

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

AKEMY ALYNE HASHIGUTI

**ESTUDO SOBRE ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE
CONCRETO**

CAMPO MOURÃO

2018

AKEMY ALYNE HASHIGUTI

**ESTUDO SOBRE ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE
CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Luiz Becher

CAMPO MOURÃO

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

ESTUDO SOBRE ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO

por

Akemy Alyne Hashiguti

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10h do dia 26 de Junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Roberto Widderski

(UTFPR)

Profa. Dra. Vera Lúcia Barradas Moreira

(UTFPR)

Prof. Me. Luiz Becher

(UTFPR)

Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

A Deus que me abençoa, ilumina, encoraja e fortalece mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, Rosimari e Yoshimassa, por todo apoio, incentivo e educação.

Aos meus irmãos, Emy e Rodolfo que são essenciais na minha vida e sempre dizem palavras confortantes quando busco auxílio.

Ao orientador, Professor Mestre Luiz Becher pela paciência e sabedoria que me conduziu durante todo o processo.

A todos que conheci e me ajudaram durante o curso de engenharia civil.

Agradeço de coração a todos que colaboraram com este trabalho e com minha formação.

RESUMO

HASHIGUTI, Akemy A. **Estudo sobre alvenaria estrutural com blocos de concreto.** 2018. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão. Campo Mourão, 2018.

As construções em Alvenaria Estrutural visam ser mais vantajosas que as construções convencionais. Atualmente são muito utilizadas, pois este sistema quando projetado e executado adequadamente torna-se mais viável quanto à questão econômica, e para que isso ocorra é necessário um bom gerenciamento de obra que implica em melhor qualidade. Os Blocos de Concreto, por sua vez, aperfeiçoam os padrões construtivos, possibilitam os detalhes estéticos, têm maior isolamento térmico, acústico e resistência ao fogo. Muitos profissionais que executam ou fiscalizam as obras não sabem das peculiaridades desse modo de edificação, o que os faz perder espaço para profissionais capacitados que atuam em projetos inteligentes e estratégicos, utilizando blocos de concreto. Materiais, equipamentos e aplicativos precisam ser utilizados para que hajam práticas adequadas da execução desse sistema, devido a tantas especificidades e técnicas exigidas. O planejamento poupa perdas e adianta o curso da obra, além do que, projeto planejado é mais prático e fácil para execução e controle. Vários empreendedores apostam nesse Sistema Construtivo de blocos de concreto buscando obras técnicas, ágeis, com gastos reduzidos, boa qualidade dos produtos e resultado final satisfatório.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural. Blocos de concreto. Sistema construtivo.

ABSTRACT

HASHIGUTI, Akemy A. Study on structural masonry with concrete blocks. 2018. 52 p. Course Completion Work (Bachelor of Civil Engineering), Federal University of Technological - Paraná - Campo Mourão Campus. Campo Mourão, 2018.

Constructions in Structural Masonry aim to be more advantageous than conventional constructions. Nowadays they are largely used, because when this system are adequately designed and executed it is more feasible as regards the economic question, and for this an extreme quality construction management is required and consequently better results will be achieved. The Concrete Blocks, in turn, improve the construction standards, allow aesthetic details, have greater thermal, acoustic and fire resistance. Many professionals who execute or supervise the civil works do not know about the peculiarities of this kind of edification, what make them loose space for the capacity professionals who work in intelligent and strategic projects using concrete blocks. Materials, equipment and applications need to be used in order to have proper practice of implementing such a system, due to the many specificities and techniques required. Having a construction planning means to avoid losses and to bring forward the course of the civil works, moreover, a planned project is more practical and easy for execution and control. Several entrepreneurs are betting on this Construction System of concrete blocks seeking technical and agile civil works, with reduced expenses, high-quality products and a satisfactory final result.

Keywords: Structural masonry. Concrete blocks. Construction system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pirâmide de Queóps	17
Figura 2 - Farol de Alexandria	18
Figura 3 - Templo Maia, Tikal – El Petén, Guatemala	18
Figura 4 - Coliseu	19
Figura 5 - Catedral de Reims	20
Figura 6 - Edifício Monadnok	21
Figura 7 - Hotel Excalibur	21
Figura 8 - Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa” construído em 1966	22
Figura 9 - Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa” construído em 1972	23
Figura 10 - Edifício Muriti em São José dos Campos / SP	23
Figura 11 - Primeira e segunda fiada e elevação da parede com juntas amarradas	33
Figura 12 - Dimensões Nominais	36
Figura 13 - Blocos de Concreto	37
Figura 14 - Bloco inteiro - 14x19x39	37
Figura 15 - Canaleta - 14x19x39	37
Figura 16 - Bloco Especial - 14x19x34	38
Figura 17 - Meio Bloco - 14x19x19	38
Figura 18 - Blocos J para Laje	38
Figura 19 - Bloco - 9x19x39	38
Figura 20 - Canaleta - 9x19x39	38
Figura 21 - Meio bloco - 9x19x9	39
Figura 22 - Bloco - 19x19x39	39
Figura 23 - Canaleta - 19x19x39	39
Figura 24 - Meio bloco - 19x19x19	39
Figura 25 - Bloco - 11,5x19x24	40
Figura 26 - Bloco - 11,5x19x36	40
Figura 27 - Meio bloco - 11,5x19x11,5	40
Figura 28 - Bloco J - 11,5x19x24 para laje	40
Figura 29 - Primeira e segunda fiada e elevação da parede com juntas amarradas	41

Figura 30 - Elevação	41
Figura 31 - Fiada 1	41
Figura 32 - Fiada 2	41
Figura 33 - Elevação	42
Figura 34 - Fiada 1	42
Figura 35 - Fiada 2	42
Figura 36 - Amarração em “T” – Bloco Especial	42
Figura 37 - Amarração em “T” Bloco Especial com 3 Furos	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	Objetivo Geral.....	12
2.2	Objetivos Específicos.....	12
3	JUSTIFICATIVA.....	13
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
4.1	Aspectos Históricos Da Alvenaria Estrutural.....	14
4.1.1	Aspectos positivos da alvenaria estrutural.....	23
4.1.2	Aspectos negativos da alvenaria estrutural.....	26
4.2	Referências Normativas Da Alvenaria Estrutural.....	26
4.2.1	Definições em alvenaria estrutural.....	29
4.3	Blocos De Concreto.....	32
4.4	Medidas Dos Blocos.....	35
4.5	Modulação.....	40
4.6	Aplicação Dos Blocos.....	43
4.7	Instalações Elétricas E Hidráulicas.....	45
5	METODOLOGIA.....	47
6	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A demanda por construções civis no Brasil, sempre foi grande, principalmente as de utilização residencial. Depois de alguns anos com o mercado aquecido, com boas possibilidades, advindas principalmente dos programas do governo federal, como o “Minha Casa Minha Vida”, passamos no momento por uma desaceleração dos investimentos, principalmente em decorrência da retração econômica por que passa o país.

Além da diminuição de recursos, o setor tem ainda dificuldades como falta de mão de obra qualificada e a opção de escolha por processos construtivos mais eficientes, mais econômicos e de melhores condições quanto a sustentabilidade e atenção aos aspectos ambientais.

Para atender as exigências do mercado consumidor e enfrentar a competitividade existente entre as inúmeras empresas atuantes no ramo da construção de edifícios, faz-se necessário que as construtoras busquem alternativas que vão, desde a elaboração de projetos que contemplem não somente a escolha de materiais de construção, como também a definição de tecnologias mais eficientes no modo de fazer. Com treinamento será possível melhorar a gestão de pessoas, qualificando a mão de obra, possibilitando a utilização de processos construtivos eficientes que as tornarão mais competitivas, oferecendo produtos de qualidade a preços acessíveis.

Uma estratégia utilizada para otimizar a cadeia de produção é racionalizar os métodos, processos e sistemas construtivos, ou seja, usar mais a lógica e a razão para diminuir os custos e os prazos de execução das obras. Outra estratégia é a melhora da qualidade dos materiais utilizados para a construção dos edifícios, o que gera maior satisfação dos clientes.

A professora e pesquisadora Mercia Maria Semensato Bottura de Barros (1996) ensina que a racionalização construtiva é capaz de proporcionar a aplicação adequada dos recursos no processo de produção por meio da adaptação da tecnologia e de mudanças de natureza organizacional dos processos de construção. Mercia defende que as mudanças devem acontecer em todas as fases, do início do projeto, (uma das principais fases por definir o processo construtivo e material a ser usado) até a conclusão da obra.

Partindo da racionalização, um dos processos construtivos é a alvenaria estrutural, que possui normas emanadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), pelas NBR (Norma Brasileira) 15812 (2010) parte 1 e NBR 15961 (2011) parte 1, que disciplinam os métodos

e os cálculos de projeto para alvenaria estrutural em blocos de concreto e também os blocos cerâmicos.

Este estudo propõe discorrer sobre a alvenaria estrutural, em especial com blocos de concreto, passando pela importância da racionalização, pois, sem a devida atenção a ela, perdas vão ocorrer, seja de material ou fluxo da mão de obra. Por isso o planejamento da obra é fundamental, porque visualiza as situações previamente, o que reduz dúvidas e evita que decisões impensadas sejam tomadas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar, tanto na bibliografia como por meio de trabalho de campo a utilização do sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos de concreto, verificando aspectos relativos a padronização de procedimentos e as suas interferências nos serviços e construções.

2.2 Objetivos Específicos

- Reunir bibliografias sobre alvenaria estrutural em linguagem pouco técnica, com simplicidade suficiente para que um leigo em construção possa agregar conhecimento;
- Apontar pontos positivos e negativos do sistema.
- Verificar quais as medidas dos blocos de concreto produzidos em Campo Mourão.
- Averiguar a metodologia da aplicação dos blocos de concreto nas construções.

3 JUSTIFICATIVA

O aprimoramento de estudos e conhecimentos técnicos relacionados à Alvenaria Estrutural é crescente ao decorrer do tempo devido a essa técnica ser cada vez mais utilizada na construção de edifícios habitacionais. Aos poucos os profissionais vão se preparando e aumentando os seus conhecimentos acerca desse sistema construtivo, pois, houve um tempo em que a ênfase era na aplicação de concreto armado e nas poucas alternativas estruturais. Acompanhando a evolução visando economia de tempo e recursos materiais e financeiros, além da praticidade, cabe aos profissionais da área de Alvenaria Estrutural a capacitação, buscando novas tecnologias e inovações que são constantemente oferecidas na construção civil.

Contudo, este sistema necessita de mais estudos e pesquisas visando eficácia e melhorias para superar as desvantagens que algumas construtoras ainda apresentam. Um atrativo e incentivo para a realização de um estudo sobre Alvenaria Estrutural e também apontado por muitos autores como uma das maiores vantagens desse sistema, consiste nas obras causarem menor impacto ao meio ambiente, devido ao fato de gerar menos entulho e reduzir bastante o uso da madeira. O contato constante com profissionais que prezam pela alvenaria estrutural, induz a uma análise mais elaborada e a um aumento do conhecimento para incentivar melhorias nas produções e na qualidade final dos empreendimentos.

Este estudo é apresentado com a finalidade de elucidar aspectos da utilização da alvenaria estrutural na construção civil, bem como destacar o papel do Brasil nesse segmento, pois, apesar de já ser crescente a sua utilização, a alvenaria estrutural tem ainda um enorme potencial de desenvolvimento no país.

O presente trabalho de pesquisa não pretende esgotar o tema ligado à alvenaria estrutural que é amplo e bastante abrangente. Também não será motivo de estudo do cálculo estrutural, nem sobre tijolos cerâmicos.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Utilizado desde os primórdios da vida humana para fazer estruturas com finalidades diversas, a alvenaria é um sistema construtivo bastante tradicional. Para a sua execução, pode ser usado blocos de argila, betume, tijolo, pedra, cimento, entre e outros materiais capazes de manter a rigidez necessária.

São inúmeras as possibilidades de utilização da alvenaria estrutural: habitações para uma única família, prédios residenciais para várias famílias ou comércio, de baixa e grande altura, galpões industriais, escolas, hospitais, hotéis, muros de arrimo, piscinas, entre outros. (CAVALHEIRO, 1998)

4.1 Aspectos Históricos Da Alvenaria Estrutural

A alvenaria estrutural origina-se da Pré-História, o que garante ser um dos sistemas de construção mais antigos da humanidade, algumas destas obras datam de mais de 10 mil anos. Durante séculos a prática dos construtores era primordial para construir com alvenaria, o que predominou até o início do século XX. (PARSEKIAN, *et al*, 2012)

O início do aprimoramento da técnica construtiva pode ser vislumbrado já no Império Romano, através do uso de tijolos de barro cozido, em construções com vãos amplificados e dotados de resistência ao movimento das águas, tornando obsoleto o uso de taipa de terra socada. Para os pesquisadores e engenheiros projetistas Ramalho e Corrêa (2003), esse sistema construtivo teve início por meio do empilhamento puro e simples de unidades, tijolos ou blocos, de modo que cumpram o objetivo do projeto previamente montado.

Sobre o uso de tijolos, afirma Brock (1994) que eles são os mais antigos produtos manufaturados produzidos existentes para a construção. As escavações em Jericó dão conta da existência de tijolos desde 6 (seis) mil anos antes de Cristo. E desde então a característica estrutural da alvenaria é empregada, de modo que o tijolo evoluiu para a forma de tijolo queimado. Isso se deu devido a percepção de que os tijolos próximos ao fogo passavam a durar mais. (BROCK, 1994)

Entretanto, no fim do século XIX, começaram a surgir as estruturas em aço, concreto armado e concreto protendido, isso somado às limitações da então atual estrutura. No que diz respeito as alterações arquitetônicas, a alvenaria passou a ser pouco utilizada como estrutura depois

disso. Fato que ocorreu devido ao avanço significativo nas fórmulas de cálculo e da tecnologia do metal causados pelo aprimoramento do cimento e a manipulação do aço, o que passou a garantir melhor aproveitamento dos espaços, além do que a alvenaria estrutural já garantia antes. Esse sistema predominou até a metade do século XX, por ocupar menos área útil e devido ao seu baixo custo se comparado a alvenaria estrutural. (CALÇADA, 1998)

Sobre o período acima citado, Josep Argilés (1994) aponta que no final do século XIX o tijolo passou a ser considerado como material de característica modular.

Contudo, em 1920, no auge do uso do aço e do concreto armado que começou um estudo científico e laboratorial detalhado sobre a alvenaria estrutural. A partir de então, se tornou possível construir edificações com dimensões de peças estruturais mais esbeltas, porém, aplicava-se o uso da alvenaria somente em construções de baixo porte. Essa dificuldade fez com que as pesquisas quase parassem por um longo tempo. (COSTA, 2010)

Assim, em meados de 1950 houve o aperfeiçoamento das normas de cálculo para verificar a espessura das paredes e a resistência das alvenarias. Na Europa da década de 50 (cinquenta) cálculos racionais e experimentos em laboratórios foram desenvolvidos principalmente na Suíça. Assim, com força ressurgiu a alvenaria estrutural, utilizada na construção de inúmeros prédios altos, dotados de belas paredes.

Já nos anos 60 (sessenta) e 70 (setenta) as pesquisas e experimentos para aperfeiçoar o modelo matemático de cálculo, buscando projetos mais resistentes às possíveis ações excepcionais, como explosão, retirada de parede estrutural, etc.

Atualmente, em países desenvolvidos como os Estados Unidos, a Inglaterra, a Alemanha, entre outros, a alvenaria estrutural alcança níveis de cálculo, execução e controle semelhantes ao que é utilizado nas estruturas de aço e concreto. Por isso se tornou um competitivo sistema racionalizado, versátil, econômico e de fácil industrialização, devido à dimensão e composição enxuta dos blocos, seu componente modular básico.

No Brasil, a alvenaria estrutural teve seu início no período colonial, com o uso de pedras, tijolo de barro cru e taipa de pilão. Na década de 60 (sessenta) passou a ser utilizada na construção de prédios de até 4 (quatro) pavimentos, a alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto, de tecnologia e procedimento pautados nas normas americanas. Já no começo da década de 70 (setenta) surgiram pesquisas no IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, e logo após, na década de 80 (oitenta) foi a vez das pesquisas despontarem na USP –

Universidade de São Paulo. Assim, no fim da década de 1980 e início de 1990, as parcerias Universidade-Empresa se solidificaram e a união rendeu frutos como a criação de materiais e equipamentos nacionais para produção de alvenaria. (PARSEKIAN *et al*, 2012)

Acerca do emprego da alvenaria estrutural no Brasil, Ramalho e Corrêa (2003) defendem que em que pese ter chegado tarde, o sistema se mostra eficiente e econômico para a execução de edificações residenciais e industriais. Novos sistemas foram desenvolvidos o que permitiu também o uso crescente de blocos sílicocalcários e blocos cerâmicos. Hoje, o país tem normas da ABNT para cálculo, execução e controle de obras em alvenaria estrutural. (RAMALHO; CORRÊA, 2003)

A Alvenaria Estrutural é o sistema que mais se adapta com as condições de nossa cultura construtiva, seja do ponto de vista da absorção, da adequação de mão-de-obra, ou do corte de gastos. Para Parsekian *et al* (2012) é frequente o uso de alvenaria estrutural em empreendimentos para moradia de larga escala, em que são necessários rapidez de execução, economia, controle, planejamento, qualidade, segurança e custo.

Certamente o uso desse sistema também é vantajoso em obras de padrões maiores. Os grupos de pesquisa e de fabricantes de blocos estruturais com modernas tecnologias são indispensáveis para assegurar o bom funcionamento da Alvenaria Estrutural no Brasil. (CAVALHEIRO, 1998)

Neste sentido, em escala mundial, algumas obras são destacadas na história da humanidade e servem como exemplo auxiliando a compreensão do desenvolvimento do sistema construtivo em questão. São conhecidas e muitas delas visitadas todos os dias, por turistas do mundo inteiro. Entre tantas importantes, para o presente trabalho, destacam-se as citadas na sequência.

- **Pirâmide de Queóps** - As Pirâmides de Guizé, localizadas no Egito, são três pirâmides: Quéfren, Queóps e Miquerinos. A estimativa de tempo de sua construção é de 2.600 anos a.C., com blocos de pedra. Somente na denominada Grande Pirâmide de Queóps, túmulo do faraó Queóps utilizaram pelo menos 2,3 milhões de blocos com peso médio de 25 kN, distribuídos em uma base de 52.900m² e com altura de 147 metros. (RAMALHO; CORRÊA, 2003)

No que diz respeito à estrutura, essas pirâmides não foram inovadoras, porém, o que trouxe o protagonismo foi a construção delas por meio de blocos sobrepostos. A Figura 1 remete a imensidão da obra.

Figura 1: A grande pirâmide de Queóps.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Pir%C3%A2mide_de_Qu%C3%A9ops

- **Farol de Alexandria** – a matéria prima utilizada em sua construção foi o mármore branco, medindo 134 (cento e trinta e quatro) metros de altura, o equivalente a um prédio de 45 (quarenta e cinco) andares. Foi construído na ilha de Faros, próxima ao porto de Alexandria há aproximadamente 280 a.C. É considerado o mais antigo e até os dias de hoje é o mais famoso farol de orientação de todos os tempos. Todavia, depois de passar por um terremoto no século XIV, ficaram somente as fundações como marca de sua extensão e imponência. (RAMALHO; CORRÊA, 2003)

Na Figura 2, visualiza-se uma representação em 3D de como seria o Farol de Alexandria, devido a sua destruição ter ocorrido em 1323.

Figura 2: Farol de Alexandria.



Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Farol_de_Alexandria

- **Templo Maia, Tikal - El Petén, Guatemala** – Tikal era a maior de todas as cidades Maias, localizada em Petén, na América Latina, região da atual Guatemala. Neste local, 200 anos depois de Cristo foram construídas as pirâmides Maias, cujo principal elemento estrutural em sua construção foi a pedra calcária, cortada para um encaixe quase perfeito, quase não precisando usar argamassa entre as pedras. A Figura 3, representa um dos principais templos Maias.

Figura 3: Templo Maia, Tikal – El Petén, Guatemala.



Fonte: <https://es.wikipedia.org/wiki/Tikal>

- **Coliseu** - É um anfiteatro de formato oval, o maior já construído até hoje, localizado em Roma, capital da Itália, próximo do ano 70 d.C. Na época capaz de receber 50.000 (cinquenta mil) pessoas, possuía mais de 500 (quinhentos) metros de diâmetro e 50 (cinquenta) metros de altura, dotado ainda de 80 (oitenta) portais para a entrada e saída dos espectadores. Quanto às estruturas é notadamente um característico exemplo da arquitetura romana. Foi construído a partir de concreto e areia e diferente dos teatros gregos que utilizavam os desníveis naturais dos terrenos, os teatros de Roma eram apoiados em pórticos feitos de pilares e arcos, o que disponibilizava mais liberdade de localização. (RAMALHO; CORRÊA, 2003)

A Figura 4 é uma atual imagem desse monumento.

Figura 4: O Coliseu.



Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Coliseu>

- **Catedral de Reims** - Uma catedral gótica, ou seja, de estilo arquitetônico com arcos e abóbadas ogivais, construída entre 1211 e 1300 d.C. Construída a partir de técnicas específicas e aprimorado cuidado com os detalhes, tem os vãos grandes e as estruturas comprimidas. (RAMALHO; CORRÊA, 2003)

Em que pese as limitações de procedimento serem numerosas e difíceis na época, as técnicas foram e são lapidadas no decorrer dos séculos. A Figura 5 exemplifica bem os detalhes, em uma imagem recente da catedral supracitada.

Neste aspecto, o engenheiro PhD em Alvenaria Estrutural, Fernando Henrique Sabbatini (1984) ensina que a alvenaria em todos os tempos foi aplicada com métodos empíricos, por intuição e pautada em experiências passadas. Os sábios da antiguidade como Aristóteles, da Vinci e Leonard Euler, elaboravam teorias para explicar a eficiência de casos sobre a resistência da alvenaria.

Figura 5: Catedral de Reims.



Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Catedral_de_Reims

- **Edifício Monadnock** - Construído nos anos de 1889 a 1891, em Chicago, nos Estados Unidos, este é um emblemático edifício de alvenaria estrutural. Conta com 16 (dezesesseis) pavimentos e 65 (sessenta e cinco) metros de altura. Por causa dos métodos empíricos de dimensão usados, as paredes na base possuem 1,80 metros de espessura. Estudos atuais apontam que caso fosse dimensionado por métodos modernos e com os mesmos materiais utilizados na época, a espessura seria no máximo de 30 centímetros. (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

A Figura 6 é uma foto atual dessa significativa construção.

Figura 6: Edifício Monadnock.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Edif%C3%ADcio_Monadnock

- **Hotel Excalibur** - Conforme os ensinamentos de Amrhein (1998) *apud* Ramalho e Corrêa (2003) o Excalibur é atualmente mais alto edifício em alvenaria estrutural do mundo. Construído em Las Vegas, EUA foi inaugurado em 1990. É um complexo formado a partir de 4 (quatro) torres principais com 28 (vinte e oito) pavimentos, como demonstra a Figura 7 abaixo. Cada torre contém 1.008 (um mil e oito) apartamentos e suas paredes estruturais são de alvenaria armada com blocos de concreto.

Figura 7: Hotel Excalibur.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Excalibur_Hotel_and_Casino

- **Conjunto Habitacional "Central Parque da Lapa" construído em 1966** - No Brasil, foi na cidade de São Paulo, por volta de 1966 que a alvenaria com blocos estruturais passou a ser utilizada como sistema construtivo elaborado, voltado para obter edifícios mais econômicos e racionais. O primeiro foi um residencial de 4 (quatro) edifícios com 12 (doze) pavimentos cada, executado com blocos de concreto com 19 (dezenove) centímetros de espessura. (FRANCO, 2004)

Sobre esta importante obra em terras brasileiras, o professor Camacho (2006) entende que o início da construção de edifícios em alvenaria estrutural armada no país se deu em face do Conjunto Habitacional Central Parque da Lapa, apresentado na Figura 8.

Figura 8: Conjunto Habitacional "Central Parque da Lapa" construído em 1966.



Fonte: <http://www.comunidade-da-construcao.com.br/banco-obras/1/alvenaria-estrutural>

- **Conjunto Habitacional "Central Parque da Lapa" construído em 1972** – No início dos anos 70 (setenta) alguns edifícios mais elevados foram construídos. Ainda em São Paulo e mais especificamente no ano de 1972, o condomínio Central Parque da Lapa, conforme ilustra a Figura 9, foi construído com 4 (quatro) blocos, cada bloco com 12 (doze) pavimentos em alvenaria armada com blocos de concreto. (RAMALHO; CORRÊA, 2003)

Figura 9: Conjunto Habitacional "Central Parque da Lapa" construído em 1972.



Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/banco-obras/1/alvenaria-estrutural>

- **Edifício Muriti em São José dos Campos - SP** – Em meados dos anos 70 (setenta) em São José dos Campos, na grande São Paulo, foi construído o edifício Muriti, com 16 (dezesseis) pavimentos em alvenaria armada em blocos de concreto, conforme pode ser observado na Figura 10.

Figura 10: Edifício Muriti em São José dos Campos/SP.



Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/banco-obras/1/alvenaria-estrutural>

4.1.1 Aspectos positivos da alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural é um processo de construção cuja principal estrutura de suporte do edifício são paredes, dimensionadas através de cálculo racional. Nesse processo a parede desempenha o papel de Vedação Vertical e Suporte Estrutural. Está situado ainda entre os sistemas

industrializados, porque o componente basilar de seu elemento estrutural, seja o bloco ou o tijolo, são modulares, produzidos em usinas ou indústrias, o que faz o sistema construtivo ser racionalizado. (CAVALHEIRO, 1998)

Sem deméritos no quesito qualidade, sua resistência é assegurada de acordo com as necessidades do projeto, o material é antes testado em laboratório e só depois produzido conforme normas técnicas da ABNT. Além disso é bastante resistente ao fogo, tem o menor índice de propagação de incêndio e são comercializados como determina a Norma de Desempenho NBR 15575. (ABNT, 2013)

A qualidade da obra está completamente atrelada à qualidade dos materiais utilizados e os principais insumos da alvenaria estrutural são os blocos de concreto, a argamassa e o graute. O uso dos blocos ainda garante uma maior produtividade, sendo que não necessita quebrar as paredes para instalar as redes elétricas, hidráulicas e telefônicas. (ROSA, 2010)

Deste modo, a equipe de obras tem o desempenho mais eficiente, aumenta a produção e não desperdiça material e nem tempo desnecessários. O índice de perdas e desperdício de materiais é baixo e a entrega dos mesmos é realizada em paletes, o que garante melhor organização do canteiro de obras.

Isso posto, Ramalho e Corrêa (2003) evidenciam as vantagens da alvenaria estrutural quanto aos aspectos técnicos e econômicos, quando comparados às estruturas convencionais em concreto armado, são elas: Economia de formas; Redução nos revestimentos; Redução nos desperdícios de material e mão de obra; Redução do número de especialidades; Flexibilidade no ritmo de execução da obra.

Para Franco e Agopyan (1994) o principal motivo da utilização de alvenaria estrutural é cada vez mais ocupar um espaço no cenário brasileiro e se dá especialmente por sua vantagem econômica quando comparada à estrutura tradicional.

O professor Humberto Roman (1996) também tem seu rol de vantagens da alvenaria estrutural no que toca ao método de construção, são elas: Ser apropriado a diversos usos funcionais; Concorrer técnica e economicamente com estruturas em aço ou concreto; Apresentar facilidades de projeto e detalhamento; Ser mais fácil de construir que prédios de concreto ou aço; Reduzir o número de subcontratados e tipos de material em obra; Facilitar supervisão em obra; Ser durável, necessitar pouca manutenção; Bom isolamento térmico e acústico; Por ser pautado em unidades de pequena dimensão (tijolo ou bloco) permite flexibilidade ao projetista; Facilita a contratação de

mão-de-obra qualificada. Para Roman, a principal vantagem da alvenaria estrutural está no fato do mesmo elemento responder por diversas funções.

A qualidade do trabalho dos profissionais diretamente ligados à produção da alvenaria estrutural aliada ao conhecimento de quem fiscaliza a execução deste sistema construtivo são fundamentais para se obter uma parede de boa qualidade. Fatores tais como prumo, verticalidade, uniformidade de espessura de juntas e resistência são dependentes da habilidade dos pedreiros. O engenheiro e demais profissionais envolvidos no processo não devem descuidar da fiscalização na construção das paredes.

Alguns autores têm associado a qualidade da mão de obra ao desempenho das paredes, como é o caso de Roman *et al* (1999) que defendem a alvenaria estrutural como facilitadora da compreensão dos projetos através da mão de obra. Garantem ainda que esta modalidade é mais econômica do que prédios de aço e concreto, por executarem alvenaria e estrutura em uma única etapa, aliado a redução da quantidade de madeira, aço e concreto, menor espessura de revestimentos e mais rapidez de execução.

Neste contexto, Lanna (2010) reconhece a alvenaria estrutural como tecnologia segura, durável e econômica para obras industriais, comerciais e habitacionais de múltiplos pavimentos.

Em entrevista à revista Casa Abril, o arquiteto João Luiz Rieth relata que na habitação popular a principal vantagem de não utilizar pilares e vigas é a economia, podendo reduzir o custo final da obra em relação ao modelo convencional em até 30%, com a não utilização de formas de madeira para molde dos pilares e vigas diminuindo as sobras de materiais mantendo o canteiro limpo e organizado. (RIETH, 2006)

O especialista em Engenharia Tomas Lima, reforça que vale a pena utilizar o sistema de Alvenaria Estrutural em caso de condomínios residenciais padronizados, pois utiliza-se o mesmo projeto para toda a obra diminuindo gastos, logo significa uma ótima escolha para programas como o “Programa Minha Casa, Minha Vida”. (LIMA, 2017)

Ele ainda afirma que em terrenos planos é excelente usar este método construtivo que facilita manter o prumo das paredes. Outra vantagem em utilizar este modelo é quando o objetivo é deixar os blocos à vista, não havendo pilares que prejudiquem a estética da construção. (LIMA, 2017)

Desta forma, destaca-se que a habitação popular está entre os aspectos positivos da Alvenaria Estrutural e soma muitos benefícios a este sistema, principalmente em habitações

populares já que o principal requisito para o investimento no imóvel é o baixo custo, atraindo a atenção da população e também de investidores.

4.1.2 Aspectos negativos da alvenaria estrutural

Apesar das vantagens já mencionadas, há também a lista de desvantagens no sistema da Alvenaria Estrutural.

Os autores Ramalho e Corrêa (2003) citam o que consideram desvantagens da alvenaria estrutural em relação às estruturas convencionais em concreto armado, são elas: Dificuldade de adaptar a arquitetura para um novo uso; Interferência entre projetos de arquitetura/estruturas/instalações; Necessidade de mão de obra bastante qualificada; Impossibilidade de modificar a arquitetura original.

Por outro lado, Roman e Mohamad (1999) consideram como principais desvantagens: A ausência ou deficiência do ensino de alvenaria estrutural; A resistência à compressão usada no projeto de paredes em alvenaria é geralmente menor do que as usadas para aço ou concreto armado, fazendo com que seja necessária uma maior área da seção da parede; Quando há grandes aberturas, vigas de concreto ou aço são, em regra, mais econômicas. Todavia, quando a carga for em arco e se as reações horizontais do arco podem ser acomodadas, a alvenaria tende a ser mais econômica; Os blocos de concreto são mais pesados que os de cerâmica; O isolamento térmico é inferior aos de cerâmica.

4.2 Referências Normativas Da Alvenaria Estrutural

Depois da 2ª (segunda) Guerra Mundial os códigos de obras e normas foram se espalhando na Europa e nos Estados Unidos, o que fez expandir a prática desse sistema de construção. No ano de 1965 foi publicado o primeiro código americano de alvenaria estrutural. (PARSEKIAN *et al*, 2012)

O engenheiro Lanna (2010) reconhece a alvenaria estrutural como tecnologia segura, durável e econômica para obras industriais, comerciais e habitacionais de múltiplos pavimentos.

Conforme assinala o professor Guilherme Aris Parsekian (2012) a norma serve para priorizar o controle e o projeto, pauta-se em dimensões precisas e em procedimentos de correção.

A norma também define regras para paredes, suas resistências à compressão, as diretrizes para verificação de dano acidental e colapso progressivo e ainda critérios para dimensionamento.

Para a efetividade e bom uso da NBR 15961-1 (ABNT, 2011) Alvenaria estrutural – blocos de concreto, devem ser levadas em conta demais normas mencionadas neste estudo.

Segundo as regras da ABNT, (Associação Brasileira de Normas Técnicas) a norma do Brasil inédita em alvenaria estrutural teve a sua publicação datada de 1977, sendo ela a NBR 5706 (ABNT, 1977) – Coordenação modular da construção, para fixar as bases, nomenclaturas e definições para um sistema que coordene as medidas dos componentes da construção, desde o projeto até a execução.

Passados alguns anos, em 1980, houve a publicação da NBR 6120 (ABNT, 1980) – Cargas para cálculo de estruturas de edificações. Sofreu algumas correções em 2000, mas esta norma estabelece as condições necessárias para determinar o valor das cargas no projeto de estrutura de edificações, independente da classe ou destino, exceto os casos previstos em normas especiais

No ano de 1982 foi a vez da publicação da NBR 5718 (ABNT, 1982) – Alvenaria modular, para fixar as condições exigíveis que se devem aplicar a alvenaria modular e a NBR 5729 (ABNT, 1982) – Princípios fundamentais para a elaboração de projetos coordenados modularmente, objetivando fixar condições exigíveis a serem observadas na elaboração de projetos coordenados modularmente. Entretanto, em 2010 a NBR 5718 a NBR 5729 e a NBR 5706 foram canceladas e substituídas pela NBR 15873 (ABNT, 2010) – Coordenação modular para edificações, que define os termos, o valor do módulo básico e os princípios da coordenação modular para edificação.

Já a NBR 8681 (ABNT, 1984) – Ações e segurança nas estruturas, publicada em 1984, teve a última revisão em 2003, com intuito de preestabelecer requisitos para verificar a segurança das estruturas usuais da construção civil, bem como definir os critérios de quantificação das ações e das resistências a serem consideradas no projeto das estruturas de edificações.

A Alvenaria Estrutural foi tratada diretamente pela primeira vez em uma norma técnica em 1985, na NBR 8949 (ABNT, 1985) – Paredes de alvenaria estrutural – Ensaio à compressão simples, que prescreve o método de preparo e de ensaio de paredes estruturais submetidas à compressão axial, construídas com blocos de concreto, blocos cerâmicos ou tijolos.

Em 1988 foi publicada a NBR 6123 (ABNT, 1988) – Forças devidas ao vento em edificações, posteriormente revisada em 1990. Norma que estabelece condições pra consideração das forças devidas à ação estática e dinâmica do vento, para cálculos de edificações.

Posteriormente, em 1994 surgiu a NBR 6136 (ABNT, 1994) – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. A mais recente revisão dessa norma ocorreu em 2007, ela restringe os requisitos para receber blocos vazados de concreto simples para a execução de alvenaria com ou sem função estrutural.

Foi em 1999 a publicação das normas acerca das paredes de alvenaria estrutural, a NBR 14321 (ABNT, 1999) – Paredes de alvenaria estrutural – Determinação da resistência ao cisalhamento, que por sua vez, define o método para a determinação da tensão convencional de cisalhamento da alvenaria (τ_{lv}) e o seu módulo de deformação transversal (G_{lv}) em paredes estruturais, e a NBR 14322 (ABNT, 1999) – Paredes de alvenaria estrutural – Verificação da resistência à flexão simples ou à flexo-compressão.

Quanto a argamassa, as normas que a mencionam foram publicadas em 2005, quais sejam, a NBR 13279 (ABNT, 2005) – Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – determinação da resistência à compressão, que estabelece regras para determinação da resistência à tração na flexão e da resistência à compressão de argamassas para assentamento e revestimento de 20 (vinte) paredes e tetos, no estado endurecido e a NBR 13281 (ABNT, 2005) – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos, que especifica o que é exigido para a argamassa utilizada em assentamento e revestimento de paredes e tetos.

Uma das mais recentes normas foi publicada em 2005, a NBR 15270 (ABNT, 2005) define os componentes cerâmicos. Mas, foi em 2010 a publicação da NBR 15812 (ABNT, 2010) – Alvenaria Estrutural – Blocos Cerâmicos, que veio para regular os requisitos essenciais para projetar as estruturas com blocos cerâmicos.

O engenheiro Carlos André Fois Lanna (2010) contribuiu para a elaboração da norma e acredita que ela estabeleça parâmetros quanto aos tipos de blocos cerâmicos fabricados no Brasil, a expectativa é que os projetos sejam feitos com uma padronização nítida e critérios mais rígidos, pautados na realidade do país.

Em 2011 a NBR 15961 (ABNT, 2011) – Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto, em sua primeira parte especifica os critérios para desenvolver projetos de estruturas em blocos de

concreto. Por ser assunto principal do estudo, as normas relacionadas aos blocos de concreto serão abordadas especificamente em outro momento. Assim, segue a explanação sobre as peculiaridades da Alvenaria Estrutural.

4.2.1 Definições em alvenaria estrutural

Antes de apresentar o conjunto de definições contidos na NBR 15812 (ABNT, 2010) – Parte 1 e na NBR 15961 (ABNT, 2011) torna-se necessário destacar dois conceitos utilizados em Alvenaria Estrutural, quais sejam, componente e elemento. A partir das lições de Ramalho e Corrêa (2003) componente é um elemento que compõe os elementos, que por sua vez vão compor a estrutura. Destacam-se os blocos; a argamassa; o graute e a armadura. Já os elementos são fornecidos por no mínimo dois dos componentes relacionados. São os pilares, as paredes, etc.

Como já mencionado, a Alvenaria Estrutural é composta por um conjunto de definições estipuladas na NBR 15812 (ABNT, 2010) – Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 1 e na NBR 15961 (ABNT, 2011) – Alvenaria estrutural – Parte 1. Assim elas definem as nomenclaturas:

- Componente: é a menor unidade a compor o elemento da estrutura e engloba:

a) Bloco: é a unidade basilar da alvenaria; b) Junta de argamassa: serve para ligar os blocos; c) Reforço de graute: sua função é preencher os espaços vazios dos blocos servindo como apoio de armaduras na alvenaria ou ainda otimizar aumentando sua resistência. (ABNT, 2011)

A argamassa de assentamento é o que une as unidades de alvenaria. Geralmente é constituída por cimento, cal, areia e água. Serve para solidarizar as unidades transferindo as tensões; distribuir as cargas com equidade na parede; compensar irregularidades entre as unidades; lacrar as juntas para não acumular água nem vento. (RAMALHO; CORREA, 2003)

- Elemento: parte da estrutura formada da reunião de dois ou mais componentes:

a) Elemento de alvenaria não armado: a armadura é desconsiderada para resistir aos esforços solicitantes; b) Elemento de alvenaria armado: são usadas armaduras passivas

consideradas resistentes aos esforços solicitantes; c) Elemento de alvenaria protendido: são utilizados armaduras ativas impondo uma pré-compressão anterior ao carregamento. (ABNT, 2011)

- Parede estrutural ou não estrutural:

a) Estrutural: em geral, as paredes admitidas como participantes da estrutura são um auxílio às lajes e entre outros elementos da construção; b) Não estrutural: a parede não admitida como participante da estrutura servem de apoio e carregamento às lajes ou a outro elemento da estrutura. (ABNT, 2011)

- Verga, contraverga, cinta ou coxim:

a) Verga: é um elemento estrutural, usado sobreposto nos vãos das aberturas e serve exclusivamente para resistir a carregamentos, composta em regra, por uma ou mais canaletas grauteadas e armadas; b) Contraverga: elemento estrutural utilizado em cima dos vãos de aberturas; sua função é aguentar as tensões dos cantos da abertura, geralmente é formada por uma canaleta grauteada e armada; c) Cinta: elemento estrutural apoiado na parede, pode ser unido ou não às lajes, vergas ou contravergas, quase sempre é composta de uma canaleta grauteada e armada; útil para a distribuição de cargas contínuas apoiadas sobre a parede, ou a resistência da parede para a ação fora do plano da parede ou na direção horizontal do plano da parede. Sua composição se dá por uma fiada de canaletas armadas; d) Coxim: elemento estrutural não contínuo, apoiado na parede, para distribuir cargas concentradas, normalmente composto de canaleta grauteada ou peça de concreto armado. (ABNT, 2010)

- Enrijecedor: elemento de alvenaria, vinculado a uma parede estrutural, com a função de enrijecer na direção perpendicular ao seu plano; usualmente intervém quando a parede está sujeita à ação lateral fora do seu plano ou em paredes altas. (ABNT, 2011)

Diafragma: elemento estrutural laminar admitido como rígido em seu plano, como exemplo, a laje de concreto armado que distribui as cargas horizontais para as paredes. (RAMALHO; CORREA, 2003)

- Área bruta, líquida ou efetiva:

a) Bruta: área de um componente (bloco) ou elemento (parede) considerando-se as suas dimensões externas, ignorando se existirem vazios; b) Líquida: área de um componente (bloco) ou elemento (parede) considerando-se as suas dimensões externas, descontando os vazios se existirem; c) Efetiva: área de um componente (parede) considerando somente a região sobre a qual a argamassa é distribuída, não considerando os vazios. (ABNT, 2011)

- Prisma: corpo de prova obtido através da superposição de blocos unidos por argamassa, grauteados ou não, a ser ensaiado a compressão. Possui informação básica sobre resistência à compressão da alvenaria e é o melhor parâmetro para projeto e controle da obra. (ABNT, 2010)

- Amarração direta ou indireta:

a) No plano da parede: Direta: o padrão de distribuição dos blocos em que as juntas verticais se defasam de, no mínimo, 1/3 do tamanho dos blocos; Indireta (não amarrada): o padrão de distribuição dos blocos não atende o acima (junta prumo).

b) Entre as paredes: Direta: existe intertravamento dos blocos conseguidos através da interpretação alternada de 50% (cinquenta por cento) das fiadas de uma parede na outra; Indireta: existe junta a prumo no encontro das paredes, sem sobreposição dos blocos e deve possuir uma armação metálica (grampos ou telas) sobre a junta entre as paredes. (ABNT, 2010)

- Pilar ou parede: elementos resistentes a cargas de compressão, sendo definidos:

a) Pilar: a maior dimensão da seção transversal não excede 5 (cinco) vezes a menor dimensão; b) Parede: a maior dimensão da seção transversal não excede 5 (cinco) vezes a menor dimensão. (RAMALHO; CORREA, 2003)

Vão efetivo: no dimensionamento de elementos estruturais ele é a soma da distância entre as faces internas dos apoios – acrescida, em cada lado, do menor valor a distância da face ao eixo do apoio e altura da viga, dividida por dois. (RAMALHO; CORREA, 2003)

4.3 Blocos De Concreto

O bloco de concreto, assim como o tijolo é oriundo de industrialização, passa por máquinas que vibram e o prensam. Dessa forma, são vibroprensados e a sua fabricação pode se dar a partir de várias composições, sendo a mais comum uma mistura de cimento, agregados e água. São moldados em fôrmas de aço e sua precisão dimensional é o que o qualifica na execução da alvenaria. (MANZIONE, 2004)

A Figura 11 é uma foto dos blocos de concreto à venda em uma loja de materiais de construção.

Figura 11: Blocos



Fonte: <http://www.leroymerlin.com.br/blocos-de-concreto>

A alvenaria com blocos de concreto se apresenta como uma opção vantajosa por aliar qualidade, economia e rapidez nas construções. O bloco de concreto pode ser utilizado na alvenaria estrutural e de vedação, atendendo a diversos tipos de obras e seu uso remete a um uso racional em todo o processo construtivo, pois devido a praticidade diminui o tempo de execução além de minimizar os impactos ambientais se comparado aos blocos cerâmicos, que necessitam de bem mais consumo de energia para a sua produção. (ROSA, 2010)

Manzione (2004) afirma que com o bloco de concreto a economia de material, entre eles argamassa e reboco pode chegar a até 30% (trinta por cento). Reduz consideravelmente o consumo de aço e o uso de formas de madeira, bem como também diminui o tempo de execução e do custo final da construção.

Quanto à forma, os blocos se dividem em maciço, conhecido como tijolo ou vazado, conhecido como bloco. Para ser considerado maciço, o bloco deve ter vazios de no máximo 25% (vinte e cinco por cento) de sua totalidade, caso seja maior que isso, será considerado vazado. (TAUIL,1998)

Sobre o assunto, a Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto entende que o concreto é dotado de elasticidade parecida com o da junta de argamassa, o que deixa a resistência da alvenaria mais semelhante à do bloco. Ademais, defendem ainda outras vantagens relacionadas aos blocos de concreto, quais sejam:

- a) Sua produção pode se dar em resistências diversificadas e com características específicas, conforme for preciso para estruturar a edificação;
- b) Nada impede a sua produção em diferentes formas, qualquer cor e textura;
- c) São dotados de vazados amplificados, facilitando a passagem da fiação de tubos elétricos e/ou sanitários. Há ainda a possibilidade de preencher os vazados com graute, vergas ou compressão;
- d) Fáceis de ser encontrados para compra e venda;
- e) Quase não tem variação de dimensões, visto que são modulares;
- f) Minimizam desperdícios por quebras nas obras;
- g) Diminui consideravelmente a espessura dos revestimentos em que são implementados. (ABIBC, 2008)

Com tantas vantagens atreladas ao seu uso, os blocos de concreto despontam como protagonistas em muitos processos construtivos. Para Ramalho e Corrêa (2003), os blocos, componentes da alvenaria que são, representam como maiores causadores das definições de características resistentes da estrutura.

Uma família de blocos consiste na junção de componentes provenientes da alvenaria que se interagem modularmente, bem como com outros elementos da construção. Isso se dá conforme as dimensões dos envolvidos. Como já mencionado, a norma NBR 6136 (ABNT, 2007) especifica as características dos blocos para a alvenaria estrutural, sendo que os mais utilizados comercialmente são: O bloco inteiro, o meio bloco, os blocos compensadores A e B, (blocos para ajustes de modulação) os blocos de amarração L e T, (para encontros de paredes) e blocos tipo caneleta. (TAUIL, 1998)

A funcionalidade e o desempenho ficam por conta do tipo e utilidade dos materiais usados e da proporção adequada. Os blocos normalizados são modelos padrão para garantir um programa de construção com vistas à economia, praticidade, rapidez e eficiência. A classificação dos blocos segundo a NBR 6136 (ABNT, 2007) é a seguinte:

- 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 acima do nível do solo;
- Classe C – Com função estrutural, para uso em elementos acima do nível do solo;
- Classe D – Sem função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo. Em geral, quanto mais denso o bloco, menor será a sua absorção. Para ambas as classes (estrutural e não estrutural) a absorção deve ser < 10% e a retração por secagem deve ser sempre < 0,065%. A retração por secagem é uma redução de volume resultante da evaporação da água excedente. (ABNT-NBR 6136, 2007)

Com base na classificação feita pela NBR 6136 (ABNT, 2007) destaca-se ainda que os blocos com função estrutural classe C sejam empregados, de modo que: Blocos M10 – são para construções de no máximo 1 (um) pavimento; Blocos M12,5 – para construções de até 2 (dois) pavimentos; e Blocos M15 e M20 – nas construções de nível mais elevado.

Por isso a importância de um agrupado de recomendações realizado por especialistas no assunto que unificam e disponibilizam no mercado qual a melhor maneira de proceder nas construções em geral.

4.4 Medidas Dos Blocos

Quanto a nomenclatura há divergência, na NBR6136 (ABNT, 2007) nomeiam, por exemplo, “Família de 15x40” a família de blocos cujas dimensões são: 14 cm de largura, 19 cm de altura, 39 cm o comprimento do bloco inteiro, 19 cm o comprimento do meio bloco. O representante da empresa mourãoense fabricante de artefatos de cimento, Marcovic no entanto, considera o mesmo bloco como “Família 14”, Manzione,(2004), chama de “Família de 39”, Tauil e Nese, (2010), chamam de “Famílias de bloco de 14x39”

A seguir encontra-se a tabela de dimensões dos blocos de concreto segundo a NBR 6136, Blocos Vazados de Concreto Simples Para Alvenaria – Requisitos

Figura 12: Dimensões Nominais

Família		20 x 40	15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	7,5 x 40	
Medida Nominal mm	Largura	190	140		115			90		65	
	Altura	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
	Comprimento	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
		Meio	190	190	140	190	115	-	190	140	190
		2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
		1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
		Amarração "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
		Amarração "T"	-	540	440	-	365	-	-	290	-
		Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
		Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
		Canaleta inteira	390	390	290	390	240	365	390	290	-
		Meia canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-

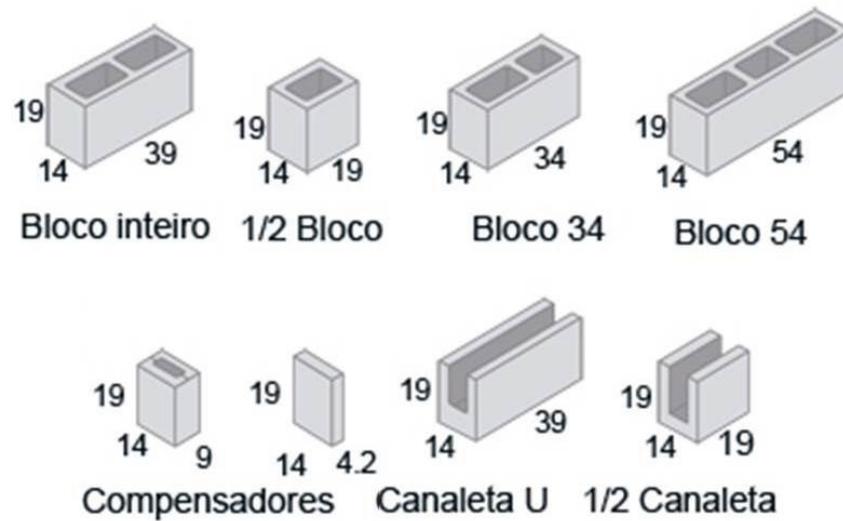
Fonte: NBR 6136(2016)

A Marcovic Artefatos de Cimento, cuja fábrica está localizada no Parque Industrial I e tem seu escritório situado na Avenida Irmãos Pereira, nº 963, Centro Empresarial Cidade, sala 12, Térreo, em Campo Mourão, produz há vinte anos seus blocos de concreto compostos por areia, areia industrial (pó de pedra), granilha, cimento e aditivo. Os bairros mourãoenses Jardim Cidade Alta e Jardim Cidade Alta II foram construídos com os blocos da família quatorze produzidos por essa indústria.

As cotas dos blocos estão exemplificadas pela família deles conforme demonstram as figuras abaixo. O que muda nas imagens são apenas as medidas dos blocos.

Família 14

Figura 13: Blocos de Concreto



Fonte: <http://www.cimentotubo.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Familia-14.jpg>

Alguns modelos de blocos produzidos pela empresa Marcovic estão destacados nas figuras abaixo:

Blocos Família 14:

Figura 14: Bloco inteiro - 14x19x39



Fonte: autoria própria, 2017

Figura 15: Canaleta - 14x19x39



Fonte: autoria própria, 2017

Figura 16: Bloco especial - 14x19x34



Fonte: autoria própria, 2017

Figura 17: Meio bloco - 14x19x19



Fonte: autoria própria, 2017

Figura 18: Blocos J para Laje



Fonte: autoria própria, 2017

Blocos Família 9:

Figura 19: Bloco - 9x19x39



Fonte: autoria própria, 2017

Figura 20: Canaleta - 9x19x39



Fonte: autoria própria, 2017

Figura 21: Meio bloco - 9x19x9



Fonte: autoria própria, 2017

Blocos Família 19:

Figura 22: Bloco - 19x19x39



Fonte: autoria própria, 2017

Figura 23: Canaleta - 19x19x39



Fonte: autoria própria, 2017

Figura 24: Meio bloco - 19x19x19



Fonte: autoria própria, 2017

Blocos Família 11,5:

Figura 25: Bloco - 11,5x19x24



Fonte: autoria própria, 2017

Figura 26: Bloco - 11,5x19x36



Fonte: autoria própria, 2017

Figura 27: Meio bloco - 11,5x19x11,5



Fonte: autoria própria, 2017

Figura 28: Bloco J - 11,5x19x24 para laje



Fonte: autoria própria, 2017

Além dos blocos estruturais com resistência mínima de 5,4 mPa, a fábrica também produz blocos de vedação com resistência mínima de 2,5 mPa.

4.5 Modulação

As dimensões da edificação devem ser múltiplas das dimensões do bloco que será usado, ou seja, moduladas. A escolha da dimensão modular deve ser realizada por um profissional que tenha conhecimentos técnicos e conheça bem a alvenaria estrutural, pois a modulação é essencial para que a construção seja econômica e racional. (PRONTOMIX, 2018)

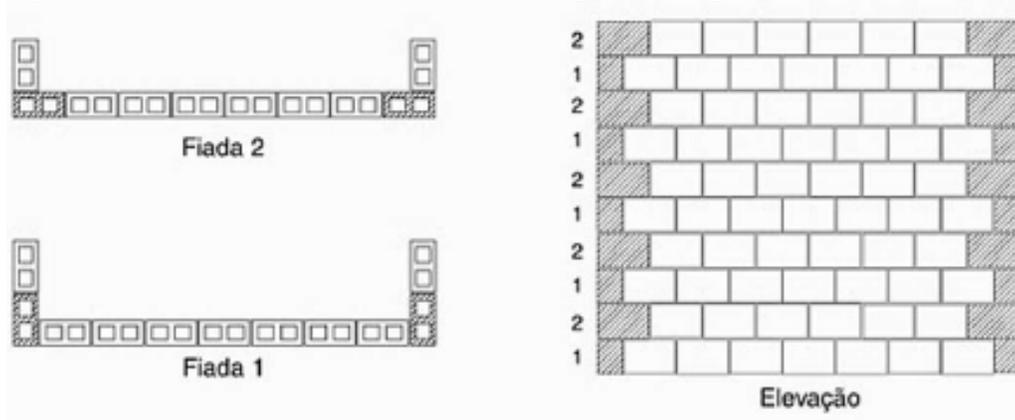
A modulação é essencial para garantir que uma construção em alvenaria estrutural seja econômica e racional. Caso não haja modulação, haverá necessidade de enchimentos devido aos blocos não poderem ser cortados, esses enchimentos aumentarão o custo da obra e diminuirão a

racionalidade. Assim, para ser racionalizada, a obra de alvenaria estrutural deve ser modulada em todas as suas dimensões. (RAMALHO; CORRÊA, 2003)

Soluções recomendadas para cantos e bordas, modulação horizontal:

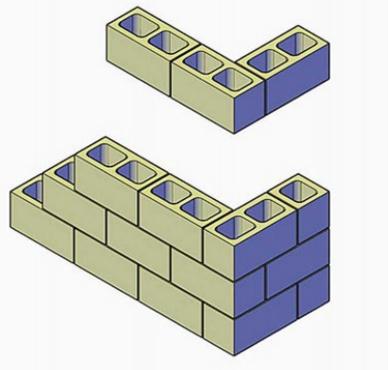
Amarração em L com modulação e larguras iguais:

Figura 29: Primeira e segunda fiada e elevação da parede com juntas amarradas



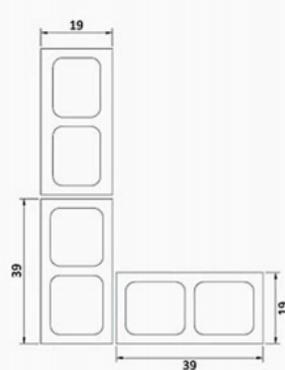
Fonte: Ramalho e Corrêa, 2003

Figura 30: Elevação



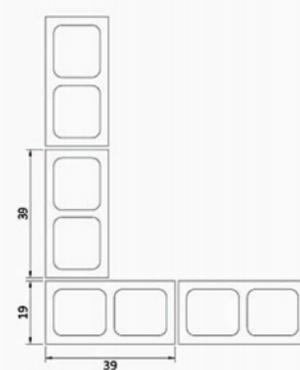
Fonte: Tauil e Nese, 2010.

Figura 31: Fiada 1



Fonte: Tauil e Nese, 2010.

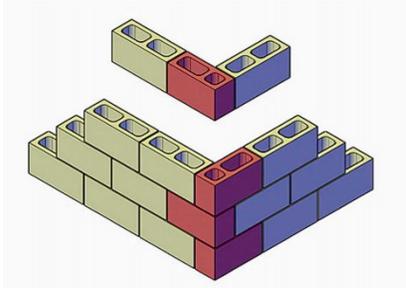
Figura 32: Fiada 2



Fonte: Tauil e Nese, 2010.

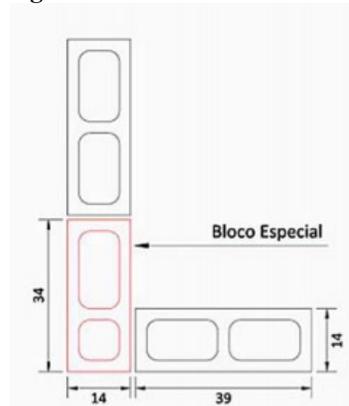
Amarração em L com bloco especial:

Figura 33: Elevação



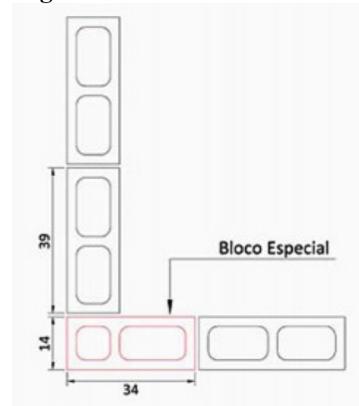
Fonte: Tauil e Nese, 2010.

Figura 34: Fiada 1



Fonte: Tauil e Nese, 2010.

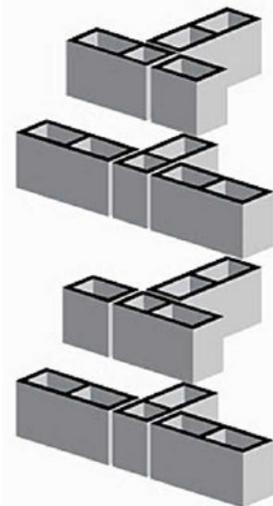
Figura 35: Fiada 2



Fonte: Tauil e Nese, 2010.

Amarração em T:

Figura 36: Amarração em “T” – Bloco Especial



Fonte: Ramalho e Corrêa (2003)

Figura 37: Amarração em “T” Bloco Especial com 3 Furos



Fonte: Ramalho e Corrêa, 2003

4.6 Aplicação Dos Blocos

Conforme ensina Leonardo Manzione (2004), além da metodologia para a execução precisa e adequada da alvenaria estrutural, materiais e ferramentas são necessários e é essencial o posicionamento estratégico de guias e guinchos. A marcação e a elevação são os dois passos da execução da alvenaria estrutural. Na etapa da elevação é construída a parede de alvenaria que deve obter prumo, nível, alinhamento e planicidade. (MANZIONE, 2004)

Segundo o mesmo autor, os passos da marcação (primeira fiada) são:

- a) Esquadro e nível: Assentar um bloco referencial (Bloco RN) no ponto mais alto da laje.
- b) Locação dos eixos: Consultar a planta de primeira fiada com cotas acumuladas e locação de blocos estratégicos (blocos de amarração localizados nos cantos e nos encontros da parede) e marcar os eixos de locação na laje.
- c) Assentamento dos blocos estratégicos: Utilizar o nível do Bloco RN e os eixos de locação já marcados na laje como referência para assentar blocos estratégicos e verificar com o esquadro.
- d) Assentamento dos blocos de primeira fiada: Fixar os esticadores de linha nas cabeças dos blocos para alinhar e nivelar os blocos da primeira fiada.
- e) Umedecimento de superfície: Molhar a superfície que ficar em contato com a argamassa da primeira fiada.
- f) Espalhamento da argamassa: Espalhar a argamassa de assentamento da primeira fiada.
- g) Assentamento dos blocos de primeira fiada: Assentar e nivelar os blocos de primeira

fiada com esticador de linhas e régua técnica.

h) Assentamento dos escantilhões: Distribuir os escantilhões nos cantos dos cômodos e assentá-los e aprumá-los ajustando a primeira marca com o nível da primeira fiada dos blocos, desta maneira as próximas fiadas estarão niveladas. (MANZIONE, 2004)

Manziona (2004) ainda ensina que as verificações indispensáveis nesta etapa de marcação são:

- Locação e conferência dos vãos para portas.
- Checagem dos pontos a serem grauteados e assentamento de blocos com “janelas” para vazamento do graute.
- Posicionamento dos conduites elétricos.
- Verificação geral das cotas.

Elevação

De acordo com os ensinamentos de Manziona (2004) na elevação as paredes externas são levantadas primeiro, depois as internas e simultaneamente são assentados os blocos elétricos e colocados os gabaritos de portas e janelas. O grauteamento divide-se em duas fases, primeiro na altura da sétima fiada, depois na última fiada. Deve-se realizar a inspeção no pé da parede, procedimento que é feito um furo na primeira fiada, onde ocorrerá vazamento, se não houver vazamento é preciso desobstruir os blocos.

Enquanto a etapa de elevação acontece, ocorre também o assentamento de pré-moldados leves que são utilizados como suporte para ar condicionado, vergas, quadros elétricos e contramarcos. Para garantir a perfeição dos vãos de portas e janelas são utilizados gabaritos metálicos. Para aumentar a produtividade da mão de obra recomenda-se a aplicação de argamassa com a técnica de espalhamento com palheta, que permite cordões de argamassa de 80cm. (MANZIONE, 2004)

Durante a fase de projeto que é decidido se septos e juntas deverão ser preenchidos, o não preenchimento reduz a resistência em torno de 20% mas, se a perda não for relevante no projeto em questão, não preenchendo os septos e juntas há aumento de produtividade e economia de

material (argamassa). É muito relevante as verificações constantes de prumo, nível e planicidade durante a execução com utilização de régua técnica prumo-nível podendo ser feitas pelo responsável do serviço. (MANZIONE, 2004)

Cada etapa deve ser feita com muito cuidado, atenção e conferência para que a alvenaria seja construída conforme o planejado garantindo seu bom desempenho e economia. Por isso deve-se ter uma mão de obra treinada, qualificada e eficiente.

4.7 Instalações Elétricas E Hidráulicas

Em geral as tubulações elétricas são feitas sempre em direção vertical utilizando os vazados dos blocos para passagem de mangueira, é proibido cortes horizontais, todas informações do projeto elétrico devem estar compatibilizados com os de elevação de alvenaria utilizando assim, apenas um desenho que contém toda informação necessária para a execução (MANZIONE, 2004).

As instalações elétricas podem ser feitas em shafts ou em paredes estruturais sem a quebra de blocos, utilizando assim blocos especiais para a instalação de caixas de 4x2 ou 4x4 para tomadas e interruptores. Os dutos devem passar pelos ocos dos blocos., é proibido cortes horizontais.(SUZUKI, 2016)

As instalações hidráulicas não podem passar por paredes estruturais, logo a solução é passar a tubulação por shafts e forros falsos, que devem ser previstos no projeto arquitetônico de preferência concentrando as áreas molhadas visando economizar prumadas e ramais. (MANZIONE, 2004)

O posicionamento ideal para racionalizar é aproximar banheiro, cozinha e lavanderia assim diminui-se a quantidade de prumadas e shafts. Quando há tubulações verticais de maior diâmetro é necessário utilizar shafts externos ou internos, outra maneira é utilizar paredes de vedação, porém a largura dos blocos é um limitante para o diâmetro das tubulações. Pode-se também deixa-la aparente e cobri-la com carenagem plástica. (SUZUKI, 2016)

A engenheira Michelli Silvestre esclarece que não há necessidade de rasgos ou aberturas nos blocos para as instalações elétricas e hidráulicas, pois elas podem ser embutidas nos vazios dos

blocos durante a execução simultaneamente com a elevação das paredes, eliminando as possíveis improvisações que encarecem a construção. (SILVESTRE, 2013)

As instalações prediais racionalizadas facilitam a execução porque já estão definidas em projeto e posteriormente a manutenção já que não é preciso destruir paredes evitando maiores transtornos ao usuário. O tempo de execução é otimizado porque ao mesmo tempo que as paredes são construídas as passagens de instalações são feitas junto.

5 METODOLOGIA

Inicialmente, como prioridade foram realizadas pesquisas bibliográficas, para obter informações teóricas em algumas teses e dissertações de mestrado e doutorado, apresentação em seminários, relatórios técnicos e ainda trabalhos de conclusão de curso. Também foi necessária a consulta de normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

O método de pesquisa adotado é o indutivo, característico da formulação de hipóteses e do processo de inferência dedutiva, ou seja, passa pela predição da ocorrência de fenômenos englobados pela hipótese. O estudo apresenta-se ainda em forma de pesquisa exploratória, uma vez que ocorre a revisão bibliográfica afim de determinar os conceitos básicos do sistema construtivo e entendimento de Alvenaria Estrutural, visando desenvolver maneiras para que a leitura seja fácil e precisa. A junção de todas as referências bibliográficas será montada ao final do trabalho em ordem alfabética mencionando todas as consultas realizadas.

Por meio da pesquisa descritiva, o objetivo primordial é a descrição das características da Alvenaria Estrutural com Blocos de Concreto. Desta forma, para o auxílio da realização do estudo, serão utilizados textos complementares, consultas à internet e livros relacionados ao tema. Trata-se de pesquisa teórica e não propõe atacar nenhum problema, seja real ou abstrato, objeto este, de outras reflexões.

Algumas informações utilizadas no trabalho se apresentam em figuras acompanhadas da fonte de pesquisa e há também uma entrevista realizada com o responsável pela fábrica de artefatos de cimento da Marcovic, empresa produtora de artefatos de cimento e loteadora, localizada em Campo Mourão. Somado a isso, tem-se o uso de pesquisas documentais, observações utilizadas no início das análises para se ter uma primeira ideia da situação, que poderá fornecer questões a serem debatidas e também orientar na escolha de técnicas mais específicas. A fundamentação é totalmente teórica elaborada de acordo com os aspectos legais e conceituais que regulamentam os sistemas de construção.

6 CONCLUSÃO

Pela pesquisa realizada, foram reunidas informações úteis sobre a execução de alvenaria estrutural e pode-se dizer que ela constitui um sistema de simples execução que para ser bem-sucedido, deve seguir à risca os projetos, a tecnologia empregada, os suprimentos, a organização da produção e a gestão da mão de obra. Esses detalhes são omitidos muitas vezes por falta de conhecimento, ocasionando falhas e desperdícios. A mão de obra precisa ser treinada e consciente da sua responsabilidade nas etapas construtivas. Outro elemento fundamental é a fiscalização por parte dos mestres, engenheiros e demais encarregados e trabalhadores.

Por ser um sistema racionalizado e de elevado nível de industrialização, tende a evitar sobras e desperdícios de materiais e mão de obra, pois, os blocos não se quebram, a argamassa, via de regra, chega pronta e a quantidade de argamassa e graute é limitada. Quanto aos blocos de concreto, são utilizados blocos específicos para cada função. As peças exclusivas para modulação e amarração das paredes, por exemplo, facilitam a instalação tornando desnecessário rasgar as paredes. Estrutura e paredes mais leves geram economia na fundação. Este sistema diminui o uso de argamassa no assentamento e no revestimento. Gesso, tintas, azulejos, entre outros, conseguem sua aplicação sem a necessidade do emboço e reboco, fixando-se diretamente sobre as paredes de blocos.

De acordo com a convergência dos doutrinadores, a alvenaria estrutural, se bem planejada e executada com mão de obra qualificada é uma excelente escolha voltada para a situação do Brasil, já que há uma boa economia de materiais e mão de obra utilizando este método construtivo.

A alvenaria estrutural dispõe de padrões técnicos seguros e textura uniforme para utilização dos tipos de blocos e exige rigoroso controle de produção. Unindo estes fatores serão obtidas obras melhores executadas, para que a engenharia seja exercida em plenitude técnica e responsabilidade civil, além de atualizar e reforçar a competitividade das empresas.

A execução por ser planejada é também, mais rápida, o que gera maior economia ao empreendedor. Com isso, pode-se concluir que a metodologia da alvenaria estrutural, quando

acertada com integração entre os envolvidos, respeitando suas restrições é um recurso eficiente, célere, limpo e rentável para a construção.

Apesar de termos um processo construtivo bastante eficiente, na região de Campo Mourão, a alvenaria de blocos ainda não é tão utilizada ou é utilizada com restrição. De acordo com o representante do fabricante Marcovic, há carência de profissionais, engenheiros e arquitetos, que realizem projetos que tenham como material de construção os blocos de concreto. Essa falta dificulta a execução da obra. Por não haver a modularidade das paredes ou a consideração das medidas levando em conta as dimensões dos blocos conforme as famílias utilizadas, existem situações que exigem o recorte de blocos para o fechamento das paredes.

Outra preocupação é que ainda existem dúvidas quanto a estanqueidade das paredes, que na ocorrência de fortes chuvas, permitem que a água possa se infiltrar nas mesmas. Entretanto, fazendo-se a aplicação correta da argamassa de assentamento, preenchendo-se todos os espaços, a parede ficará com a estanqueidade garantida. A correta aplicação dos revestimentos deixarão as paredes com bom aspecto além de garantir a qualidade da edificação.

Outro fator a considerar é que muitos profissionais, por não terem comprometimento com a obra e com a opção técnica utilizada, ainda preferem a alvenaria tradicional de tijolos por considerarem os blocos muito pesados, ignorando desta forma, todas as vantagens e potencialidades desta possibilidade construtiva.

Depois de toda a pesquisa para a formulação do presente trabalho, fica evidente a necessidade de estarmos sempre aprendendo, buscando inovações que podem se enquadrar na necessidade de determinado trabalho com melhor rendimento e economia de recursos naturais, mão de obra e tempo, respeitando e preservando o meio ambiente.

Com uma melhor visão sobre a alvenaria estrutural, há a possibilidade de se utilizar a metodologia futuramente como profissional, com a tranquilidade de saber que realmente é uma boa alternativa para casos específicos.

REFERÊNCIAS

ARGILÉS, Josep. **Nineteenth century brick architecture: rationality and modernity**. In: PROCEEDING OF INTERNATIONAL BRICK AND BLOCAK MANSORY CONFERENCE, 10, 1994, Calgary - Canada. Anais... Calgary: 1994, Vol 2.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE BLOCOS DE CONCRETO - ABIBC. Press Kit Bloco Brasil. São Paulo. Publicado em: 2008. Disponível em: <<http://www.blocobrasil.com.br/downloads/category/21-manual-blocobrasil>>. Acesso em: 15 jun 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/normalizacao/lista-de-publicacoes/abnt>>. Acesso em: 25 mai 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/normalizacao/lista-de-publicacoes/abnt>> Acesso em 03 mar 2018..

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812: Alvenaria estrutural – blocos cerâmicos parte 1: projetos**. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961: Alvenaria estrutural – blocos de concreto parte 1: projetos**. 2011.

BARROS, Mercia Maria Semensato Boturra de. **Metodologia para implantação de tecnologia construtiva racionalizada na produção de edifícios**. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BROCK, L. **The contemporary brick wall**. . In: PROCEEDING OF INTERNATIONAL BRICK AND BLOCAK MANSORY CONFERENCE, 10. 1994, Calgary - Canadá. Anais... Calgary: 1994, Vol 2.

CALÇADA, Luciana Maltez Lengler. **Avaliação do comportamento de prismas grauteados e não grauteados de blocos de concreto**. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis 1998.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de edifícios em alvenaria estrutural**. Publicação do Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural – NEPAE. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, 2006.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. **Alvenaria estrutural: tão antiga e tão atual**. Jornal da ANICER, Porto Alegre. Publicado em: 31 jul 1998. Disponível em: <<http://www.ceramicapdo.com.br/downloads/cavalheiro1.pdf>>. Acesso em: 01 jun 2017.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. **Notas de Aula, Curso Básico Alvenaria Estrutural**. Centro de Tecnologia – UFSM, 1995.

CIMENTO TURBO. **Artefatos de cimento nova alvorada ltda.** Linha Casa Grande – Estrada Vicinal. Nova Alvorada-RS. Disponível em: <<http://www.cimentotubo.com.br/>>. Acesso em: 15 jan 2018.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Sistemas à base de cimento.** Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/1/materiais/qualidade/9/materiais.html>>. Acesso em: 06 jun 2017.

CONTEÚDO aberto. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Pir%C3%A2mide_de_Qu%C3%A9ops>. Acesso em: 13 jun 2017.

CONSTRUÇÃO MERCADO NEGÓCIOS DE INCORORAÇÃO E CONSTRUÇÃO. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/177/artigo369750-1.aspx>>. Acesso em: 04 mar 2018

COSTA, Odivan. **Análise da influência dos componentes na eficiência da alvenaria estrutural cerâmica.** Santa Maria, 2010. Monografia (Curso de Engenharia Civil) apresentada à Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria 2010.

Dicionário da Língua Portuguesa. **Michaelis.** Disponível em <<http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=alvenaria>>. Acesso em 19 mai 2017.

FREITAS, José de Almendra. **Alvenaria estrutural.** Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/7/70/TC025_Alvenaria_estrutural_A_x.pdf>. Acesso em: 28 mai 2017.

LANNA, Carlos. André. Fois. **Painel de normas, conheça a nova norma de alvenaria estrutural.** Revista Construção Mercado. Edição 106 maio/2010. Disponível em: <<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamentoimobiliario/106/blocos-estruturais-nova-norma-regulamenta-construcao-com-blocosceramicos-170688-1.asp>>. Acesso em: 18 de mai 2017.

LIMA, Tomás. **Vale a pena utilizar a alvenaria estrutural?** Publicado em: 15 de set 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/alvenaria-estrutural>>. Acesso em: 19 de fev 2018.

MANZIONE, Leonardo. **Projeto e execução de alvenaria estrutural.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.

MARCOVIC. Loteamentos. Disponível em: <<https://www.marcovic.com.br/institucional>>. Acesso em: 25 fev 2018.

RAMALHO, Marcio Antônio; CORRÊA, Marcio Roberto Silva. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural.** São Paulo: Pini, 2003.

REVISTA CASA CLAUDIA. **Conheça os segredos da alvenaria estrutural.** Publicado em 19

nov 2006. Disponível em: <<https://casa.abril.com.br/materiais-construcao/conheca-os-segredos-da-alvenaria-estrutural/>>. Acesso em: 19 de fev 2018.

ROMAN, Humberto. Ramos. **Alvenaria Estrutural**. Revista Técnica. São Paulo: n° 24, set/out 1996.

ROMAN, H.R.; ARAÚJO, H.N.; MUTTI, C.N. **Construindo em alvenaria estrutural**. 1ª edição. Florianópolis: editora daUFSC, 1999.

PARSEKIAN, G. A.; HAMID, A. A.; DRYSDALE, R. G. **Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural**. São Carlos, Ed. EdUFSCar, 2012.

PARSEKIAN, G. A. **Parâmetros de projeto de alvenaria estrutural com blocos de concreto**. São Carlos, Ed. EdUFSCar, 2012.

FRANCO, L.S.; AGOPYAN, V. **Racionalização dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MANSORY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5. 21 - 24 ago. 1994, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina e University of Edinburgh, 1994.

FRANCO, Luiz Sérgio – **PCC 2515 Alvenaria Estrutural – Apresentações Escola Politécnica da USP**. 2004.

PRONTOMIX. **Pavimentos e Blocos de Concreto** Disponível em:<<http://www.prantomix.com.br>>. Acesso em: 24 de fev 2018.

ROSA, Rita Paulus da. **Consumo energético para produção de blocos de concreto: estudo comparativo com blocos cerâmicos através da avaliação do ciclo de vida**. Porto Alegre, 2010. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2010.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Processo construtivo de edifícios de alvenaria sílicocalcária**. São Paulo, 1984. Dissertação (Mestrado) apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo 1984.

TAUIL, Carlos Alberto. **Revista Qualidade na Construção. A arte, a história e a técnica da alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Ano II, n° 13, 1998.

TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2010.