica que, segundo ROCHA (2013), desde os tempos pré-históricos o homem vive no interior das construções de alvenaria, sendo que na antiguidade empilhava pedras, que encontrava no leito dos rios, em busca de um abrigo, e posteriormente desenvolvendo técnicas para fabricação de tijolos.

De acordo com KALIL (2007) a alvenaria estrutural é um sistema construtivo tradicional, utilizado a milhões de anos, sendo que, “inicialmente eram utilizados blocos de rocha como elementos de alvenaria, mas a partir do ano 4.000 a.C. a argila passou a ser trabalhada possibilitando a produção de tijolos”.

Tijolo, cuja origem etimológica vem do vocábulo “adobe” era “produzido com solo argiloso, areia e água e uma proporção de material orgânico como palha e outros materiais que proporcionavam certa resistência”; Nos primórdios, eram “fabricados por simples amassamento e evoluíram para a forma retangular que existe atualmente. Secado ao sol após o preparo da massa atingia forma, resistência e condições de serem utilizados na execução de paredes e habitações”; Em seguida “aplicaram a técnica de queimar os tijolos em fornos conseguindo uma maior qualidade” (ROCHA, 2013).

NONATO (2013) complementa essas informações ao destacar que, a alvenaria como material estrutural é um método construtivo muito antigo e caracteriza-se como um sistema construtivo tradicional, utilizado desde o início das atividades humanas de executar estruturas para os mais variados fins. Através da utilização de blocos de diversos materiais, como a argila, pedra, dentre outros, foram produzidas obras que desafiaram o tempo e atravessaram os séculos e milênios, chegando até os dias atuais como verdadeiros monumentos relevantes e de referência histórica. Algumas edificações não têm grande relevância histórica geral, no entanto, levando-se em consideração, o contexto do sistema construtivo estudado, foram mencionadas.

Com base nas características dos materiais da época, os romanos e os egípcios desenvolveram técnicas construtivas, utilizando-se dos sistemas piramidal, porticado e arco. As paredes de pedras e tijolos cerâmicos eram usadas desde a antiguidade,

podendo-se citar dentre as grandes obras executadas a Pirâmide de Gizé que data de 2.600 a.C. e 3 grandes pirâmides (Figura 2.1) construída com blocos de pedras. A maior mede 147 de altura com base quadrada de 230 metros. Foram utilizados aproximadamente 2, 3 milhões de blocos de peso médio igual a 25 kilo Newton (kN) (ROCHA, 2013).



Figura 2.1 - Pirâmide do Egito.

Fonte: <<http://ce.eng.usf.edu/pharos/wonders/>>.

ROCHA (2013) ainda esclarece que, como técnica construtiva, a alvenaria passou por diversos estágios, até ser novamente identificada como um sistema que realmente agrega racionalidade, segurança e economia.

O Farol de Alexandria (Figura 2.2) é considerada como uma das maiores produções da técnica da antiguidade e foi construído pelo arquiteto grego Sóstrato de Cnido, por volta de 300 a.C. Foi erguido sobre uma base quadrada que deu origem a uma esbelta torre octogonal com cerca de 150 metros de altura, feita toda em granito. Por mais de cinco séculos, o Farol de Alexandria guiou todos os navegantes num raio de 55 quilômetros da antiga capital egípcia. Segundo relatos da época, o farol possuía um jogo de espelhos de bronze levava a luz até o topo e a emitia para o alto mar, com um

efeito era tão grandioso que era como se um sol brilhasse à noite. No século XIII, essa obra, ruiu, quando terremotos e deslizamentos tragaram boa parte de Alexandria, acabando com o brilho da "cidade dos mil palácios" (SILVA, 2014).



Figura 2.2 - Farol de Alexandria.

Fonte: <<http://www.infoescola.com/grecia-antiga/farol-de-alexandria/>>.

Ao longo dos séculos obras importantes foram executadas em alvenaria estrutural, entre elas o Parthenon, na Grécia, construído entre 480 a.C. e 323 a.C. e a Muralha da China, construída no período de 1368 a 1644 (KALIL, 2007).

Segundo NONATO (2013), as técnicas construtivas foram sendo refinadas ao longo dos séculos e acabaram produzindo resultados satisfatórios. As grandes catedrais que remontam os séculos XII e XVII e que chegaram até aos tempos atuais intactas são exemplos eloquentes. A Catedral de Reims, por exemplo, trata-se de uma catedral gótica, que pode ser citada como grande exemplo de estruturas de alvenaria com interiores que conferem sensação de amplitude e grandeza. Essa catedral, que foi construída entre os anos de 1211 e 1300 d.C. que demonstra a aprimorada técnica de se conseguir vãos relativamente grandes utilizando-se apenas estruturas comprimidas.

Na Catedral de Reims predomina vãos comprimidos, com um amplo interior em arcos que sustentam o teto, apoiados em pilares esbeltos, contraventos por arcos externos (Figura 2.3) (NONATO, 2013).



Figura 2.3 - Catedral de Reims.

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Catedral_de_Notre-Dame_de_Reims>.

De acordo com PARSEKIAN (2012), para atender à crescente demanda de habitações, a evolução industrial contribuiu para a descoberta técnicas e insumos que proporcionaram avanços na construção, e nesse contexto, as construções verticais multifamiliares foram aparecendo e sendo construídas.

Em virtude da evolução dos métodos de cálculo e da tecnologia do metal, no final do século XIX, as estruturas em aço começam a assumir o domínio das grandes obras, o que resultou em aproveitamento de espaços perdidos no então reinante empirismo da alvenaria estrutural (ROCHA, 2013).

Já no início do século XX, ROCHA (2013) esclarece que, em decorrência do aprimoramento do cimento e do domínio do aço, as estruturas em concreto armado são

marcantes e juntamente com as edificações metálicas, se tornam os sistemas estruturais predominantes até a metade desse século, não só pela menor área útil ocupada, bem como pelo custo mais baixo, no que se refere às pesadas obras em alvenaria estrutural.

SILVA (2014) complementa essas informações, destacando que, até o início do século XX, em suas diversas formas, a alvenaria, foi o principal material de construção e atualmente o tijolo, ainda é o mais velho material de construção manufaturado, em utilização. A alvenaria como suporte de edifícios foi intensivamente explorada pela humanidade.

Segundo NONATO (2013), o Edifício Monadnock (Figura 2.4) foi construído em Chicago entre os anos de 1889 a 1891, considerado uma obra ousada e consagrou-se como um símbolo clássico da moderna alvenaria estrutural, com 16 pavimentos e 65 m de altura. No entanto, em decorrência dos métodos empíricos de dimensionamento utilizados até então, as paredes na base têm 1,80 m de espessura e acredita-se que se fosse dimensionado pelos métodos atuais, e com os mesmos materiais, tal espessura não passaria de 30 cm.



Figura 2.4 - Edifício Monadnock.

Fonte: <<http://pt.scribd.com/doc/73463042/edificios-alvenaria-estrutural>>.

De acordo com PARSEKIAN (2012), ao final da década de 1940 a Europa estava destruída pela 2ª Guerra Mundial, sendo necessário reconstruir inúmeras

edificações, sendo que, nesta época, a alvenaria como estrutura estava desacreditada, por se entender que esse sistema era dispendioso, tanto em mão de obra, como no consumo de materiais, inclusive com a observação de alguns engenheiros que afirmavam que o sistema em “pórtico”, para determinados tipos de construção apresentava falhas.

Nesse contexto, fazia-se necessária a recuperação, a reorganização e os avanços nos conhecimentos sobre a alvenaria estrutural. Então, a próxima iniciativa foi a de estudar e pesquisar a utilização das paredes como suportes das lajes, afinal, faltavam informações técnicas seguras sobre o comportamento dos materiais constituintes da alvenaria e sobre modelos confiáveis de estruturas de alvenaria. Nesse sentido, várias pesquisas levaram à grande evolução na engenharia de estruturas de alvenaria, a partir do desenvolvimento de novos materiais e procedimentos de cálculo (PARSEKIAN, 2012).

Por volta de 1950, segundo relatos históricos de (ROCHA, 2013), começaram a surgir normas que permitiram calcular a espessura necessária das paredes e a resistência das alvenarias, em bases de cálculo mais racionais e experimentações laboratoriais, principalmente na Suíça. Bem sucedidos empreendimentos naquele país, parecem ser responsáveis pelo ressurgimento do sistema construtivo em alvenaria estrutural na Europa na década de 1950, quando foram construídos muitos prédios altos, com paredes bastante esbeltas em comparação com as demais construções.

Conforme ROCHA (2013), as décadas seguintes, 1960 e 1970 foram marcadas por intensas pesquisas experimentais e aperfeiçoamentos de modelos matemáticos de cálculos, com objetivo de desenvolver projetos resistentes não somente no que se refere às cargas estáticas e dinâmicas de vento e sismo, mas também para ações de caráter excepcional, como explosões e retiradas de paredes estruturais.

No mês de maio do ano de 1966, por exemplo, foi editado o primeiro código americano de alvenaria estrutural, denominado “*Recommended Building Code Requirements for Engineered Brick Masonry*”. Outro acontecimento importante que merece destaque na alvenaria estrutural data de 1967, em Austim no Texas, onde “foi realizado o primeiro congresso internacional sobre o tema. Após este evento, cujos anais publicados por Johnson se transformaram em um texto clássico”, no qual “a alvenaria começou o tornar-se reconhecida com uma estrutura racional e precisa” (SILVA, 2014).

No ano de 1957, em Zurich na Suíça foi construído o maior edifício de alvenaria estrutural da época (Figura 2.5), com 18 pavimentos, com parede internas de 25 cm e nas paredes externas com 38,5 cm na base do edifício (NONATO, 2013).

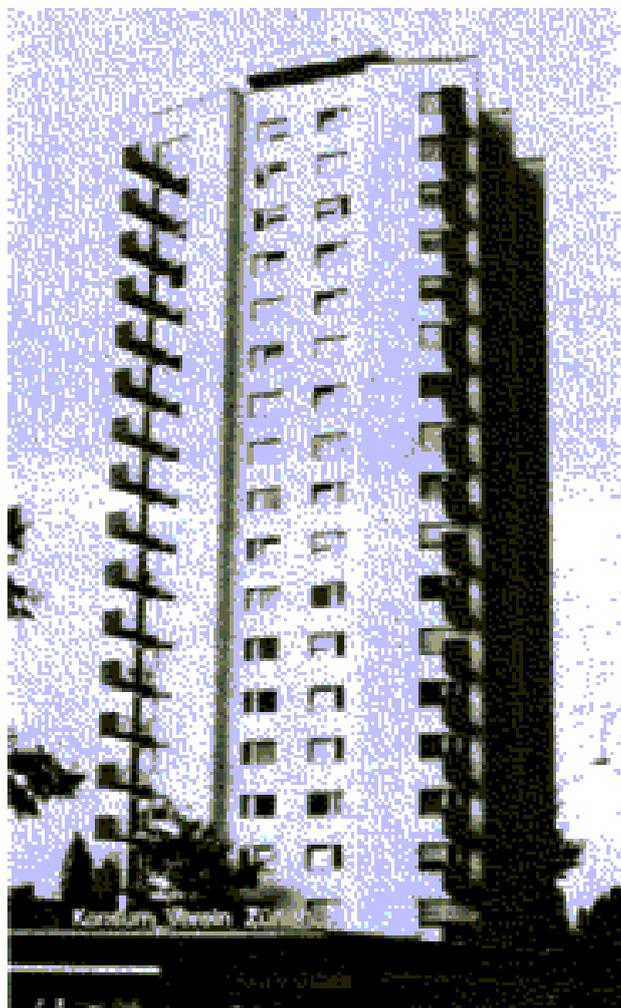


Figura 2.5 - Edifício de Zurich na Suíça no ano de 1957.
Fonte: SILVA (2014).

Conforme SILVA (2014), no ano de 1966, foi construído, em alvenaria armada na capital Denver (Colorado), a mais arrojada estrutura, até aquela data: trata-se do edifício “Park Mayfair East”, que se destacou por ser o primeiro edifício de grande altura a ser construído em zona sísmica somente em alvenaria estrutural. O edifício possui 17 pavimentos, com paredes de espessura de 27,5 cm no pavimento térreo e lajes protendidas de 35 cm, vencendo vãos de 11 m. Já esteve sujeito a distúrbios sísmicos moderados (grau superior a cinco na escala Richter) sem qualquer efeito prejudicial em sua estrutura.

Como exemplo de construção baseada no conhecimento científico desenvolvido neste século, pode-se citar o Hotel Excalibur, em Las Vegas, USA (Figura 2.6), com 28 pavimentos e blocos de 19 cm de espessura em suas paredes estruturais, suportando toda a carga do edifício, desde o 1º ao 28º andar. O Hotel Excalibur, que é considerado o mais alto edifício em alvenaria estrutural da atualidade, tem seu complexo formado por quatro torres principais, com 28 pavimentos, cada um contendo 1.008 apartamentos. As paredes estruturais foram executadas em alvenaria armada de blocos de concreto e a resistência à compressão especificada na base foi por volta de 28 MPa (SILVA, 2014).



Figura 2.6 - Hotel Excalibur – Las Vegas.

Fonte:https://www.tripadvisor.com.br/Hotel_Review-g45963-d97786-Reviews-Excalibur_Hotel_Casino-Las_Vegas_Nevada.html.

PARSEKIAN (2012) destaca que atualmente, em países como Alemanha, Inglaterra, Estados Unidos, dentre outros, a alvenaria estrutural, em decorrência das reduzidas dimensões do componente modular básico empregado (bloco), se constitui em um econômico e competitivo sistema racionalizado, que apresenta características versáteis e de fácil industrialização, atingindo níveis de cálculo, execução e controle, similares aos aplicados nas estruturas de aço e concreto. E pelas mesmas razões, As

estruturas em concreto armado, dominam grande parte da demanda do mercado de edificações residenciais e comerciais.

Reverendo a evolução da alvenaria no Brasil, também não seria possível furtar-se à perspectiva histórica que, segundo SILVA (2014), registra-se nos primórdios da colonização, a técnica da utilização da taipa (Figura 2.7), uma terra simplesmente apiloada, socada, que para adquirir a rigidez imprescindível a uma estrutura, demanda uma espessura exagerada, o que sacrifica os espaços da edificação. A taipa se difundiu largamente representando elemento preponderante na construção de prédios em que a durabilidade era a preocupação maior.

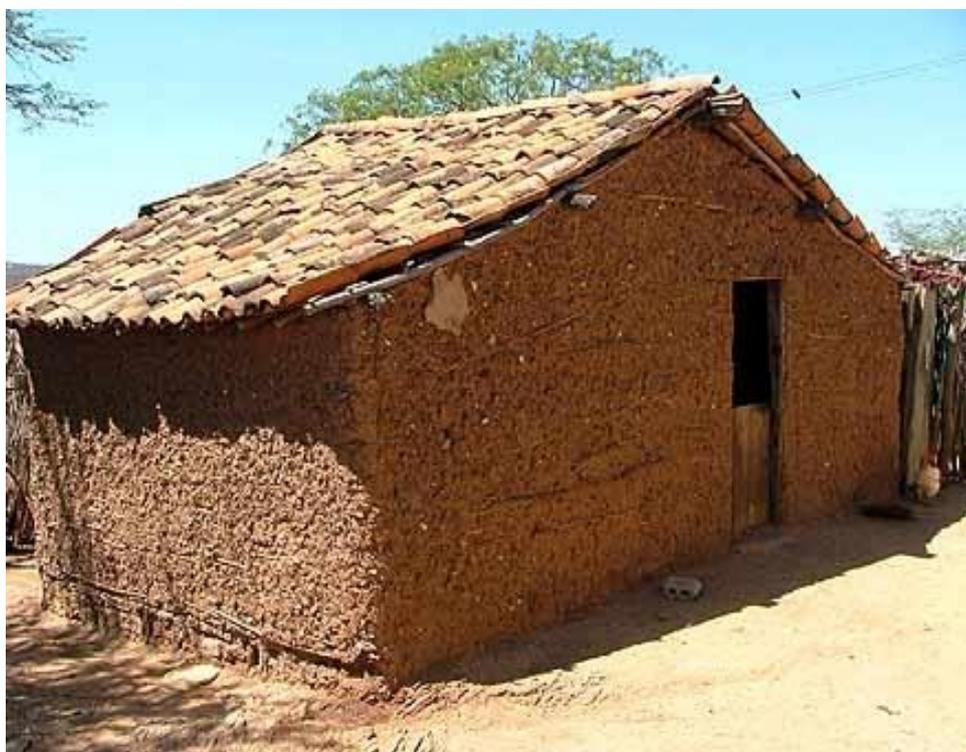


Figura 2.7 - Casa de taipa.

Fonte: <<https://br.pinterest.com/explore/taipa-958393985930/>>.

No entanto, o desenvolvimento urbano já exigia a modernização das paredes, com a finalidade de se obter maiores espaços úteis, afinal, as cidades se ampliavam, demandando ainda melhorias nas edificações urbanas, além de um aspecto estético mais compatível com as mudanças econômicas, culturais e políticas da sociedade (SILVA, 2014).

Há registros que, os primeiros blocos de concreto foram utilizados no Brasil por volta de 1940, com a construção de 2.400 residências do conjunto habitacional do

Realengo, na Cidade do Rio de Janeiro (LORDSLEEM JÚNIOR, 2008). Como bem observa SILVA (2014), a cidade de São Paulo, de modo particular, se modernizava de forma rápida, e nesse cenário urbano, surgiam os primeiros edifícios em concreto armado e as construções em aço.

Então, continua ROCHA (2013), depois da 1ª guerra mundial, a instalação da indústria de cimento Portland no Brasil sacramenta o uso das estruturas em concreto armado, construindo-se prédios de grande altura, como o Edifício Martinelli (Figura 2.8), com 30 andares, em São Paulo. A construção do edifício começou em 1922 e foi inaugurado às pressas, ainda incompleto, em 1929, com apenas 12 andares. A construção do edifício seguiu até 1934. O trabalho terminou quando o edifício tinha 30 andares (130 metros). Foi entre os anos de 1934 e 1947 o maior arranha-céu do país e, durante um tempo, o mais alto da América Latina.



Figura 2.8 - Edifício Martinelli – São Paulo.

Fonte: <<http://www.cidadedesao Paulo.com/sp/br/o-que-visitar/atrativos/pontos-turisticos/1175-edificio-martinelli>>.

No ano de 1966 foi construído o Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa” (Figura 2.9), com um complexo de 4 prédios com 12 andares, em alvenaria armada com blocos (SILVA, 2014).

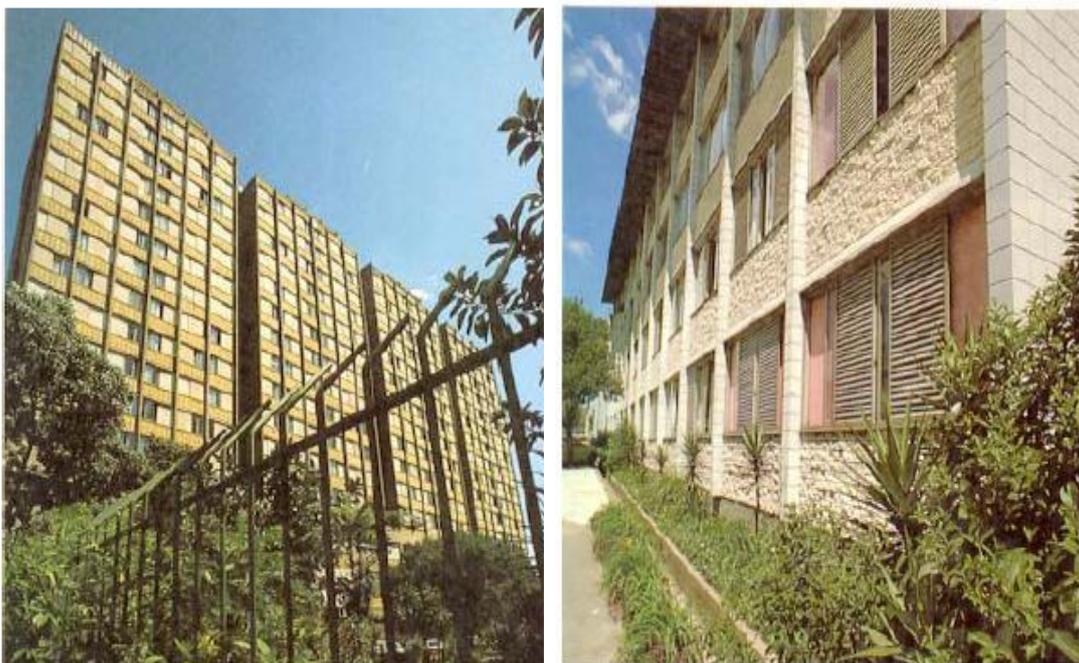


Figura 2.9 - Conjunto habitacional Central Parque da Lapa com 4 e 12 pavimentos.
Fonte: <<http://pt.scribd.com/doc/73463042/edificios-alvenaria-estrutural>>.

Com 4 pavimentos, o “Central Parque da Lapa” apresentavam blocos de concreto com 19 cm de espessura. No entanto, o marco mais importante foi a construção no ano de 1972 de 4 edifícios de 12 pavimentos, no mesmo conjunto habitacional (SILVA, 2014).

De acordo com SILVA (2014), outro edifício que ganhou destaque no período de 1970 foi o “Muriti”, em São José dos Campos, SP, construído em 16 pavimentos, com blocos de 19 cm em alvenaria armada, conforme apresentado na Figura 2.10.



Figura 2.10 - Edifício Muriti.

Fonte: <<http://pt.scribd.com/doc/73463042/edificios-alvenaria-estrutural>>.

Somente no ano de 1977, foram construídos edifícios de 9 pavimentos em alvenaria não armada utilizando blocos sílico-calcários de espessura igual a 24 cm nas paredes estruturais. A partir daí, os processos em alvenaria estrutural, também empregando blocos cerâmicos e sílico-calcários, começam a ser utilizados em franca escala, de modo particular, no estado de São Paulo, baseada nas normas americanas (PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS, 2012).

Também no ano de 1977 foi constituída a primeira comissão de norma para projeto de alvenaria estrutural. No entanto, a primeira norma sobre projeto é 1989 e trata especificamente sobre a utilização de blocos de concreto. Em decorrência da ausência de estudos, normas e cálculos, a cadeia produtiva sofreu e apresentou falhas. Atualmente no Brasil, várias edificações são construídas a partir da alvenaria estrutural, desde casas e sobrados até edifícios de médio e grande porte, sobre térreo ou em estrutura de concreto armado (pilotis) (ROCHA, 2013).

Na visão de ROCHA (2013), nas últimas décadas, dentre os diversos sistemas construtivos alternativos introduzidos no Brasil, e que tem por finalidade diminuir o déficit habitacional, a alvenaria estrutural é a mais compatível com a realidade e as

condições da cultura nacional construtiva, tanto em absorção e adequação de mão de obra, quanto da diminuição de custos e das possibilidades de racionalização, mesmo sem garantia de demanda, pois não existe uma política habitacional duradoura.

Fatores econômicos, de segurança, bem como de qualidade e rapidez de execução, proporcionam à alvenaria estrutural a capacidade de adequação tanto em obras populares, como em obras de padrões mais elevados. No entanto, mister salientar que, as pesquisas e estudos por parte dos fabricantes de blocos estruturais, sobre as modernas tecnologias que podem ser empregadas nos processos produtivos, são suportes importantes para assegurar o desenvolvimento e a permanência deste sistema no Brasil (PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS, 2012).

2.2 - CONCEITO, FUNÇÕES E PROPRIEDADES DA ALVENARIA

Em termos conceituais, pode-se definir a alvenaria como “o sistema construtivo de paredes e muros, executadas com pedras naturais, tijolos ou blocos unidos entre si de modo especial, com ou sem argamassa de ligação, em fiadas horizontais ou em camadas parecidas”, que se repetem “sobrepondo-se uma sobre as outras, formando um conjunto rígido e coeso” (BARROS, 2009).

TAUIL e NESSE (2010) complementam ressaltando que, a alvenaria é o “conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso”. Quanto à classificação, as alvenarias podem ser: “não armadas, armadas e protendidas”.

No que se refere às funções ou finalidades, a alvenaria busca dividir, organizando o espaço interior, protegendo contra ações do meio externo, oferecendo ainda o suporte de carga, além do isolamento térmico e acústico e em geral, deve atender às condições de resistência, durabilidade e impermeabilidade. Na realidade, a principal função de uma alvenaria “é de estabelecer a separação entre ambientes, e principalmente à alvenaria externa que tem a responsabilidade de separar o ambiente externo do interno”. No entanto, para cumprir esta função “deverá atuar sempre como freio, barreira e filtro seletivo, controlando uma série de ações e movimentos complexos quase sempre muito heterogêneos” (BARROS, 2009).

Segundo BARROS (2009), dentre as propriedades das alvenarias destacam-se 8 (oito) principais: “1) resistência à umidade e aos movimentos térmicos; 2) resistência à pressão do vento; 3) isolamento térmico e acústico; 4) resistência à infiltrações de água

pluvial; além de “5) controle da migração de vapor de água e regulação da condensação”; servindo ainda como: “6) base ou substrato para revestimentos em geral; oferecendo ainda “7) segurança para usuários e ocupantes; e 8) adequar e dividir ambientes”.

Sobre a capacidade de suporte, utilização, função e estrutura adotada para absorver esforços e cargas previamente, podem-se dividir as alvenarias em dois grupos: definidas em projetos, ou somente de vedação, distintas de modo particular, entre “alvenarias auto-portantes” e “alvenarias de vedação” (BARROS, 2009).

São denominadas alvenarias auto portante, aquelas “destinadas a absorver as cargas das lajes e sobrecarga, sendo necessário para o seu dimensionamento à utilização da NBR 10837 e NBR 8798”, levando-se em consideração, “que sua espessura nunca deverá ser inferior a 14,0 cm (espessura do bloco) e resistência à compressão mínima $f_{ck} \geq 4,5 \text{ MPa}$ ” (BARROS, 2009).

São denominadas de alvenaria de vedação “as montagens de elementos destinados às separações de ambientes. São consideradas apenas de vedação por trabalhar no fechamento de áreas sob estruturas”, sendo necessários “cuidados básicos para o seu dimensionamento e estabilidade” (BARROS, 2009).

2.3 - BLOCOS DE CONCRETO

Os blocos apresentados nesse subitem da dissertação formam parte de um desdobramento da alvenaria. Portanto, os fatores aqui mencionados são essenciais para a compreensão do sistema como um todo e que serviram de embasamento teórico para o estabelecimento dos parâmetros utilizados no desenvolvimento da pesquisa, apresentando-se dessa forma, os fatores mais relevantes sobre a alvenaria de blocos de concreto, divididos em duas perspectivas: a primeira aborda esse componente da alvenaria em seus aspectos históricos e conceituais; e a segunda discorre acerca do sistema construtivo, na qual se apresentam aspectos relacionados à normalização, parâmetros de projeto e execução das alvenarias.

Na década de 1950, as primeiras máquinas de produção dos blocos de concreto no Brasil, foram importadas dos Estados Unidos, marcando dessa forma os primórdios da história desses componentes no país (BARBOSA, 2004).

Nessa época, outro fato relevante e que merece destaque, foi a utilização de blocos de concreto na construção de núcleos habitacionais próximos às hidrelétricas,

sendo o resíduo da matéria prima originado na britagem dos agregados utilizados nas construções das barragens, utilizados posteriormente, como matéria prima nas construções habitacionais (MEDEIROS, 1993). Importante esclarecer que, em decorrência da modulação de seus componentes, a alvenaria estrutural tem a capacidade de incorporar um caráter coordenado e racionalizado às obras, o que contribuiu de forma significativa, para o processo de industrialização da construção civil no mundo e no Brasil (SALVADOR FILHO, 2007).

Segundo STRATI (2003), a modulação dá origem as mais complexas elaborações a partir da repetição de um único componente, sendo, portanto, a ação de modular, a essência das primeiras operações do projeto, que, pela associação do módulo à regularidade geométrica, desenvolve-se a ponto de criar conjuntos harmoniosamente concebidos, dos quais cada componente é perfeitamente relacionado ao todo. No entanto, se por um lado, a modulação está ligada a um conceito técnico do projeto, com valor lógico, por outro lado, a modulação, também é um conceito profundamente relacionado à técnica construtiva e à estrutura.

Na realidade, como bem observa SALVADOR FILHO (2007), discutir sobre os sistemas construtivos modulares como a alvenaria estrutural de blocos de concreto, “significa confrontar um vasto assunto, especialmente porque sua concepção básica, o módulo, é um tema complexo e consideravelmente ligado às primeiras etapas do projeto”. Historicamente, o advento da produção industrial foi um momento decisivo no conceito de modulação e natureza técnica do mesmo, aproximando-o à idéia de “sistema”. A partir desse momento, a construção passou a se estabelecer como um complexo formado por: várias partes, subsistemas e sistemas parciais, caracterizados pela união de uma grande quantidade de variáveis.

Continua esclarecendo SALVADOR FILHO (2007) que, sem dúvidas, um dos assuntos relacionados ao conceito de “sistema” é a viabilidade na aplicação das vantagens da pré-fabricação para a criação de espaços habitáveis, com facilidade na construção e administração, baseada na combinação de componentes já prontos que podem ser agrupados e desagrupados, em curtos espaços de tempo, e que podem garantir uma redução consistente de custos de construção e manutenção. Nesse sentido, paralelamente, pôde-se vislumbrar a possibilidade de administrar o ramo da construção, aliada à contribuição que veio no bojo da produção industrial e emprego de componentes construtivos pré-fabricados.

Os blocos de concreto representam 80% a 95% do volume da alvenaria, sendo determinantes de grande parte das características da parede: “resistência à compressão, estabilidade e precisão dimensional, resistência ao fogo e penetração de chuvas, isolamento térmico/acústico e estética”. Conjuntamente “com a argamassa, os blocos também são determinantes para a resistência ao cisalhamento, tração e para a durabilidade da obra”, sendo caracterizadas, portanto, como as unidades fundamentais da alvenaria (PARSEKIAN e SOARES *apud* ROCHA, 2013).

No que se refere especificamente à tração, SHRIVE (1982) esclarece que, a diferença de dimensões “gera tensões de tração no topo da unidade inferior, que podem ser maiores que aquelas geradas pela diferença no coeficiente de Poisson entre os materiais constituintes”. Tal diferença provoca uma concentração de tração “nas regiões próximas à face de menor área, aumentando ainda mais as características anisotrópicas das paredes na direção perpendicular às juntas horizontais de argamassa (direção de aplicação do carregamento à compressão)”.

As tensões de tração “concentram-se nos septos dos blocos e são diretamente responsáveis pela ruptura da alvenaria carregada axialmente à compressão”. De acordo com as teorias de ruína, “o bloco rompe em virtude das tensões de tração, provocadas pela diferença entre as propriedades do material do bloco e argamassa, após o início da fissuração”. Entretanto, “notam-se poucos estudos com relação a essa propriedade apesar da grande importância que ela apresenta. Assim, quanto maior a resistência à tração do bloco, maior é a resistência da alvenaria” (SHRIVE, 1982).

De acordo com KLEEMAN e PAGE (1990), a resistência aparente das unidades “pode aumentar ou diminuir de acordo com a rigidez relativa do material de capeamento e da unidade”. Esses autores, “exemplificam que um material muito deformável se expandirá bem mais lateralmente que a unidade, induzindo-a a tensões laterais de tração, resultando uma ruína prematura por fendilhamento”. Ao contrário, ou seja, de modo oposto, “a maior rigidez do material de capeamento induzirá a tensões de compressão lateral que retardarão a ruína”. Como se pode perceber, “as tensões induzidas dependem da espessura e das propriedades de deformação do material sob tensão normal e cisalhante”.

Os ensaios com blocos, realizados com MAURENBRECHER (1978) revelaram que materiais tipo borracha não são adequados, pois induzem a um rompimento prematuro.

Quanto aos prismas, DRYSDALE e HAMID (1979) afirmam que, os resultados obtidos por meio de ensaios com elementos de dois blocos “são de difícil correlação com o comportamento da parede de alvenaria”. Isso ocorre porque o confinamento do topo e base do prisma “faz com que a sua resistência seja aumentada e o modo de ruína seja alterado, prejudicando a forma normal de ruptura dos prismas (tração nas unidades segundo planos paralelos à aplicação de carga)”, e aumentando a carga necessária para rompê-lo, passando a ruína a ocorrer por cisalhamento.

Já nos ensaios realizados com prismas de três blocos, constatou-se que, o modo de ruína “permaneceu constante, sendo caracterizado pela fissuração por tração nos blocos centrais, coincidindo, portanto, com o modo de ruína das paredes de alvenaria” (DRYSDALE e HAMID, 1979). Nos ensaios com prismas de três blocos realizados por PAGE e KLEEMAN (1991), constatou-se que, o modo de ruína permaneceu constante, sendo caracterizado pela fissuração por tração nos blocos centrais, coincidindo, portanto, com o modo de ruína das paredes de alvenaria.

De acordo com os estudos de MAURENBRECHER (1980), com o aumento da razão altura/largura (h/t), “o confinamento passa a ter uma influência cada vez menor nas resistências obtidas nos ensaios”. Por exemplo, no caso de prismas de blocos vazados de concreto, “a resistência é mais influenciada pela esbeltez das paredes longitudinais e septos transversais do que pelos valores de h/t . Os capeamentos mais comuns (argamassa, enxofre, pasta de gesso e chapa de fibra)”.

A correlação entre a resistência à compressão e à tração do bloco de concreto “apresenta um maior crescimento da resistência à tração com o aumento das propriedades mecânicas dos elementos e deformação do bloco à resistência à compressão”. Provavelmente, a distinção entre as geometrias dos elementos ensaiados influencia tais comportamentos (CHEEMA e KLINGNER, 1986).

Em suas pesquisas, DRYSDALE et al. (1994) afirmam que, “as demais propriedades das unidades de alvenaria também são baseadas nessa área, desprezando os vazios incorporados às unidades”. Entretanto, esses pesquisadores afirmam que, “com o refinamento dos métodos de projeto passou-se a usar a área líquida para cálculo da esbeltez e da resistência à flexão”.

HENDRY (1998) apresenta uma série de fatores que, comprovadamente demonstram que influenciam na resistência à compressão da alvenaria, dentre os quais se destacam: “geometria da unidade, resistência da unidade, espessura da junta de argamassa, resistência da argamassa, deformação característica da argamassa, sucção

das unidades e retenção de água da argamassa”. Como características no estado endurecido, pode-se destacar que a argamassa “tem que ser suficientemente eficiente, no sentido de apresentar resistência à compressão e à aderência satisfatória, não ter retração excessiva”, ou seja, “que reduz a resistência da alvenaria à penetração de chuvas e causa fissuração nas unidades, além de ser durável”. É importante destacar ainda que, “deverá também, ser capaz de acomodar movimentações resultantes da fluência ou efeitos térmicos sem fissurar” (HENDRY, 2001).

MARZAHN (2003) por sua vez, ressalta que, a capacidade da alvenaria é determinada “a partir das propriedades dos seus componentes, por meio de ensaios padronizados, obtendo suas características básicas e permitindo a previsão da carga de ruína”.

Sobre as paredes, KALIL (2007) esclarece que, os prédios de blocos de concreto na alvenaria podem ter paredes apenas como elementos de vedação ou como responsáveis pela sustentação das cargas. As paredes são os elementos estruturais da alvenaria e dependendo da função que exercem, as paredes podem ser classificadas (Tabela 2.1) da seguinte forma:

Tabela 2.1 - Classificação das paredes.

Classificação das Paredes	Breve Descrição
Paredes de vedação	Têm apenas função de separação de ambientes internos ou de fechamento externo. Resistem apenas ao próprio peso e não tem nenhuma responsabilidade estrutural.
Paredes estruturais	Têm a função de resistir a todas as cargas verticais, de peso próprio e acidentais aplicadas sobre elas.
Paredes de contraventamento	São as paredes estruturais que, além de cargas verticais, suportam as cargas horizontais originadas principalmente pela ação dos ventos e que são paralelas ao seu plano
Paredes enrijecedoras	Servem para enrijecer as paredes estruturais, fazendo-as resistir melhor à flambagem.

Fonte: Adaptado de KALIL (2007).

No caso das paredes atuarem como elemento estrutural, pode-se ter os seguintes tipos de alvenaria: 1) blocos de concreto para alvenaria não armada, que não utiliza aço como elemento resistente à ação das cargas; 2) blocos de concreto para alvenaria armada, que é reforçada com armadura passiva de fios, barras e telas de aço as quais exercem função estrutural (KALIL, 2007).

No que se refere às vantagens na utilização dos blocos de concreto vazados, destacam-se as seguintes: “levantamento de paredes com maior velocidade, devido ao tamanho maior das peças quando comparadas aos tijolos convencionais, o que também permite que as paredes sejam erguidas com alinhamento mais definido”; além disso, “as paredes permitem a passagem de tubulações destinadas às instalações elétricas, telefônicas e sanitárias, eliminando o trabalho posterior de cortar as paredes para o embutimento das canalizações” (SEBRAE/ES, 2010).

De acordo com KALIL (2007), o uso do bloco de concreto na alvenaria estrutural oferece uma série de vantagens ao construtor em relação ao uso de processo tradicionais. Estas vantagens aparecem no tempo de execução, nos procedimentos da obra, na qualidade fina e, como consequência, no custo final de construção. Existem 15 (quinze) principais vantagens (Tabela 2.2) para o uso do bloco de concreto na alvenaria estrutural, que são:

Tabela 2.2 - 15 principais vantagens do uso do bloco de concreto na alvenaria estrutural.

Vantagens	Breve Descrição
1 ^a	Obtenção de mais economia do que em prédios estruturados;
2 ^a	Modulação perfeita, pois os blocos têm tamanhos exatos e não devem ser cortados;
3 ^a	A construção é mais rápida, pois as vigas e pilares, quando necessário, são feitos dentro do próprio bloco;
4 ^a	Utiliza-se menor quantidade de formas e, portanto, menor mão de obra em carpintaria;
5 ^a	O uso de concreto, ferragens e mão de obra de ferreiro é muito reduzido;
6 ^a	Permite a simplificação das instalações, pela ausência de necessidade de rasgos nas paredes;
7 ^a	Permite o uso de revestimento com menor espessura, geralmente menor que 6 mm internamente e 20 mm nas faces externas das paredes;
8 ^a	Os projetos são mais fáceis de detalhar e permitem maior rapidez e facilidade de execução;
9 ^a	Diminuição do número de equipes ou de subcontratados na obra;
10 ^a	Supervisão da obra realizada com extrema facilidade;
11 ^a	Os blocos oferecem ótima resistência ao fogo, além de excelentes características de isolamento térmico e acústico;
12 ^a	O sistema permite grande flexibilidade arquitetônica, pelas pequenas dimensões do bloco, permitindo com isso detalhamento estético bastante atraente;
13 ^a	Desperdício inexpressivo;
14 ^a	Organização e higiene da obra facilitada;
15 ^a	Diminuição do custo final da obra.

Fonte: Adaptado de KALIL (2007).

Conforme SALVADOR FILHO (2007), a simples repetição de um bloco, considerado o componente fundamental da alvenaria, caracteriza-se como uma operação que originou estruturas grandiosas, dentre as quais se destacam os trabalhos majestosos da arquitetura romana e os projetos de alvenaria conjugada com grandes balanços de Frank Lloyd Wright.

SALVADOR FILHO (2007) destaca que, no Brasil, a utilização de blocos de concreto na alvenaria teve início logo após o surgimento do cimento da indústria Portland, quando se começou a produzir unidades grandes e maciças de concreto, depois da 1ª guerra mundial, construindo-se prédios de grande altura, como o Edifício Martinelli, com 30 andares, em São Paulo. A partir daí vários esforços foram empreendidos para a modernização da fabricação de blocos de concreto, bem como da sua utilização na alvenaria. No entanto, os insumos, os procedimentos de dosagem e o esquema do processo produtivo, são ainda basicamente os mesmos.

Segundo FRANCO *et al.* (1994), para que os blocos de concreto ofereçam qualidade, o seu processo produtivo, deve ser realizado utilizando insumos industrializados, equipamentos de boa precisão, bem como procedimentos de dosagem e cura controlada. De acordo com LORDSLEEM JÚNIOR (2008), os blocos de concreto devem ser produzidos com agregados inertes e cimento Portland, com ou sem aditivos e moldados em prensas-vibradoras, conforme as seguintes exigências: 1) estrutural: “aplicados em alvenaria estrutural, armada e parcialmente armada, permitindo que as instalações elétricas e hidráulicas sejam embutidas na fase de elevação da alvenaria”; 2) vedação: “para fechamento de vãos, de modo a propor vãos modulados em função das dimensões dos blocos”.

Para a produção dos blocos de concreto, os agregados são muito importantes. Entende-se por agregado, “o material granular, sem forma e volume definidos, de dimensões e propriedades adequadas para o uso em obras de engenharia”. Nesse sentido, “as propriedades dos agregados são fundamentais na produção de blocos de concreto, pois interferem na aderência com a pasta de cimento, alterando a homogeneidade e a resistência do concreto” (SALVADOR FILHO, 2007).

Podem-se classificar os agregados conforme demonstrado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Classificação dos agregados.

Classificação dos Agregados	Breve Descrição
Quanto à origem	Dividem-se em naturais e artificiais.
Quanto à massa unitária	Dividem-se em leves, normais e pesados.
Quanto às dimensões de suas partículas	<p>Quanto ao tamanho de partícula dos agregados, estes recebem denominações especiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • filler: material com dimensão de partícula inferior à malha de 75µm; • areia: é o material encontrado em estado natural que passa na peneira 4,8mm; • pó de pedra: também denominado areia de brita ou areia artificial, é o material obtido por fragmentação de rocha que atravessa a peneira de 4,8mm; • seixo rolado: é o material encontrado fragmentado na natureza, quer no fundo do leito dos rios, quer em jazidas, retido na malha de 4,8mm; • brita: é o material obtido por trituração de rocha e retido na peneira 4,8mm. <p>Por razões de normalização de malha e designação comercial, as britas recebem as seguintes classificações: pedrisco: de 4,8 a 9,5mm; brita 1: de 9,5 a 19mm; brita 2: de 19 a 38mm; brita 3: de 38 a 76mm; pedra-de-mão: maior que 76mm, também chamada rachão; usada em gabiões.</p>

Fonte: Adaptado de SALVADOR FILHO (2007).

SALVADOR FILHO (2007) ainda destaca que, a classificação dos agregados no que se refere às suas formas e dimensões, assume grande relevância para “garantir um bom arranjo no concreto, de forma que se possa obter um material com menor índice de vazios, melhorando assim suas propriedades físicas e mecânicas”. Além dos requisitos físicos, devem-se levar em consideração ainda, “os aspectos econômicos: o concreto deve ser produzido com materiais que tenham custo compatível com a vida útil prevista para a obra”. Entretanto, a distribuição granulométrica dos agregados que compõem os concretos “pode ser composta, a partir de duas ou mais composições, de modo a obter um produto com alta densidade a partir do empacotamento das partículas”, de tal forma, “que os espaços entre as partículas maiores são preenchidos pela classe de partículas imediatamente menor e, assim sucessivamente”.

No que se refere à utilização, os blocos de concreto (Tabela 2.4), podem ser classificados, segundo a NBR 6136 (2006) da seguinte forma:

Tabela 2.4 - Classificação dos blocos de concreto quanto ao uso.

Classificação	Breve Descrição
Classe A	Com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo;
Classe B	Com função estrutural para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;
Classe C	Com função estrutural para uso em elemento de alvenaria acima do nível do solo;
Classe D	Sem função estrutural para uso de elemento acima do nível do solo.

Fonte: Adaptado de LORDSLEEM JÚNIOR (2008).

De acordo com ROCHA (2013), a ABNT NBR 15961-1/2011 e a ABNT NBR 6136/2006 especificam os procedimentos de projeto e ensaios pertinentes aos blocos de concreto. Em conformidade com essa legislação, os blocos de concreto são fabricados em todas as regiões do Brasil, podendo ter sua resistência controlada em função do traço adotado, e que podem chegar a valores entre 4,0 a 20,0 MPa, o que permite sua utilização em edifícios baixos e altos.

No que se refere ao processo produtivo, os blocos de concreto são fabricados a partir de uma mistura cimento-areia-pedrisco, mais aditivos, moldados em formas e vibro-prensados. Nas empresas mais modernas, que fabricam esses blocos e que possuem cura a vapor, todo o processo produtivo é totalmente automatizado, desde a dosagem com controle de umidade, até a montagem das pilhas finais (ROCHA, 2013).

Conforme ROCHA (2013), o requisito funcional dos blocos para se construir uma parede eficiente são: “resistência a esforços mecânicos, durabilidade frente a agentes agressivos, estabilidade e precisão dimensional”. Outras características importantes são: “os parâmetros físicos (densidade aparente, condutibilidade térmica, absorção total), que determinam as características da parede (resistência ao fogo, à penetração de chuva, isolamento térmico e acústico)”. Além disso, os requisitos de ordem estética também devem ser levados em consideração.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo tem como finalidade apresentar os procedimentos metodológicos empregados durante o desenvolvimento da pesquisa, os métodos utilizados, as empresas similares estudadas anteriormente, para subsidiarem o trabalho, coleta de dados, análise dos dados e resultados encontrados. Primeiramente, na Figura 3.1 se apresenta o desenho proposto para o estudo em questão.

3.1 - MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADO NA DISSERTAÇÃO



Figura 3.1 - *Design* da metodologia utilizado na dissertação.

Conforme VERGARA (2004), a metodologia escolhida para a realização do estudo consiste, por primazia, o enfoque maior para o reconhecimento científico do trabalho proposto. Os procedimentos metodológicos variam conforme as peculiaridades de cada pesquisa, e com base na taxionomia proposta pela autora, classificam-se em: quanto ao método de abordagem, quanto à natureza, quanto às finalidades e quanto aos meios, que são apresentados brevemente a seguir.

3.1.1 - Método de abordagem

Na elaboração do trabalho, utilizou-se o método dedutivo de pesquisa. Segundo GIL (2007), nesse método “parte-se dos princípios reconhecidos como verdadeiros, possibilitando conclusões de maneira puramente formal”, ou seja, “parte-se do geral e, a seguir, desce ao particular”, partindo-se dos conceitos mais abrangentes, para os

específicos. O método dedutivo foi o mais indicado para a presente pesquisa, haja vista, discorreu-se primeiramente sobre a alvenaria em seus aspectos históricos e conceituais, para em seguida discorrer sobre os blocos de concreto.

3.1.2 - Quanto à natureza da pesquisa

A presente pesquisa contemplou uma perspectiva qualitativa. Tanto na coleta como na análise de dados foi realizada uma abordagem qualitativa para subsidiar a análise dos dados da dissertação.

Segundo MEZZARROBA e MONTEIRO (2008), a pesquisa qualitativa “não vai medir dados, mas, antes, procurar identificar suas naturezas”. Na pesquisa qualitativa, “a compreensão das informações é feita de uma forma mais global e interrelacionada com fatores variados, privilegiando contextos”. A pesquisa qualitativa “também pode possuir um conteúdo altamente descritivo e pode até lançar mão de dados quantitativos incorporados em suas análises”, no entanto, “o que vai preponderar sempre é o exame rigoroso da natureza, do alcance e das interpretações possíveis para o fenômeno estudado e (re) interpretado de acordo com as hipóteses estrategicamente estabelecidas pelo pesquisador”.

Buscando ampliar a compreensão acerca da viabilidade técnica na produção de blocos de concreto para uso nas edificações na cidade de Manaus, a abordagem qualitativa apresentou-se como a mais indicada, haja vista que, a pesquisa qualitativa permitiu uma compreensão mais detalhada dos processos de produção dos blocos de concreto, ao invés de uma pesquisa meramente quantitativa de variáveis relacionadas, o que permitiu uma nova perspectiva.

3.1.3 - Quanto às finalidades da pesquisa

Esta dissertação enquadra-se na categoria exploratória. De acordo com VERGARA (2004), nesse tipo de pesquisa se investiga no setor em estudo, “uma área na qual há pouco conhecimento sistematizado”. Na cidade de Manaus, há uma carência de estudos sobre a viabilidade técnica na produção de blocos de concreto para uso nas edificações.

A pesquisa também se enquadra como descritiva, pois com base na explicação de VERGARA (2004), é um tipo de pesquisa, cujo objetivo é expor as características de

um fenômeno ou população, sem a obrigatoriedade de explicação desses fenômenos, muito embora auxilie na explicação, se expondo ainda características de determinado fenômeno, ou seja, buscou-se descrever a viabilidade técnica na produção de blocos de concreto para uso nas edificações.

3.1.4 - Quanto aos meios de investigação

Quanto aos meios de investigação, trata-se de uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso. A pesquisa bibliográfica foi realizada em livros referentes ao tema proposto, artigos científicos, pesquisa disponibilizada na *web*, consultas às normas técnicas exigidas na área da construção civil, legislação pertinente ao assunto pesquisado, em vários âmbitos, e, outros instrumentos necessários como teses, dissertações e relatórios empresariais.

Para fundamentar e validar a pesquisa, além das técnicas empregadas, a pesquisa bibliográfica foi muito importante, com destaque para a origem da alvenaria, desde os primórdios, seu desenvolvimento e expansão no Brasil, com ilustrações comprobatórias das construções que empregaram os blocos de concreto, para, posteriormente, na apresentação e discussão dos resultados, dar uma maior ênfase nas construções existentes na cidade de Manaus/AM.

A pesquisa bibliográfica, em qualquer trabalho, se reveste de grande importância para os trabalhos acadêmicos, por ser de uso muito frequente e por explicar e responder problemas dentro de uma dimensão teórica (JOHANN, 1997).

LAKATOS e MARCONI (2003) complementam esclarecendo que, a pesquisa bibliográfica contempla toda a literatura disponível acerca do objeto de estudo que variam desde livros, jornais, revistas, teses, dissertações, até informações disponibilizadas em meios eletrônicos. Esse tipo de pesquisa coloca o pesquisador em contato com o que foi escrito sobre o tema, permitindo-lhe tirar suas próprias conclusões.

Empregou-se, preliminarmente, a apresentação de 2 (duas) organizações, que possuem produção de blocos de concreto, do tipo estrutural para vedação e para paginação de piso, doravante denominadas Empresa A e Empresa B, cujos verdadeiros nomes das empresas foram mantidos em sigilo em decorrência da política de privacidade e por exigência das empresas, localizadas na cidade de Manaus, que serviram de base inicial e comparativa para o desenvolvimento do trabalho e realização

da proposta de melhorias para as falhas identificadas. O estudo foi complementado através de uma pesquisa de levantamento em duas obras: Supermercado X unidade, localizada no Bairro da Alvorada; e o Condomínio Y, situado no bairro Chapada, Zona Centro-Sul da cidade de Manaus.

3.2 - MATERIAIS: COLETA E TRATAMENTOS DOS DADOS

Durante a coleta de dados, em cada uma das empresas estudadas (A e B), foi disponibilizado um funcionário para apresentar todo o funcionamento da empresa, no que se refere à parte produtiva.

O estudo de caso é um estudo empírico que “investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre fenômeno e o contexto não são claramente definidas” e no qual são utilizadas várias fontes de evidência. O estudo de caso pode ser utilizado tanto em pesquisas exploratórias, quanto descritivas (YIN, 2015).

Durante a realização do estudo de caso, todas as informações foram coletadas através de fontes primárias, por meio de visitas a essas empresas e coleta de dados *in loco*, realizada através de uma fonte primária (observações) e informações sobre a parte produtiva, com funcionários das Empresas A e B. É importante ainda salientar que a visita a essas empresas e a realização da coleta de dados com seus respectivos funcionários, só foi possível em decorrência da anuência das empresas.

A pesquisadora optou pela coleta de dados com os funcionários da produção, em virtude do fato de que as variáveis que compõem o estudo só poderiam ser respondidas pelos funcionários da área produtiva, que conhecem bem o processo de produção, e não pelos proprietários ou gestores administrativos das empresas.

Segundo Bicudo (2000), o sujeito ou sujeitos da pesquisa, são escolhidos pelo pesquisador por sua relevância em relação ao investigado, podendo, inclusive ser o próprio investigador. Se o sujeito que descreve for o investigador, ele deverá descrever o modo pelo qual sente o fenômeno, e, também, poderá descrever o modo pelo qual vê outros sujeitos manifestando suas percepções sobre algum fenômeno, haja vista que, o fenômeno pode se manifestar sob diferentes perspectivas e o ponto que se está pondo em destaque é a descrição do percebido como modo de obtenção dos dados.

Os dados que serviram de suporte para a pesquisa foram extraídos, durante o contato direto com os envolvidos das empresas, e em outras obras que utilizam o bloco

de concreto nas construções em andamento na cidade de Manaus, e, ainda, em levantamentos realizados através de pesquisa na rede *web*, dos equipamentos que também foram objeto desse estudo.

Não foi permitido, por parte das empresas visitadas a análise dos relatórios e outros documentos administrativos, porém, a observação foi realizada, extraindo-se alguns aspectos relativos à organização, à cultura organizacional da empresa, aspectos esses observados sem outra intermediação. Por fim, foi realizado um levantamento dos insumos dos materiais que são empregados para a construção dos blocos de concreto.

3.2.1 - Tratamento e análise dos dados

Da pesquisa bibliográfica foram selecionadas as informações pertinentes, se estabelecendo as relações entre os objetivos propostos e os dados coletados. A partir daí, se verificou a consistência das informações coletadas, realizando-se uma leitura seletiva e analítica, que posteriormente, deu origem à dissertação. Os resultados foram apresentados de forma qualitativa, sendo analisados à luz do constructo teórico-metodológico apresentado, onde foram estabelecidas articulações entre a revisão bibliográfica e os dados coletados, respondendo às questões da pesquisa, quanto aos objetivos da mesma.

Os resultados foram descritos em um relato e analisados posteriormente, utilizando-se da pesquisa bibliográfica levantada sobre o assunto, além do conhecimento da pesquisadora em relação ao tema e às empresas estudadas.

De acordo com GIL (2007), os processos de análise e interpretação, “aparecem sempre estreitamente relacionados, apesar de conceitualmente distintos”. A análise tem como finalidade “organizar e resumir os dados de forma tal que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação”. Já a interpretação tem como finalidade “a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos”. No entanto, importante ressaltar que, nos estudos de caso, “não se pode falar num esquema rígido de análise e interpretação”.

3.3 - ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS DA PESQUISA

Quanto aos aspectos éticos e legais, foram respeitadas todas as normas preconizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), quanto às referências consultadas e citadas, bem como a anuência das empresas pesquisadas, no que se refere à divulgação dos dados. A visita a essas empresas e a realização da coleta de dados, só foi possível em decorrência da anuência e autorização para a coleta de dados necessários à realização dessa pesquisa. Os dados coletados foram utilizados tão somente para a elaboração da dissertação, comprometendo-se a pesquisadora a utilizar os dados coletados, exclusivamente para os fins de pesquisa acadêmica e oportunamente, para divulgação através de publicações em periódicos e/ou revistas científicas.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - ESTUDO COMPARATIVO DAS EMPRESAS A E B¹

A seguir, será descrito um correlato e análise sobre os estudos de casos citados neste trabalho que servirão como suporte para a proposta da dissertação. A cidade de Manaus ressenete-se de fábricas de blocos de concreto, sendo muito pequeno o número existente, porém, escolhida a Empresa A, iniciou-se o trabalho investigativo em novembro de 2016, do processo produtivo dos blocos de concreto, único produto por lá produzido.

A Empresa A é constituída por 7 (sete) funcionários, a saber: na área administrativa: proprietário atuando na área de vendas e administrativa; 1 (um) gerente; 5 (cinco) atuando na área operacional propriamente dita. Há 10 (dez) anos está instalada no mercado de Manaus produzindo blocos de concreto para vedação como para paginação externa de ambientes, conforme demonstrado na Figura 4.1.

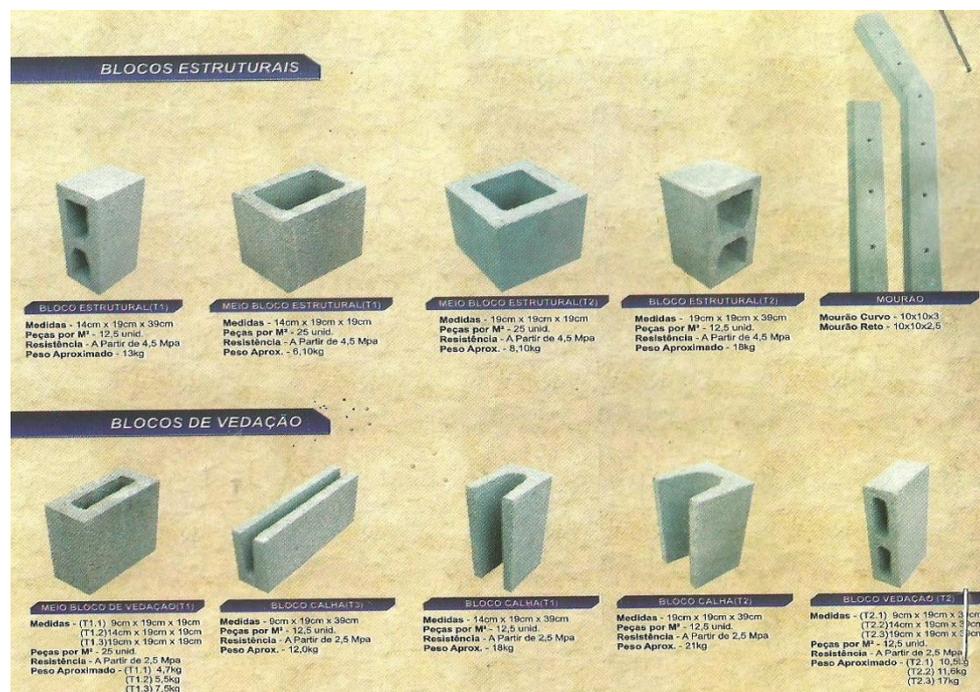


Figura 4.1 – Portifólio de blocos que a Empresa A produz e vende.
Fonte: Material fornecido pela Empresa A (2016).

¹ Os nomes foram mantidos em sigilo, em virtude da política de privacidade e exigência das empresas.



Figura 4.2 - Agregados (areia e cimento) armazenados ao ar livre.

Na Empresa A, o processo produtivo da fabricação de blocos de concreto é realizada através de máquinas simples, sem automatização no processo. O processo produtivo ocorre do seguinte modo: os agregados, areia e cimento (Figura 4.2), chegam por caminhão, onde é guardado separadamente cada componente.

O preparo do concreto se dá com os materiais chegando por esteiras até alcançar o misturador. Cada tipo de bloco tem um traço diferenciado, que é a proporção entre água, cimento e agregado, dependendo da finalidade que lhe será atribuída, seja para vedação ou estrutural. O concreto é depositado na fôrma e segue para a prensagem que se verifica em outra máquina, conforme demonstrado na Figura 4.3.



Figura 4.3 - Misturador e máquinas utilizadas. Compensado para colocar o bloco de concreto.

A fôrma, por sua vez tem modelos variados, cada uma de acordo com a finalidade a que se destina. Nesta etapa o processo produtivo do bloco se conclui conforme pode ser visualizado na Figura 4.4.



Figura 4.4 - Fôrma para fazer o bloco de concreto. O bloco saindo concluído da máquina.

Terminado a feitura dos blocos, estes são alocados em cima de um compensado que é transportado através de uma máquina chamada pinça elétrica (Figura 16), que é utilizada para a retirada das tábuas com os blocos prontos na saída da máquina, conduzida por um operário para uma estante de ferro (Figura 4.5), aguardando o tempo necessário para o processo de secagem do concreto.



Figura 4.5 - Pinça Elétrica. Estante de ferro, que são organizados os bloco de concreto.

Os blocos são empilhados e levados para a secagem na sombra (Figura 4.6), durante o período de 24 horas, para em seguida serem armazenados de forma final, conforme demonstrado na Figura 4.6, até a realização da venda para o consumidor.



Figura 4.6 - Armazenamento no Pátio (secagem na sombra, durante 24 horas) e armazenamento final do produto.

Como exemplos, em seguida na Figura 4.7, apresentam-se dois modelos que a Empresa A produz e vende.



Figura 4.7 - Modelos de blocos que a Empresa A produz e vende.

A empresa A, emprega em seu processo produtivo o “controle de qualidade”, testando os seus produtos em laboratório, de forma aleatória, quando alguns blocos de cada lote são escolhidos para teste de resistência à compressão, verificação de dimensão, acabamentos, espessura, tonalidade e integridade, em todos os modelos fabricados.

A partir de agora irá se apresentar a Empresa B e seu respectivo processo produtivo de bloco de concreto. Trata-se de uma empresa tradicional com estrutura familiar que atende a cidade de Manaus há mais de 10 anos, oferecendo pisos e blocos de concreto, determinada a superar a expectativa dos clientes com a oferta de bons produtos, cumprindo os prazos de entrega e oferecendo atendimento personalizado. A Figura 4.8 ilustra a entrada da empresa.



Figura 4.8 - Entrada da Empresa B.

Apesar de ser um ambiente simples, possui um escritório para atendimento dos clientes, cujas paredes são de blocos de concreto, e organização do ambiente interno (Figura 4.9).



Figura 4.9 - Fachada e ambiente interno do escritório da Empresa B.

A Empresa B é constituída por 15 (quinze) funcionários, sendo 3 (três) alocados na parte administrativa, 3 (três) motoristas, 1 (um) operador de máquinas responsável pelo liga e desliga das máquinas, como responsável e 8 (oito) atuando diretamente no processo de produção dos blocos. Todos os funcionários usam EPIs.

Com o advento da crise econômica que o país vem sofrendo, a empresa albergava um maior número de colaboradores, porém, com a finalidade de reduzir custos e despesas, alguns foram demitidos e os remanescentes assumiram o desempenho de outras funções justapostas.

O processo de produção é um pouco diferente em relação à outra empresa visitada. Conforme a visita feita *in loco*, foi observada que a Empresa B usa quatro materiais para produzir seus blocos, areia, cimento (Figura 4.10), água e seixo.



Figura 4.10 - Armazenagem dos materiais (areia e cimento) da Empresa B.

Os materiais são transportados através de um trator até o tanque (Figura 4.11) onde começa o processo de produção do bloco (Figura 4.12). Em seguida é adicionada a água conforme a medida exigida.



Figura 4.11 - Trator para transportar os materiais e usina de concreto com silos de dosagem.



Figura 4.12 - Tanque de água e máquina utilizada pela Empresa B.

O produto que deriva dos tanques é levado por uma esteira ao misturador. A Empresa B trabalha com duas linhas de produções: uma para piso (Figura 4.13) e a outra para paredes.



Figura 4.13 - Máquina misturadora. Bloco de concreto para piso e máquina de escovar o bloco.

A esteira leva a massa para o misturador que, dependendo do pedido do cliente recebe uma coloração que agrega valor ao produto, alterando o custo. Em seguida, a massa segue da esteira para a fôrma, onde o bloco é finalizado obedecendo aos mesmos passos e procedimentos descritos na Empresa A.



Figura 4.14 - Funcionário tirando o bloco e estante de ferro onde ficam os blocos de concreto.

O funcionário transporta o bloco na estante de ferro, através de uma máquina empilhadeira para o processo de cura em galpão apropriado que é a câmara de cura (Figura 4.15) permanecendo na estufa por 48 horas e depois segue para o estoque.



Figura 4.15 - A empilhadeira transportando a estante de ferro para o galpão do processo de cura.

No processo de produção 2, de blocos de concreto para paredes, segue-se um processo similar ao primeiro, com a diferença de que o tanque da mistura é outro (Figura 4.16).



Figura 4.16 - Misturador utilizado dos blocos de concreto para as paredes.

No processo de produção 2, destacam-se as seguintes etapas. A massa escorre através da esteira, para a produção do bloco na máquina, e na consecução da fabricação se transforma no bloco compactado pela mesma máquina em outro momento (Figura 4.17).



Figura 4.17 - Levando a massa pela esteira. Máquina utilizada pela Empresa B. Bloco sendo concluído.

Os blocos são medidos por um funcionário antes de serem levados para a estufa, e em seguida transportados por outro funcionário, que guia a máquina transportadora até a estante de ferro (Figura 4.18). A finalização do processo desse tipo de bloco se dá igualmente ao mesmo processo desenvolvido pelo bloco para piso.



Figura 4.18 - Funcionário medindo o bloco e levando para o processo de cura.

Depois que o bloco sai da estufa segue para empilhamento em cima do palete, onde é armazenado para venda. Os blocos são transportados para o cliente até à obra, sem custos adicionais para o mesmo (Figura 4.19).



Figura 4.19 - Embalando os blocos para armazenamento no pátio. Caminhão para transportar ao cliente.

Na Figura 4.20, apresenta-se o portfólio de blocos que a Empresa B produz e vende.

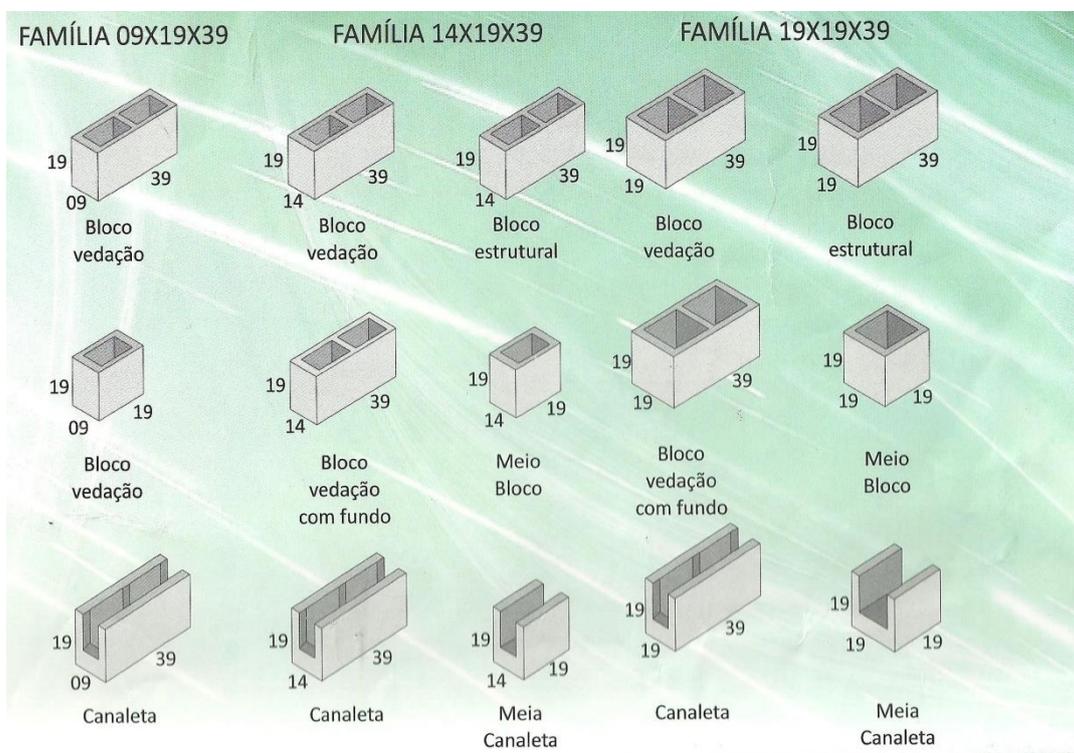


Figura 4.20 - Portfólio de blocos que a Empresa B produz e vende.
Fonte: Material fornecido pela Empresa B (2016).

Na Figura 4.21 apresentam-se os modelos de blocos produzidos pela Empresa B e seus respectivos detalhes.



Figura 4.21 - Modelos de blocos e seus detalhes.

De forma resumida, na Empresa B, o processo se inicia com a chegada dos componentes para a mistura do bloco de concreto, que ficam alocados na parte externa

do galpão. Depois são realizados os devidos ensaios que definem o traço a ser utilizado para a produção dos blocos, bem como a dosagem para que se controle o consumo dos materiais nos silos de produção.

Estabelecendo-se uma comparação com a Empresa A, pode-se destacar que a Empresa B, apresenta estrutura administrativa, comercial e de produção, mais ampla, com maior e melhor condição de atendimento às demandas exigidas de seus clientes, em relação à Empresa A, que se caracteriza como uma empresa de menor porte e com um processo de produção de blocos de concreto mais rudimentar.

4.2 - PROJETOS EXECUTADOS EM BLOCOS DE CONCRETO NA CIDADE DE MANAUS

Uma das obras visitadas foi o Supermercado X, unidade localizada no Bairro da Alvorada. Em dezembro de 2016, época da visita, a obra ainda estava em andamento, sendo inaugurada em 27/01/2017 como um supermercado de grande porte, possuindo um espaço totalmente repaginado, oferecendo também sete (7) departamentos entre bares, lojas, bazar, restaurantes, além de 250 vagas de estacionamento, tendo na fachada uma rampa de acesso onde é a entrada do supermercado (Figura 4.22).



Figura 4.22 - Rampa de entrada e fachada da entrada feita com vedação de bloco de concreto.

Na época da visita (dezembro/16) a obra do Supermercado X já estava quase finalizada, faltando apenas os acabamentos. Nessa obra se teve como exemplo o bloco de concreto somente como vedação, conforme demonstrado na sequência da Figura 4.23, onde um dos funcionários da obra está fazendo a parede com o bloco de cimento, sendo que essa parede é somente para vedação.



Figura 4.23 - Preparando a massa, colocando o bloco após a massa e fazendo a vedação da parede.

Os blocos de concreto foram comprados de uma empresa que os levava até à obra do Supermercado X, através de um caminhão que transportava o material.

No supermercado que estava sendo construído, onde foi realizada a visita (dezembro/16), as paredes de blocos de concreto já estavam concluídas, faltando somente os acabamentos.

Os vãos entre os pilares eram maiores do que os convencionais, proporcionando, assim, melhor aproveitamento do espaço. Apresenta-se ainda o acabamento das paredes, que foram pintadas de tinta branca, conforme demonstrado na Figura 4.24.



Figura 4.24 - Paredes faltando o acabamento. Um grande vão na parte interna e parede já terminada.

O estacionamento localizado na parte do subsolo possui cerca de 250 vagas, para melhor atender ao cliente (Figura 4.25).



Figura 4.25 - Parte do estacionamento.

Na seqüência (Figura 4.26) demonstra-se a fachada da obra concluída.



Figura 4.26 - Fachada do Supermercado X - Obra concluída.

Outra obra tomada como referência para este estudo foi o Condomínio Y, que utilizou blocos de concreto em sua estrutura de alvenaria. A autora acompanhou a realização dessa obra como estagiária do curso de Arquitetura e Urbanismo, no período de 2002 a 2003. O Condomínio Y é um empreendimento da Construtora Capital, cuja primeira torre foi entregue no ano de 1995. As paredes pintadas de verde na Figura 4.27 mostram um apartamento.

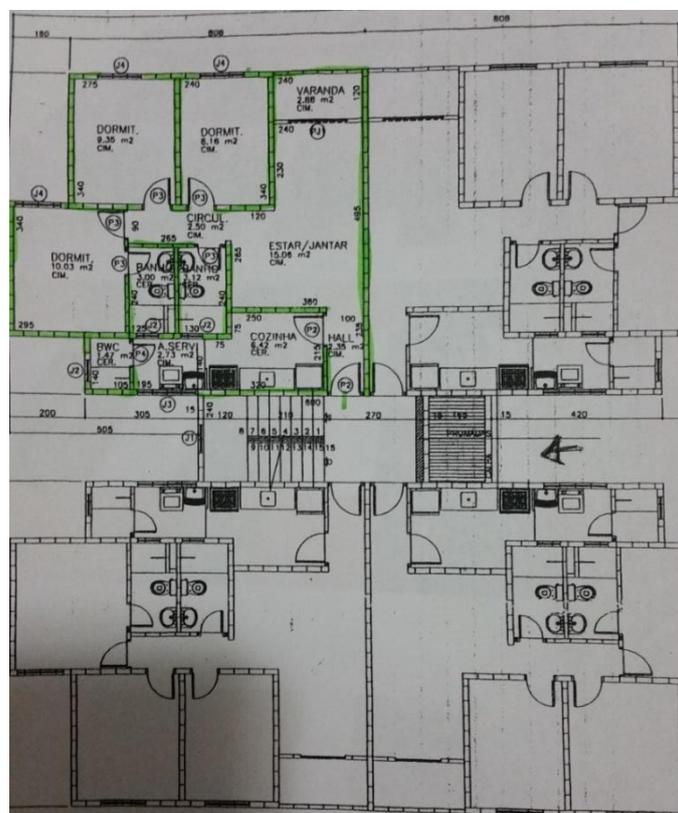


Figura 4.27 - Planta do projeto do Edifício Residencial Y.

Esse condomínio está situado no bairro Chapada, Zona Centro-Sul de Manaus, sendo cortado pelo Igarapé dos Franceses. São 12 torres de 4 andares com 8 apartamentos por pavimento, totalizando 384 unidades.

Cada apartamento possui 77m², 3 quartos (sendo uma suíte), sala de estar/jantar, cozinha, área de serviço e uma vaga de garagem. Possui central de gás, churrasqueira, quadra poliesportiva, *playground*, poço tubular, salão de festas, guarita com segurança 24 horas, cerca metálica, vaga para visitantes.

Na Figura 4.28 estão as fachadas: a primeira imagem ainda faltando serem colocadas as janelas e portas. E as seguintes com as fachadas finalizadas e pintadas em 3 cores e já com o acabamento de portas e janelas de alumínio.



Figura 4.28 - Fachada sem acabamento. Fachadas em fase de acabamento e concluídas.

No ano de 2002, o Residencial Y ainda possuía poucos blocos e ainda se estava construindo a entrada lateral que dá acesso à outra avenida. Para que os moradores do Condomínio Y possam usufruir da estrutura do Residencial, nos intervalos de cada bloco consta uma área de lazer, que possui uma pequena cozinha e banheiro. Na Figura 4.29 apresenta-se ainda uma foto atual (2016) das fachadas do Condomínio Y.



Figura 4.29 - Área externa do condomínio e fachada atual.

Após a apresentação de dois projetos executados em blocos de concreto na cidade de Manaus e que obtiveram êxito: Supermercado X e Condomínio Y, bem como do estudo de caso realizado nas Empresas A e B, em seguida se apresenta uma proposta de melhorias para essas duas empresas.

4.3 - PROPOSTA DE MELHORIAS

A partir dos resultados obtidos no estudo de caso, e de algumas falhas técnicas observadas durante a pesquisa realizada nas Empresas A e B, bem como visando atender a um padrão de qualidade no processo de produção dos blocos de concreto, tanto para o produto, quanto para o ambiente de trabalho nessas empresas, torna-se necessária a redefinição das dimensões do protótipo para que, a partir desta, seja projetada a família completa de blocos.

O protótipo apresentado neste estudo de caso foi projetado por SALVADOR FILHO (2007) com dimensões definidas a partir do bloco de concreto para fins estruturais da família 39 (390 x 140 mm), e as espessuras das paredes e dimensões dos orifícios em conformidade com a norma NBR 6136 (2006) e que serve como modelo para implementar melhorias nas Empresas A e B, localizadas na cidade de Manaus. É possível projetar uma família de blocos a partir desse protótipo apresentado, haja vista que, suas dimensões e massa são compatíveis às dos blocos de concreto usuais para alvenaria estrutural.

Durante as visitas às Empresas A e B, bem como às obras do Supermercado X em 2016, e o acompanhamento da obra no Parque Residencial Y no período de 2002 a 2003, constataram-se algumas pequenas falhas no que se refere ao

encaixe das faces verticais dos blocos, o que motivou a apresentação de melhorias apresentando a modificação das dimensões do protótipo.

Este fator levou à recomendação do protótipo apresentado por SALVADOR FILHO (2007) que contempla uma altura redefinida para 5 mm, a mesma dimensão do encaixe horizontal contínuo. Esta modificação não acarreta na diminuição da resistência mecânica do intertravamento nesta região, pois a diminuição da altura não altera a resistência ao cisalhamento. Como não há necessidade de haver diferença de altura entre os encaixes horizontais descontínuos e contínuo, a altura do primeiro também foi reduzida para 5 mm.

Dessa forma, a visualização em planta do bloco principal com a colocação dos orifícios, bem como as dimensões das saliências, pode ser observada na Figura 4.30, e sua perspectiva isométrica na Figura 4.31. Observa-se nesta figura que o terceiro orifício no centro do bloco foi retirado, pois para manter os septos com espessura de 25 mm o orifício seria extremamente estreito.

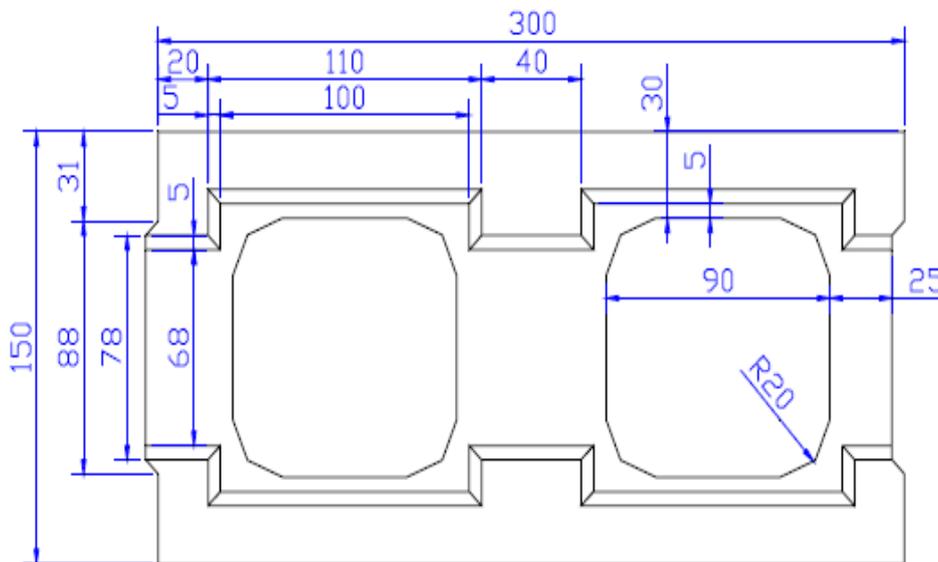


Figura 4.30 - Representação original em planta baixa do bloco principal e dimensões dos encaixes das faces horizontais (cotas em mm).

Fonte: SALVADOR FILHO (2007).

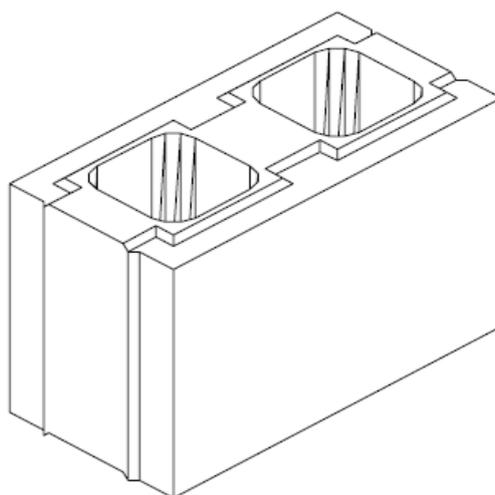


Figura 4.31 - Representação original da perspectiva isométrica do bloco principal.
Fonte: SALVADOR FILHO (2007).

No que se refere aos blocos especiais de concreto, SALVADOR FILHO (2007) destaca que a partir da unidade principal de alvenaria remodelada pode ser projetada toda uma família de blocos que prevê diversas situações dos projetos, tais como encontro de paredes e aberturas, juntas a prumo ou costurada, dentre outras. Para estes blocos especiais, devem ser mantidas as propriedades do bloco principal, em que os encaixes proporcionam o intertravamento da parede em todas as direções, o assentamento em prumo ou em amarração, e os encaixes funcionam como guia para as fiadas subsequentes.

Em seguida, a partir da representação original da perspectiva isométrica do bloco principal, apresenta-se na sequência imagens reelaboradas pela autora através dos *softwares* Autodesk AutoCAD 2018² (planta baixa), Trimble Sketchup pro 2017 (modelagem 3D) (Figura 4.32) e Kerkythea 2008 Echo Edition (renderização) na Figura 4.33, cujo protótipo serve como modelo para implementar melhorias nas Empresas A e B, localizadas na cidade de Manaus.

² Versão gratuita de avaliação. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/autocad/free-trial>> Acesso em: 23 jun. 2017.

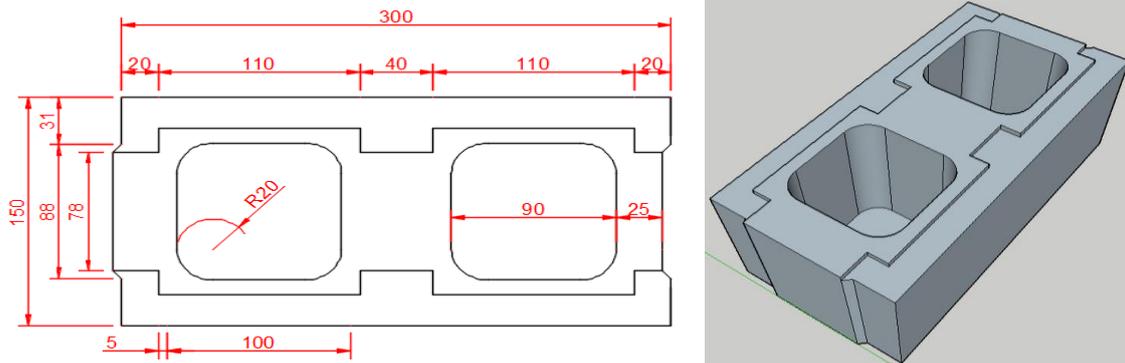


Figura 4.32 - Representação em planta baixa do bloco principal pelo Autodesk AutoCAD 2018 e modelagem 3D do bloco principal pelo Trimble Sketchup pro 2017.

No que se refere às partes técnicas de laboratório e as propriedades mecânicas dos materiais, destaca-se que, o bloco principal apresentado por SALVADOR FILHO (2007) foi analisado em escala 1:3 baseado em um estudo de desenvolvimento de produto do Laboratório de Modelos Estruturais da Universidade de Drexel, apresentado por Harris no ano 1999, obtendo resistência de 13,1 MPa, que indica que o sistema de fabricação pode proporcionar um adensamento satisfatório, o que pode contribuir para a resistência maior que a esperada, uma vez que este modelo proposto pela Universidade de Drexel, foi desenvolvido para atuar como alvenaria armada, e inclusive para absorverem esforços de abalos sísmicos.

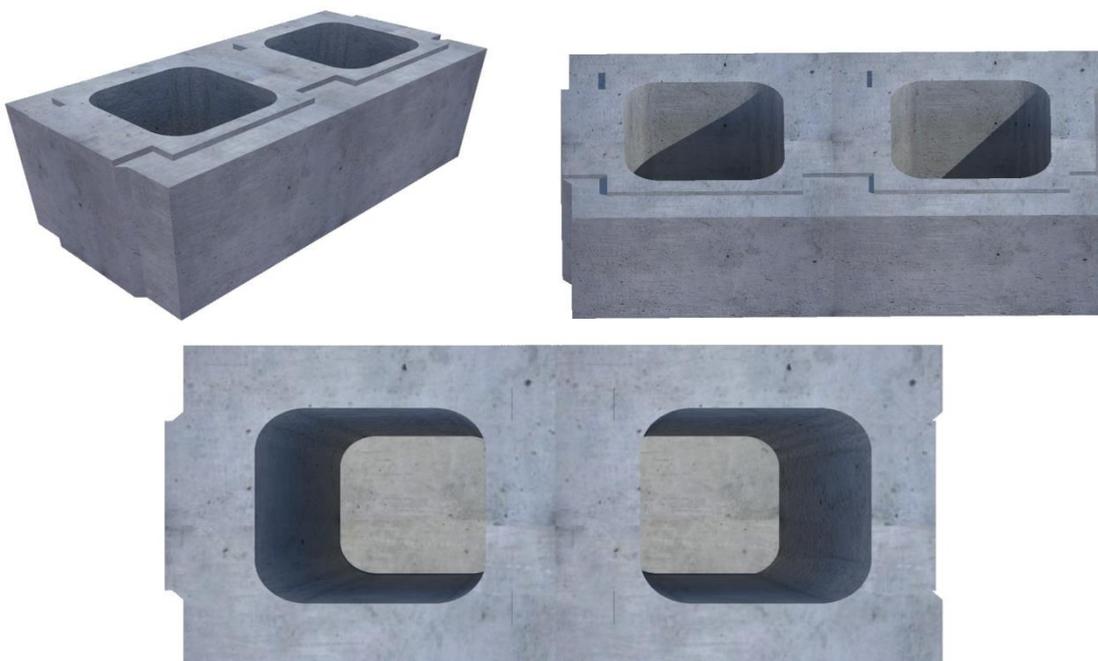


Figura 4.33 - Renderização em 3D do bloco principal pelo Kerkythea 2008 Echo Edition.

Outra falha técnica observada durante a pesquisa realizada nas Empresas A e B está relacionada ao armazenamento e transporte dos blocos de concreto mediante a utilização de paletes. Os paletes são de madeira em ambas as empresas visitadas. Além disso, importante destacar que por possuírem saliências e reentrâncias em quase todas as faces, não é aconselhável que os blocos desenvolvidos por estas empresas sejam armazenados em paletes de forma convencional. Desta forma, o armazenamento e o transporte destes blocos podem ser comprometidos se este fator não for previsto em seu protótipo.

Portanto, sugere-se que o empilhamento seja realizado em camadas sucessivas conforme apresentado por SALVADOR FILHO (2007), em paletes que se aproveite a sua modulação para formar “cubos” de forma que estes possam permanecer em equilíbrio e segurança, desde a fábrica até o momento de sua aplicação na obra.

Os blocos de concreto podem ser armazenados em paletes com dimensões de 120 x 120 cm (Figura 4.34), e podem ser empilhados em 6 fileiras de 4 blocos. O formato quadrado do paleta possibilita a amarração das camadas sucessivas de blocos. Além desta configuração, é possível para a paletização dos protótipos em paletes de 60 x 60 cm, uma vez que sua altura (20 cm) não é múltipla das dimensões em planta (15 x 30 cm) (SALVADOR FILHO, 2007).

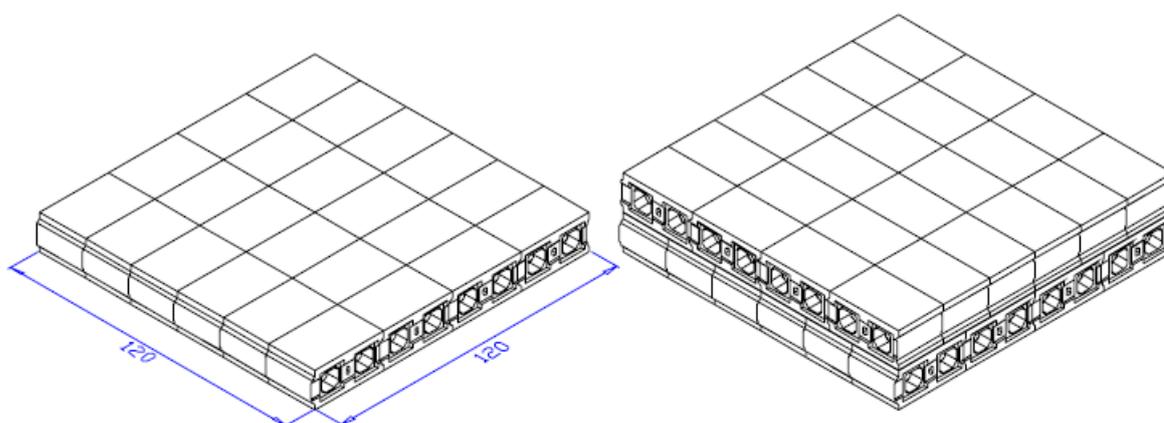


Figura 4.34 - Representação da Paletização (cotas em cm).
Fonte: SALVADOR FILHO (2007).

Na Figura 4.34 apresentada por SALVADOR FILHO (2007), pode-se observar que os blocos podem ser empilhados sobre bases quadradas, com medidas moduladas a partir do comprimento do bloco principal (30 cm). No entanto, os blocos devem ser armazenados deitados, pois as saliências e reentrâncias dos encaixes superior e inferior não permitem que estes possam ser dispostos em diferentes direções nas camadas

sucessivas. Esta mesma forma de armazenamento pode ser aplicada aos blocos especiais, pois possuem as mesmas dimensões dos blocos principais, e aos meio-blocos, levando-se ainda em consideração que os paletes devem ser construídos sempre com dimensões um pouco maiores (pelo menos 1 cm) para que algumas diferenças entre os elementos que compõem a família de blocos não atrapalhem o armazenamento.

Como as observações de SALVADOR FILHO (2007), servem para implementar melhorias nas Empresas A e B, destaca-se ainda que, como na família de blocos há blocos especiais com dimensões distintas, o armazenamento poderá ser realizado da mesma maneira em palete com dimensões de no mínimo 180 x 180 cm para proporcionar a amarração das camadas.

Uma alternativa apresentada por SALVADOR FILHO (2007), com o objetivo de se proporcionar possibilidades do armazenamento dos blocos em paletes em outras dimensões menores seria diminuir a altura dos blocos para 15 cm. O bloco principal e os demais especiais com as mesmas dimensões em planta e altura reduzida poderiam ser empilhados em uma base quadrada de 30 x 30 cm para o transporte dentro da obra em carrinhos de mão, ou empilhados em cubos de diferentes dimensões, como ilustrado na Figura 4.35, para o transporte em paletes sobre empilhadeira.

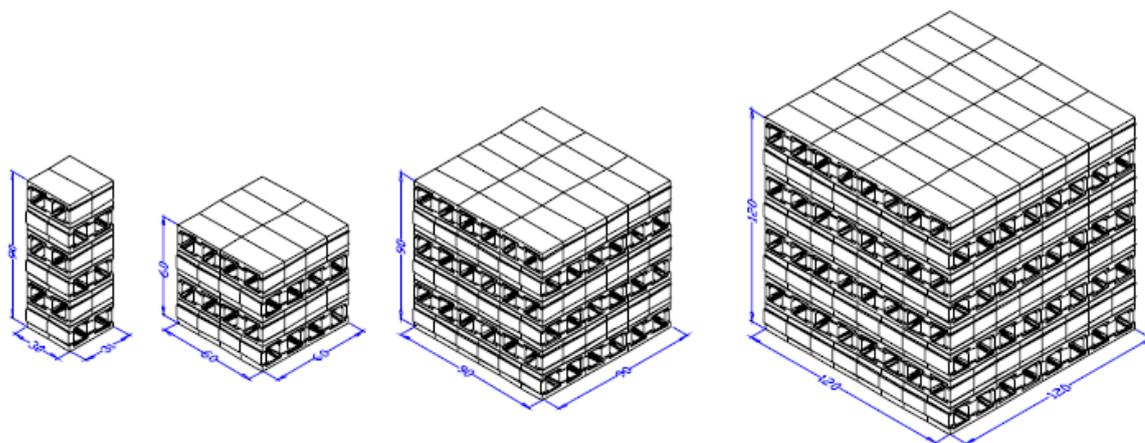


Figura 4.35 - Representação da paletização e formas de empilhamento de blocos com altura reduzida.

Fonte: SALVADOR FILHO (2007).

Entretanto, como bem adverte SALVADOR FILHO (2007), a modificação da altura implica na alteração de várias outras propriedades da alvenaria formada a partir destes componentes, uma vez que o número de juntas entre blocos na parede será maior. Este fato pode diminuir a resistência à compressão da parede, aumentar a possibilidade de problemas de infiltração de água de chuva pelas juntas, além de modificar a

modulação altimétrica da parede, que com blocos de 20 cm de altura era compatível com a modulação das paredes convencionais.

Embora não sejam focos dessa dissertação os aspectos relacionados aos custos de produção e ao preço do produto (financeiro e mercadológico), é importante, no contexto da viabilidade técnica dos blocos de concreto, também fazer referência aos mesmos, visando a implementação de melhorias para as Empresas A e B.

De acordo com informações divulgadas pelo SEBRAE (2015), o preço de venda de um produto é determinado com base em dois aspectos: financeiro (interno) e o mercadológico (externo). Sob a perspectiva financeira, o preço de venda é o valor que deverá cobrir o custo direto do produto (custos de matéria prima e mão de obra); as despesas variáveis (impostos e comissões sobre vendas); as despesas fixas proporcionais (aluguel, Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU, pró-labore); bem como outras despesas não relacionadas às vendas, considerando ainda a porcentagem do lucro líquido adequado.

Sob a perspectiva mercadológica, as condições do mercado devem ser levadas em consideração e devidamente avaliadas. Se por exemplo, o preço de venda for superior aos preços dos produtos similares produzidos pela concorrência, modificações na estrutura interna do negócio devem ser efetuadas com a finalidade de se adequar o preço do produto ao mercado. Além disso, é importante destacar que, o preço de venda do produto deve estar próximo ao praticado pela concorrência direta da mesma categoria de produto e qualidade. Aliado a isso, outros fatores influenciam, dentre os quais se destacam: conhecimento de marca, tempo de mercado, *market share* (fatia de mercado) já conquistada e agressividade da concorrência (SEBRAE, 2015).

A partir dessas premissas básicas, pode-se ressaltar que as observações relacionadas ao preço só serão válidas apenas quando se considera o mesmo tipo de comercialização realizado com os blocos convencionais. No entanto, na esfera dos blocos de concreto, SALVADOR FILHO (2007) destaca que, outras estratégias de negócios podem ser realizadas, como, por exemplo, a venda de kits residenciais completos, que podem ser montados com mão de obra que seja oferecida pelo próprio fabricante, ou com mão de obra contratada pelo comprador.

E continua SALVADOR FILHO (2007) destacando que, as diversas estratégias de comercialização refletem de forma diferente sobre os aspectos mercadológicos e financeiros de uma empresa e seu respectivo ramo de atuação. Entretanto, os mais diversos tipos de negócios que podem ser realizados com os blocos de concreto devem

ser imaginados e avaliados para se estabelecer qual o modo mais vantajoso para o fabricante em termos de qualidade, oferecendo produtos de boa qualidade e preço ao consumidor (SALVADOR FILHO, 2007).

No que se refere às vantagens dos blocos de concreto, destaca-se que na esfera financeira, “pode também ser viável a produção de componentes não pigmentados, afinal, é comum encontrar edificações com diferentes padrões de cores em suas paredes, inclusive em faces opostas de uma mesma parede”. A comercialização dos componentes sem pigmentação “acarreta em custos mais baixos para produção dos blocos, fazendo com que os custos de produção destes sejam mais próximos aos custos de produção do bloco convencional” (SALVADOR FILHO, 2007).

No entanto, continua SALVADOR FILHO (2007) destacando que, vale ressaltar que “a sinergia entre a eliminação das etapas de revestimento da parede, proporcionada pelo acabamento superficial obtido em sua fabricação, e a alta produtividade dos blocos assentados mediante encaixe”, somente possível “com componentes de elevada precisão dimensional, são fatores determinantes para a viabilidade econômica da utilização dos blocos desenvolvidos”.

A produção da família de blocos de concreto difere da produção dos blocos usuais de modo particular no que se refere às matérias primas utilizadas, moldes diferenciados, que podem ser construídos para funcionar com os mais diversos tipos de máquinas de blocos com algumas alterações em seu ciclo produtivo. Como os moldes e máquinas são investimentos que formarão parte dos ativos da empresa, seu custo é considerado no valor de venda do produto, de acordo com a porcentagem de lucro líquido adotada para definir o retorno deste investimento (SALVADOR FILHO, 2007).

Na apresentação do protótipo, as formas e dimensões do bloco de concreto foram redefinidas, visando uma família de blocos que atenda as mais diversas situações dos clientes das Empresas A e B. A questão do armazenamento, quanto aos paletes também foi avaliada. Levaram-se ainda em consideração algumas vantagens do produto, bem como alguns aspectos financeiros e mercadológicos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 – CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa revelaram que, nas Empresas A e B localizadas na cidade de Manaus, o processo de produção segue os padrões técnicos dentro das especificações de profissionalização e domínio das técnicas, no entanto, apresentam algumas falhas relacionadas ao protótipo do bloco de concreto, e armazenagem do produto, no que se refere à paletização.

Com a implantação das melhorias apresentadas nessa dissertação, as Empresas A e B, poderão a partir da redefinição do protótipo apresentado, com novas formas e dimensões redefinirem ainda o projeto de suas famílias de blocos, passível de serem viabilizadas em escala industrial, proporcionando soluções para a maioria das situações dos projetos de seus clientes, encontradas nas edificações, sejam elas, comerciais, industriais e residenciais, comprovando a eficácia da proposta apresentada.

O novo protótipo e as melhorias sugeridas no processo de armazenagem (paletização) permitirão a padronização dos métodos otimizando a utilização das máquinas do processo produtivo dos blocos de concreto, evitando dessa forma os desperdícios, bem como aumentando a produtividade da mão de obra nas etapas do processo de produção, e com isso, reduzindo custos, aumentando a eficiência operacional, evitando-se ainda os impactos negativos no custo real do produto final, e nos lucros das Empresas A e B.

Com base no estudo de caso realizado nas Empresas A e B, pode-se inferir que, de maneira geral, as melhorias apresentadas são compatíveis e perfeitamente viáveis para a solução das falhas identificadas, sendo as melhorias possíveis. Aliado a isso, o controle e a inspeção no processo de produção dos blocos de concreto, precisam ser realizados, antes que os problemas ocorram, evitando dessa forma, que a produção dos blocos fique em condição de desperdícios, acompanhado dos paradigmas de produtividade e racionalização a partir da padronização, organização da produção e coordenação modular, contemplando ainda uma interface objetiva, prática e de fácil entendimento, para projetistas, construtores e clientes.

As observações constatadas durante as visitas realizadas para desenvolver este estudo de caso, permitiram inferir que, as vantagens dos blocos de concreto puderam ser verificadas nas edificações do Supermercado X e do Edifício Residencial Y, ressaltando-se que, uma das principais vantagens dos blocos de concretos é que eles são vazados e permitem a passagem de canos e tubulações para as instalações elétricas e hidráulicas.

5.2 – SUGESTÕES

As recomendações estão relacionadas à busca de um processo de produção dos blocos de concreto mais eficaz nas Empresas A e B, com a implantação das melhorias relacionadas à redefinição das dimensões do protótipo para que:

- A partir desta, seja projetada a família completa de blocos, e por consequência melhorar o aproveitamento das matérias primas, das máquinas e equipamentos e da mão de obra, buscando dessa forma aumentar a eficiência do processo produtivo, atendendo às demandas e necessidades dos clientes dos blocos de concreto na cidade de Manaus.
- Incentivar o desenvolvimento de outros protótipos para utilização conjunta do bloco principal com outros modelos, seguindo preceitos de agregação de valor ao bloco de concreto com a finalidade de obter boa qualidade na construção sem aumentar os custos. Nesse sentido, importante é a mensuração financeira em conjunto com um melhor controle do processo de produção e que demanda trabalhos futuros, que poderão ser mais facilmente desenvolvidos.
- A continuidade desta pesquisa está primeiramente relacionada à avaliação do desempenho do protótipo do bloco principal apresentado, levando em consideração o atendimento aos critérios de desempenho das Empresas A e B e que devem seguir o que preconiza a legislação, quanto aos critérios técnicos de fabricação.
- Este trabalho não pretendeu inferir conclusões definitivas acerca do tema, pois os aspectos relacionados ao processo de produção dos blocos de concreto, são complexos, e que uma dissertação não contempla em todas as suas peculiaridades, tratando-se, portanto de uma pesquisa inicial, que demanda novos estudos para um devido aprofundamento. Estudos sobre o tema, estão em

contínuo processo de melhorias e em decorrência disso, mais pesquisas devem ser realizadas, tanto em nível acadêmico e profissional, sendo uma área propícia para futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136/2006**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<https://docslide.com.br/documents/nbr-6136-2006-blocos-vazados-de-concreto-simples.html>> Acesso em: 15 set. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12118/2006**: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutura – Método de ensaio: Análise dimensional e determinação da absorção de água, da resistência à compressão e da retração por secagem. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/nbr-12118-blocos-vazados-de-concreto-simples-para-alvenaria-metodos-de-ensaio.html>> Acesso em: 20 abr. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-1/2011**: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto Parte 1: projeto. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/351803747/NBR-15961-1-2011-Alvenaria-Estrutural-pdf>> Acesso em: 15 set. 2017.

BARBOSA, C.S. **Resistência e deformabilidade de blocos vazados de concreto e suas correlações com as propriedades mecânicas do material constituinte**. 2004. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde.../2004ME_ClaudiusSBarbosa.pdf> Acesso em: 24 abr. 2017.

BARROS, C. **Edificações - Técnicas construtivas – Alvenarias**. IFAM Sul Rio Grandense, 2009. Disponível em: <<https://edificacoes.files.wordpress.com/2009/12/5-mat-alvenaria.pdf>> Acesso em: 13 abr. 2017.

BAUD, G. **Manual de Pequenas Construções: alvenaria e concreto armado**. São Paulo: Hemus Editora Ltda, 1995.

BICUDO, M.A.V. **Fenomenologia: confrontos e avanços**. São Paulo: Cortez, 2000.

CASA DICAS. **Tipos de Blocos: Estruturais, vedação e canaleta**. Disponível em: <<http://www.casadic.com.br/materiais/tipos-de-blocos-estruturais-vedacao-e-canaleta/>> Acesso em: 19 abr. 2017.

CHEEMA, T.S.; KLINGNER, R.E. **Compressive strength of concrete masonry prisms**. ACI Journal, 1986, v.83, n.1, p.88-97, jan-feb. Disponível em: <<https://www>>

researchgate.net/publication/292683741_COMPRESSIVE_STRENGTH_OF_CONCRETE_MASONRY_PRISMS> Acesso em: 15 set. 2017.

DRYSDALE, R.G.; HAMID, A.A. **Behavior of concrete block masonry under axial compression.** ACI Journal, 1979, v.76, n.6, p.707-721, jun. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/289965491_BEHAVIOR_OF_CONCRETE_BLOCK_MASONRY_UNDER_AXIAL_COMPRESSION> Acesso em: 15 set. 2017.

DRYSDALE, R.G. *et al.* **Masonry structures: behavior and design.** Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1994. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/231925824/Masonry-Structures-Behaviour-and-Design>> Acesso em: 15 set. 2017.

FRANCO, L.S *et al.* **Método construtivo de alvenaria de vedação de blocos de concreto celular autoclavado.** São Paulo: EPUSP-PCC, 1996. Disponível em: <http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT_00161.pdf> Acesso em: 24 abr. 2017.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GONÇALVES, V. **Como Abrir Uma Empresa de Blocos de Concreto.** Disponível em: <<http://www.novonegocio.com.br/ideias-de-negocios/como-abrir-uma-empresa-de-blocos-de-concreto/>> 2012. Acesso em: 15 set. 2016.

HENDRY, A.W. (1998). **Structural Masonry.** 2.ed. Hong Kong: Macmillan Press Ltd., 1998. Disponível em: <[http://www.scirp.org/\(S\(oyulxb452alnt1aej1nfow45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1623892](http://www.scirp.org/(S(oyulxb452alnt1aej1nfow45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1623892)> Acesso em: 15 set. 2017.

HENDRY, A.W. **Masonry walls: materials and construction.** Construction and Building Materials, 2001, v. 15, p.323-80, dec. Disponível em: <<http://www.science-direct.com/science/article/pii/S0950061801000198>> Acesso em: 15 set. 2017.

JOHANN, J.R. **Introdução ao Método Científico.** Canoas: Ed. ULBRA, 1997.

KALIL, S.M.B. **Alvenaria Estrutural.** PUCRS, 2007. Disponível em: <http://www.feng.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais_-_Estruturas_de_Madeira/Alvenaria.pdf> Acesso em: 13 abr. 2017.

KLEEMAN, P.W.; PAGE, A.W. The in-situ properties of packing materials used in compression tests. *Masonry International*, London, 1990, v.4, n.2, p.68-74. Disponível

em: < <https://www.masonry.org.uk/downloads/the-in-situ-properties-of-packing-materials-used-in-compression-tests/>> Acesso em: 15 set. 2017.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LORDSLEEM JÚNIOR, A.C. *et al.* Blocos de concreto para vedação: estudo da conformidade através de ensaios laboratoriais. In: **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro/RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_073_519_12236.pdf> Acesso em: 15 abr. 2017.

MAURENBRECHER, A.H.P. **Use of the prism test to determine compressive strength of masonry**. In: North American Masonry Conference, 1., 1978, Boulder. Proceedings. Boulder: The Masonry Society. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/44065097_Use_of_the_prism_test_to_determine_compressive_strength_of_masonry> Acesso em: 15 set. 2017.

MAURENBRECHER, A.H.P. **Effect of test procedures on compressive strength of masonry prisms**. In: Canadian Masonry Symposium, 2., 1980, Ottawa. Proceedings. Ottawa: Carleton University. p.119-32. Disponível em: <<http://nparc.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/eng/view/object/?id=7a06b054-6378-4d89-85d7-692a4a0d00b2>> Acesso em: 15 set. 2017.

MEDEIROS, J.S. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto: produção de componentes e parâmetros de projeto**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993. Disponível em: <http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT_00098.pdf> Acesso em: 24 abr. 2017.

MEZZARROBA, O.; MONTEIRO, C.S. **Manual de metodologia da pesquisa no Direito**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

NONATO, L.F.C. **Alvenaria estrutural e suas implicações**. Monografia do Curso de Especialização em Construção Civil. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/108.pdf>> Acesso em: 17 abr. 2017

PAGE, A.W.; KLEEMAN, P.W. **The influence of capping material and platen restraint on the failure of hollow masonry units and prisms**. In: International Brick/Block Masonry Conference, 9, 1991, Berlin. Proceedings. p.662-70. Disponível em: <<http://www.hms.civil.uminho.pt/ibmac/1991/662.pdf>> Acesso em: 15 set. 2017.

PARSEKIAN, G. A. **Parâmetros de Projeto de Alvenaria Estrutural com Blocos de Concreto**. São Carlos: ABCP – UFSCar, 2012. Disponível em: <[http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/alv.estrutural/PalestraPar%E2metros%20Projeto%20\(1\)%20Parsekian.pdf](http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/alv.estrutural/PalestraPar%E2metros%20Projeto%20(1)%20Parsekian.pdf)> Acesso em: 17 abr. 2017

PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS. **Alvenaria estrutural**. Sapucaia do Sul, 2012. Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

ROCHA, J.A. **Diagnósticos dos procedimentos executivos nos canteiros de obras de alvenaria estrutural**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/91467/rocha_ja_me_ilha.pdf?sequence=1> Acesso em: 17 abr. 2017.

SAHLIN, S. **Structural Masonry**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1971. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=k8pRAAAAMAAJ&q=SAHLINS.+Structural+Masonry.+Englewood+Cliffs,+New+Jersey:+Prentice+Hall,+1971&dq=SAHLINS.+Structural+Masonry.+Englewood+Cliffs,+New+Jersey:+Prentice+Hall,+1971&hl=pt-BR&sa=X&redir_esc=y>> Acesso em: 15 set. 2017.

SALVADOR FILHO, J.A.A. **Blocos de concreto para alvenaria em construções Industrializadas**. Tese de Doutorado em Engenharia de Estruturas. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde.../2007DO_JoseAmerico.pdf> Acesso em: 13 abr. 2017.

SEBRAE. **Como montar uma fábrica de tijolo de concreto**. Série Ideia de Negócios. Empreendedorismo. 2015. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/appportal/reports.do?metodo.nomeRelatorio>> Acesso em: 23 jun. 2017.

SEBRAE. **Fábrica de tijolo de concreto**. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-fabrica-de-tijolo-de-concreto,a7e87a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>> Acesso em: 17 abr. 2017.

SEBRAE/ES. **Fábrica de Blocos de Concreto**. 2010. Disponível em: <<http://vix.sebraees.com.br/ideiasnegocios/arquivos/fabricadeblocosdeconcreto.pdf>> Acesso em: 24 abr. 2017.

SHRIVE, N.G. **The failure mechanism of face-shell bedded (ungrouted and unreinforced) masonry**. In: International Journal Of Masonry Construction, London, 1982 v.2, n.3, p.115-28. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books>>

/about/The_Failure_Mechanism_of_Face_shell_Bedd.html?id=T5AZswEACAAJ&redir_esc=y> Acesso em: 15 set. 2017.

SILVA, A.S. **A evolução dos edifícios em alvenaria auto-portante**. Seminário PEF-5707 “Concepção, projeto e realização das estruturas: aspectos históricos”. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Engenharia Civil – Departamento de Estruturas e Fundação. 19/02/2014. Disponível em: <<https://www.trabalhosgratuitos.com/Exatas/Engenharia/Alvenaria-Estrutural-214502.html>> Acesso em: 20 abr. 2017.

STRATI, R. **Modulo e prefabbricazione. Storia e attualità degli spazi modulari**. Matéria N° 40, p. 96-107, 2003. Disponível em: <<http://www.arketipomagazine.it/it/architettura-modulari/>> Acesso em: 24 abr. 2017.

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

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.