



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Redeenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Giordano Bruno Santos Amaral

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DOS BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL E VEDAÇÃO EM FÁBRICAS DE PALMAS – TO

Palmas – TO

2020

Giordano Bruno Santos Amaral

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DOS BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA
ESTRUTURAL E VEDAÇÃO EM FÁBRICAS DE PALMAS – TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique de Melo Ribeiro.

Palmas – TO

2020

Giordano Bruno Santos Amaral

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DOS BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA
ESTRUTURAL E VEDAÇÃO EM FÁBRICAS DE PALMAS – TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique de Melo Ribeiro.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fábio Henrique de Melo Ribeiro

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Dr. Roldão Pimentel de Araújo Junior

Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Msc. Fernando Moreno Suarte Júnior

Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2020

Aos meus filhos, minha família, meus amigos, colegas, minha amada esposa e demais pessoas que contribuíram com esta caminhada, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por ter me dado saúde, força e inteligência para superar as adversidades e chegar até aqui.

Agradeço, acima de tudo, a minha mãe Nivania, pelo carinho, amor, ensinamentos e paciência a mim dedicados, sempre me apoiando em todos os momentos. Agradeço por ser exemplo e não medir esforços para que pudesse sempre seguir adiante. Em acréscimo, aos meus irmãos Natália, Giancarlo e Layana por todo o companheirismo prestado até hoje.

Agradeço a meus tios, tias, avôs e avós paternos e maternos, a todos os demais familiares e, também, *in memoriam*, aqueles que não estão mais entre nós, mas que estariam muito contentes nesta data, pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim.

Agradeço a esta instituição e todo seu corpo docente e administrativo, Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA), por me propiciar uma educação de excelência e me colocar em contato com ótimos educadores e profissionais. Em acréscimo, agradeço a banca examinadora pelas contribuições desde o início ao término deste trabalho, tal qual, meu orientador Prof. Dr. Fábio Henrique de Melo Ribeiro.

Agradeço aos meus amigos por compartilharmos de tantos momentos ao longo dessa jornada e por sempre estarem presentes, me incentivando e fazendo com que todos os períodos do curso fossem marcados por alegrias.

Por fim, aos meus filhos Lael e Luca, e minha amada esposa Lívia, que sem eles este trabalho não teria toda a riqueza que possui. Agradeço também por todo apoio, paciência e dedicação que tiveram nesta etapa da minha vida e por fazerem acreditar que seria possível chegar até aqui.

RESUMO

AMARAL, Giordano Bruno Santos. **ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DOS BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA EM FÁBRICAS DE PALMAS – TO**. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas – TO, 2020.

Na busca de opções que ofereçam racionalização e baixo custo tem-se observado o crescimento do uso de blocos de concreto na construção civil. O mercado de Palmas – TO tem acompanhado o forte crescimento desse setor, o que torna necessário o conhecimento da qualidade dos produtos locais. Dessa forma, esse trabalho visa verificar a qualidade dos blocos de concreto em fábricas da cidade, mostrando o comportamento atual deste produto. Foram recolhidas amostras de 3 diferentes fabricantes de blocos de concreto da cidade. Os blocos de concreto foram submetidos a uma análise dimensional, verificação da resistência à compressão e absorção de água, seguindo as indicações das normas NBR 6136:2016 e NBR 12118:2016, que trata de blocos vazados de concreto simples para alvenaria. Com os dados dos ensaios verificou-se que apenas o bloco da classe C (sem função estrutural) de uma das fábricas estudadas está em conformidade nos três requisitos estudados: resistência à compressão, absorção e análise dimensional. Em acréscimo, uma delas apresentou-se em desconformidade quanto às dimensões, sendo reprovada. Um fato importante constatado no estudo é que o ensaio de resistência apresentou valores bem acima do mínimo exigido pelas normas. Isso mostra que, nas fábricas estudadas, há uma carência de conhecimentos técnicos, principalmente no que se refere à dosagem dos blocos de concreto, o que acarreta a elevação dos custos de produção, diminuindo a competitividade das empresas.

Palavras-chave: Bloco de concreto; alvenaria de vedação, qualidade; construção civil.

ABSTRACT

AMARAL, Giordano Bruno Santos. **ANALYSIS OF CONCRETE BLOCKS PROPERTIES FOR MASONRY IN FACTORIES IN PALMAS - TO**. 60 f. Work of Course Conclusion (Graduation) – Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas – TO, 2020.

In the search for options that offer rationalization and low cost, there has been an increase in the use of concrete blocks in civil construction. The market in Palmas - TO has followed the strong growth of this sector, which makes it necessary to know the quality of local products. Thus, this work aims to verify the quality of concrete blocks in factories in the city, showing the current behavior of this product. Samples were collected from 3 different concrete block manufacturers in the city. The concrete blocks were subjected to a dimensional analysis, verification of the compressive strength and water absorption, following the indications of the standards NBR 6136: 2016 and NBR 12118: 2016, which deals with hollow concrete blocks for masonry. With the test data it was found that only the class C block (without structural function) from one of the studied factories is in compliance with the three requirements studied: compressive strength, absorption and dimensional analysis. In addition, one of them presented disagreement regarding the dimensions, being disapproved. An important fact found in the study is that the resistance test showed values well above the minimum required by the standards. This shows that, in the factories studied, there is a lack of technical knowledge, especially with regard to the dosage of concrete blocks, which leads to increased production costs, reducing the competitiveness of companies.

Keywords: Concrete block; sealing masonry, quality; construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Bloco vazado de concreto simples	19
Figura 2 – Blocos tipo canaleta	20
Figura 3 – Blocos compensador	20
Figura 4 – Mísulas	24
Figura 5 – Diagrama de estudo.....	37
Figura 6 – Produção dos blocos de concreto na fábrica I.....	40
Figura 7 – Produção dos blocos de concreto na fábrica II.....	41
Figura 8 – Produção dos blocos de concreto na fábrica III	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Termos e definições dos blocos de concreto	19
Quadro 2 – Quadro de dimensões nominais dos blocos de concreto.	23
Quadro 3 – Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos.....	23
Quadro 4 – Requisitos para resistência característica à compressão, absorção e retração	24
Quadro 5 – Traços utilizados.....	31
Quadro 6 – Resistência dos blocos.....	31
Quadro 7 – Resultados do ensaio de análise dimensional dos blocos de classe C: comprimento, largura e altura.....	42
Quadro 8 - Resultados do ensaio de análise dimensional dos blocos de classe B: comprimento, largura e altura.....	43
Quadro 9 – Resultados do ensaio de análise dimensional dos blocos de classe C: espessura das paredes e raio da mísula.....	43
Quadro 10 – Resultados do ensaio de análise dimensional dos blocos de classe B: espessura das paredes e raio da mísula.....	44
Quadro 11 – Resultados do ensaio de resistência à compressão dos blocos de concreto de classe C.....	45
Quadro 12 – Resultados do ensaio de resistência à compressão dos blocos de concreto de classe B.....	45
Quadro 13 – Resultados do ensaio de absorção para os blocos de concreto de classe C.....	47
Quadro 14 – Resultados do ensaio de absorção para os blocos de concreto de classe B.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resistência à compressão dos blocos de concreto de classe C.....	46
Tabela 2 – Resistência à compressão dos blocos de concreto de classe B.....	46
Tabela 3 – Absorção para os blocos de concreto de classe C.....	48
Tabela 4 – Absorção para os blocos de concreto de classe B.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
INMETRO	Instituto Nacional De Metrologia, Normalização E Qualidade
NBR	Norma Brasileira
RTQ	Regulamento Técnico da Qualidade
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo Geral.....	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
1.2	JUSTIFICATIVA	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	BLOCOS DE CONCRETO.....	17
2.1.1	Processo produtivo do bloco de concreto	17
2.1.3	Definição.....	18
2.1.4	Tipos	19
2.1.5	Materiais	21
2.1.5.1	Requisitos por normas	21
2.2	CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DOS BLOCOS ESTRUTURAIS E DE VEDAÇÃO.....	22
2.2.1	Dimensões.....	22
2.2.2	Requisitos físicos-mecânicos	24
2.3	MÉTODOS DE ENSAIOS PARA BLOCOS DE CONCRETO	25
2.3.1	Resistência a Compressão.....	25
2.3.2	Absorção de água.....	26
2.4	CONTROLE TECNOLÓGICO.....	26
2.4.1	Escopo de aplicação.....	27
2.5	ESTUDOS SOBRE QUALIDADE E DESEMPENHO DOS BLOCOS DE CONCRETO.....	27
2.5.1	Fatores que influenciam na qualidade dos blocos de concreto.....	28
2.5.1.1	Geometria do bloco.....	28
2.5.1.2	Resistência da argamassa.....	28
2.5.1.3	Absorção de água.....	29

2.5.2	Fatores que influenciam no desempenho dos blocos de concreto	29
2.5.2.1	Cura.....	29
2.5.2.2	Tempo de adensamento	30
2.5.2.3	Consistência de moldagem	30
2.5.2.4	Teor de moldagem	30
2.5.2.5	Composição granulométrica dos agregados	32
2.5.2.6	Estocagem do material.....	32
2.5.2.7	Uso de aditivos	33
3	METODOLOGIA.....	34
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	34
3.2	OBJETO DE ESTUDO	34
3.3	ETAPAS DA PESQUISA	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1	APRESENTAÇÃO DAS EMPRESAS	39
4.1.1	Fábrica I	39
4.1.2	Fábrica II.....	40
4.1.3	Fábrica III	41
4.2	ANÁLISE DIMENSIONAL	42
4.3	RESISTÊNCIA à COMPRESSÃO	45
4.4	ABSORÇÃO DE ÁGUA.....	47
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
5.1	Conclusão.....	50
5.2	Sugestões para trabalhos futuros.....	51
	REFERÊNCIAS	52
	APÊNDICES	55
	APÊNDICE A – Demais imagens da empresa I.....	56
	APÊNDICE B – Demais imagens da empresa II.	57
	APÊNDICE C – Demais imagens da empresa III.	58
	APÊNDICE D – Capeamento e realização dos ensaios nos blocos de concreto.....	59

APÊNDICE F – Relatório de ensaio do Laboratório de Materiais de Construção do CEULP/ULBRA: análise dimensional e de resistência a compressão dos blocos estruturais da empresa I.....	61
APÊNDICE G – Relatório de ensaio do Laboratório de Materiais de Construção do CEULP/ULBRA: análise dimensional e de resistência a compressão dos blocos de vedação da empresa II.....	62
APÊNDICE H - Relatório de ensaio do Laboratório de Materiais de Construção do CEULP/ULBRA: análise dimensional e de resistência a compressão dos blocos estruturais da empresa II.....	63
APÊNDICE I – Relatório de ensaio do Laboratório de Materiais de Construção do CEULP/ULBRA: análise dimensional e de resistência a compressão dos blocos de vedação da empresa III.....	64
APÊNDICE J – Relatório de ensaio do Laboratório de Materiais de Construção do CEULP/ULBRA: análise dimensional e de resistência a compressão dos blocos estruturais da empresa III.....	65
APÊNDICE K – Questionário utilizado nas entrevistas as empresas I, II e III.	66

1 INTRODUÇÃO

Os blocos de concreto vêm sendo utilizados em larga escala na última década, 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 (GONÇALVES, 2012).

Frente a uma forte crise enfrentada pelos brasileiros, sempre se buscam alternativas para que essas dificuldades sejam superadas por parte das construtoras. Com uma disputa por mercado e necessidade de diminuição de custos, a alvenaria estrutural se apresenta como um sistema estrutural bastante interessante e econômico, com agilidade em sua execução e sem necessidade de mão de obra especializada. Isso não significa que esse sistema construtivo só seja interessante em momentos de crise, muito pelo contrário, é uma alternativa excelente e tem um enorme potencial para determinadas tipologias de edificações, como por exemplo edifícios de moradia popular, que possuem vãos com pequenas dimensões, e também até determinadas alturas, sendo mais utilizadas para construções de baixa altura (PINHEIRO, 2018).

A utilização deste sistema em larga escala no Brasil tem sido possibilitada pelos avanços tecnológicos e pelo seu custo competitivo, tornando o país uma referência mundial no assunto. Isso projeta um excelente futuro para o país em questões de qualidade da alvenaria estrutural como sistema construtivo, tornando-se um diferencial para os engenheiros que tem profundo conhecimento sobre ela (PINHEIRO, 2018).

Há, no entanto, grande resistência por parte dos construtores em adotar novas tecnologias que acelerem o processo de industrialização na construção, que caminha de encontro com a necessidade atual do mercado. O uso da alvenaria convencional não atende aos requisitos de qualidade e produtividade necessários para as construções tendo como fator predominante, a má fabricação dos blocos de concreto (FILHO, 2007).

Diante disso, a baixa qualidade dos blocos faz com que o número de perda por quebras chegue, em alguns casos, a 40%, desde a produção até a manipulação no canteiro de obra, assim, uma preocupação do setor de blocos de concreto está em adquirir material de qualidade, o que tem sido um grande problema enfrentado pelas construtoras e consumidores em geral, segundo dados da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP.

Desse modo, tornam-se necessárias pesquisas que avaliem a qualidade dos blocos de concreto disponíveis nos mercados, como os de Palmas–TO, para a avaliação da conformidade desse material e, a partir dessas informações, identificar a qualidade do setor de produção local de blocos de concreto.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar de forma qualitativa e quantitativa os blocos de concreto para alvenaria estrutural e vedação em fábricas de Palmas – TO, tendo em conta as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT, Norma Brasileira-NBR 6136:2016 e NBR 12118:2013.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Coleta de dados para constatar os tipos de blocos de concreto para alvenaria estrutural e de vedação mais utilizados segundo dados dos três principais fabricantes da cidade de Palmas – TO;
- Em comparativo à NBR 6136:2016, verificar a adequação das características geométricas das amostras dos blocos de concreto para alvenaria estrutural e de vedação produzidos em fábricas na cidade de Palmas – TO;
- Avaliar as propriedades físico-mecânicas dos blocos de concreto: resistência a compressão e absorção de água segundo a NBR 12118:2013.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o grande crescimento na utilização dos blocos de concreto para alvenaria estrutural e de vedação, muitas empresas acabaram surgindo de forma desorganizada, iniciando a produção sem um planejamento ou controle dessa fabricação. Porém, os consumidores estão cada vez mais exigentes, fazendo com que estas empresas percam mercado para a concorrência.

Há no mercado diversas opções de blocos, com diferentes propriedades: materiais, dimensões, disposição de furos, textura, e várias outras propriedades físicas e mecânicas, com variantes de resistência à compressão, porosidade e capilaridade, absorção de água, coeficientes de absorção e dilatação térmica, entre outras mais (FILHO, 2007).

Diante deste cenário, supõe-se que centenas de produtos passivos de certificações de qualidade para melhor confiabilidade e durabilidade para o consumidor final, na construção civil não é diferente. Blocos de concretos também devem ser certificados. No Estado do Tocantins, apesar da grande aceitação dos blocos de concreto, ainda existem imprevidências com relação aos ensaios dentro dos padrões necessários perante as normas regulamentadoras.

O tema escolhido está ligado diretamente à construção civil, e, como se sabe, o número de construções utilizando-se dos blocos de concreto, principalmente para alvenaria estrutural, estão crescendo muito no decorrer dos anos. Com isso, cresce também a necessidade de um maior controle na produção desses artefatos, sendo que, uma empresa com produtos certificados e de qualidade garantida tem um maior ganho de mercado que empresas sem certificação.

Tendo como base a problemática, identifica-se a necessidade de se analisar de forma detalhada os ensaios que qualificam estes parâmetros de controle de qualidade dos blocos de concreto em Palmas – TO.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BLOCOS DE CONCRETO

2.1.1 Processo produtivo do bloco de concreto

O processo de produção dos blocos de concreto ainda é muito artesanal sendo caracterizado por métodos empíricos de proporcionamento. Daí a importância de trabalhos com proposta de contribuir com estudo dos parâmetros que influenciam nas propriedades e na dosagem do concreto utilizado na produção dos blocos (SOUZA, 2001).

Para Barbosa (2004) O processo de fabricação de blocos de concreto consiste em: proporcionamento, mistura úmida e “farofada” dos materiais, moldagem do material, vibração, prensagem e cura. A dosagem ou proporcionamento é o estabelecimento do traço do concreto, com a especificação das quantidades de cimento, agregados, água, adições e eventualmente aditivos.

Na dosagem do bloco de concreto deve-se tomar alguns cuidados devido a sua consistência ser de terra úmida, diferente do normalmente utilizado em estruturas, com consistência plástica. No concreto para fabricação de blocos existe a presença significativa de ar em volume e com isso ele não segue a regra do concreto de estruturas, onde menos água aumenta a resistência. A resistência à compressão é uma propriedade fundamental para os blocos estruturais, justamente por sua função e também porque a durabilidade, a absorção de água e a impermeabilidade da parede estão intimamente ligadas a esta propriedade (BARBOSA, 2004).

Embora o autor acima citado tenha se referido sobre a importância da resistência em blocos estruturais, esta propriedade é também importante nos blocos de vedação, que necessitam apresentar uma resistência mínima para ter um desempenho adequado.

Segundo Tango (1994) citado por Souza (2001), para um processo produtivo racional e indicado alguns passos fundamentais para a produção de blocos com qualidade:

1) Ajuste dos agregados: o principal parâmetro desse passo é a granulometria dos agregados. Estes materiais devem ser combinados de modo a se conseguir o máximo grau de compactação dos blocos durante a moldagem nas vibroprensas. Deve-se trabalhar com agregados de dimensões máximas inferiores a metade da menor espessura da parede dos blocos, a não ser que se faça uma verificação experimental comprobatória da viabilidade de outra dimensão.

2) Estabelecimento da resistência média a ser obtida.

3) Estimativa dos teores de agregado/cimento. Nesse passo, os valores de traço são escolhidos objetivando a resistência média visada, na idade de interesse. Espera-se que o traço médio seja a estimativa inicial para a resistência requerida.

4) Determinação da proporção de argamassa e da umidade ótima do traço médio que no estado fresco deve apresentar bom aspecto superficial dos blocos, massa unitária elevada e boa trabalhabilidade.

5) Confeção das misturas experimentais e ensaio dos blocos a compressão, correlacionando os resultados e empregando um diagrama de dosagem.

O nível de sofisticação e organização das fabricas de blocos e muito variável. Existem desde fabricas com equipamentos de alta produtividade a pequenos galpões onde existem apenas formas e operários para moldagem manual dos blocos (MEDEIROS, 1994).

Em uma indústria de blocos de concreto, os equipamentos para a produção são fundamentais para o sucesso de sua implantação. As instalações industriais, adequadas as necessidades atuais, como galpões para acomodar os equipamentos de fabricação, câmeras de cura para tratamento dos produtos, laboratórios de controle etc., devem ter como complemento uma boa equipe técnica e comercial (REVISTA PRISMA, 2008).

Tudo isso acarreta na necessidade de grandes investimentos, os quais muitos produtores iniciantes de blocos de concreto não possuem, tornando-se importante a conscientização de que há necessidade de melhoramento na produção dos blocos para impedir demais problemas relacionados a má qualidade dos blocos de concreto no mercado.

2.1.3 Definição

Os blocos de concreto têm por definição como o material destinado ao fechamento dos vãos de uma edificação (vedação) ou de sustentação de uma edificação (função estrutural). Ambas classificações são respectivamente referentes ao bloco de vedação e bloco estrutural.

Os blocos de vedação e estruturais feitos de concreto são fisicamente semelhantes e a forma de produção é a mesma. Entretanto, os blocos estruturais possuem paredes mais espessas e maior resistência a compressão. Um fator importante que deve ser levantado é o potencial da utilização do bloco de concreto e a análise do benefício do uso desse material em substituição de outro elemento (ABIBC, 2007).

2.1.4 Tipos

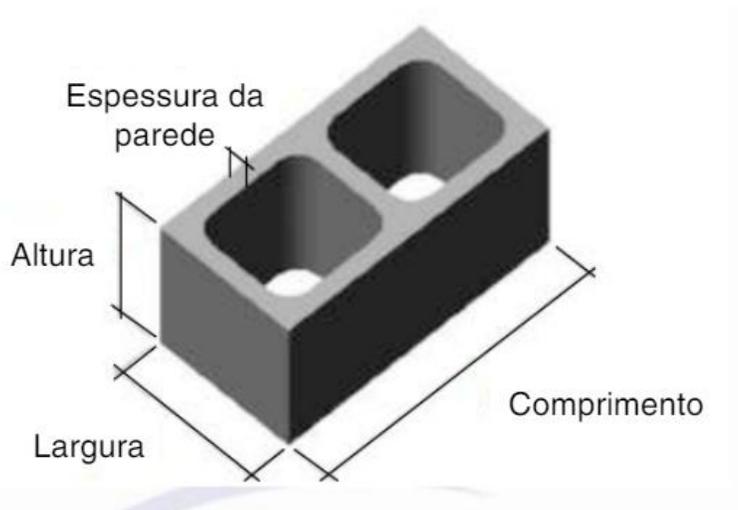
Quanto aos tipos de blocos de concreto, a ABNT NBR 6136:2016 os traz com as devidas definições e figuras para esclarecimentos. Para melhor entendimento, segue abaixo o Quadro 1.

Quadro 1 – Termos e definições dos blocos de concreto

Tipo de Bloco	Termos e definições
Bloco vazado de concreto simples	Componente para execução de alvenaria, com ou sem função estrutural, vazado nas faces superior e inferior, cuja área líquida é igual ou inferior a 75 % da área bruta (Figura 1).
Blocos tipo canaleta	Componentes de alvenaria, vazados ou não, com conformação geométrica, criados para racionalizar a execução de vergas, contravergas e cintas (Figura 2).
Bloco compensador	Componente de alvenaria destinado para ajuste de modulação (Figura 3).

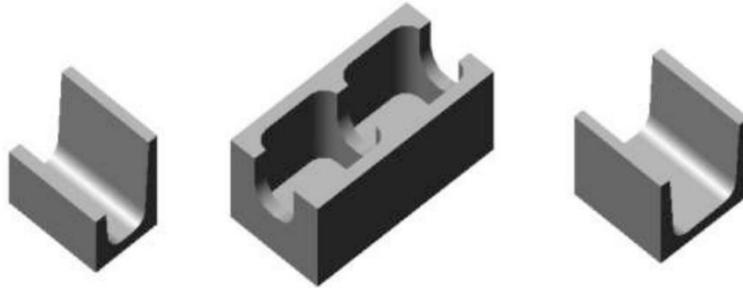
Fonte: Adaptado da ABNT NBR 6136 (2016).

Figura 1 – Bloco vazado de concreto simples



Fonte: Adaptado da ABNT NBR 6136 (2016).

Figura 2 – Blocos tipo canaleta



Fonte: Adaptado da ABNT NBR 6136 (2016).

Figura 3 – Blocos compensador



Fonte: Adaptado da ABNT NBR 6136 (2016).

Vale ressaltar também quanto a classe do bloco que é a diferenciação dos blocos segundo seu uso, que pode ser estrutural ou não estrutural, em elementos de alvenaria, acima ou abaixo do nível do solo. De acordo com a norma ABNT NBR 6136:2016, os blocos são diferenciados em três classes, conforme definido a seguir.

Classe A: Estão enquadrados na classe A os blocos com função estrutural, para uso acima ou abaixo do nível do solo, e que apresentam resistência à compressão axial maior ou igual a 8,0 MPa.

Classe B: Estão enquadrados na classe B os blocos com função estrutural, para uso exclusivamente acima do nível do solo, e que apresentam resistência à compressão axial maior ou igual a 4,0 MPa e menor que 8,0 MPa.

Classe C: Estão enquadrados na classe C os blocos com ou sem função estrutural, para uso exclusivamente acima do nível do solo, e que apresentam resistência mínima à compressão axial de 3,0 MPa. Os blocos de classe C com largura de 90 mm podem ser utilizados, com função estrutural, em edificações de no máximo um pavimento. Os blocos de classe C com largura de 115 mm podem ser utilizados, com função estrutural, em edificações de no máximo dois pavimentos. Os blocos de classe C com larguras de 140 mm e 190 mm podem ser utilizados, com função estrutural, em edificações de no máximo cinco pavimentos. Os blocos de classe C com largura de 65 mm têm seu uso restrito para alvenaria sem função estrutural.

2.1.5 Materiais

Conforme a ABNT NBR 6136:2016, os blocos de concreto são compostos pelos seguintes materiais: concreto, cimento, água, agregados, aditivos e adições.

2.1.5.1 Requisitos por normas

O concreto deve ser constituído de cimento Portland, agregados e água.

Somente cimentos que obedecem às especificações brasileiras para cimento (ABNT NBR 5732:1991, ABNT NBR 5733:1991, ABNT NBR 5735:1991, ABNT NBR 5736:1991, ABNT NBR 5737:1992 e ABNT NBR 11578:1991) destinados à preparação de concretos e argamassas, são considerados na ABNT NBR 6136:2016.

A água de amassamento deve atender aos requisitos da ABNT NBR 15900-1:2009.

Os agregados graúdos e miúdos devem estar de acordo com a ABNT NBR 7211:2005. Escórias de alto forno, cinzas volantes, argila expandida ou outros agregados, leves ou não, podem ser usados com a condição de que o produto final atenda aos requisitos físico-mecânicos prescritos anteriormente na ABNT NBR 6136:2016. A dimensão máxima característica do agregado deve ser inferior à metade da menor espessura da parede do bloco.

É permitido o uso de aditivos, de acordo com a ABNT NBR 11768:2011, adições ou pigmentos, desde que o produto final atenda aos requisitos físico-mecânico prescritos anteriormente na ABNT NBR 6136:2016. Os aditivos não podem conter substâncias

potencialmente capazes de promover a deterioração do concreto dos blocos ou materiais próximos, quer por contato direto, quer por disseminação de íons.

2.2 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DOS BLOCOS ESTRUTURAIS E DE VEDAÇÃO

A ABNT NBR 6136:2016 traz como requisitos específicos as dimensões e as características física-mecânicas dos blocos de concreto. Para melhor compressão, o item 2.1.3 deste trabalho de conclusão de curso classifica os blocos de concreto como Classe A, Classe B e Classe C.

2.2.1 Dimensões

As dimensões nominais dos blocos vazados de concreto devem corresponder às dimensões constantes no Quadro 2. A espessura mínima de qualquer parede de bloco deve atender ao Quadro 3. A tolerância permitida nas dimensões das paredes é de $-1,0$ mm para cada valor individual. A menor dimensão do furo (D_{furo}) para as classes A e B, atendidas as demais exigências da ABNT NBR 6136:2016 deve obedecer aos seguintes requisitos: — $D_{furo} \geq 70$ mm para blocos 140 mm; — $D_{furo} \geq 110$ mm para blocos 190 mm.

O raio das mísulas de acomodação dos blocos (R), deve ser de no mínimo 40mm para os blocos de classe A e B, e de 20mm para os blocos de classe C. Esse raio possui centro tomado no encontro da face externa da parede longitudinal com o eixo transversal do bloco, como mostra a Figura 4.

Quadro 2 – Quadro de dimensões nominais dos blocos de concreto.

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	-
	NOTA 1 As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados nesta Tabela são de $\pm 2,0$ mm para a largura e $\pm 3,0$ mm para a altura e para o comprimento. NOTA 2 Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com a ABNT NBR 15873. NOTA 3 As dimensões da canaleta J devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto.										

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 6136 (2016).

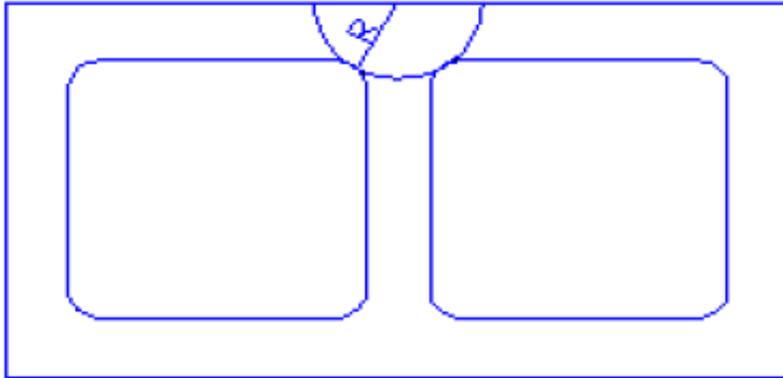
A espessura mínima de qualquer parede de bloco deve atender ao Quadro 3.

Quadro 3 – Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos.

Classe	Largura nominal mm	Paredes longitudinais ^a mm	Paredes transversais	
			Paredes ^a mm	Espessura equivalente ^b mm/m
A	190	32	25	188
	140	25	25	188
B	190	32	25	188
	140	25	25	188
C	190	18	18	135
	140	18	18	135
C	115	18	18	135
	90	18	18	135
	65	15	15	113
^a Média das medidas das paredes tomadas no ponto mais estreito. ^b Soma das espessuras de todas as paredes transversais aos blocos (em milímetros), dividida pelo comprimento nominal do bloco (em metros).				

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 6136 (2016).

Figura 4 – Mísulas



Fonte: Adaptado da ABNT NBR 6136 (2016).

2.2.2 Requisitos físicos-mecânicos

Os blocos vazados de concreto prescritos na ABNT NBR 6136:2016 devem atender aos limites de resistência, absorção e retração linear por secagem estabelecidos no Quadro 4. A resistência característica f_{bk} deve ser determinada de acordo com os parâmetros destacados na norma para a realização de ensaios.

Quadro 4 – Requisitos para resistência característica à compressão, absorção e retração

Classificação	Classe	Resistência característica à compressão axial ^a MPa	Absorção %				Retração ^d %
			Agregado normal ^b		Agregado leve ^c		
			Individual	Média	Individual	Média	
Com função estrutural	A	$f_{bk} \geq 8,0$	$\leq 9,0$	$\leq 8,0$	$\leq 16,0$	$\leq 13,0$	$\leq 0,065$
	B	$4,0 \leq f_{bk} < 8,0$	$\leq 10,0$	$\leq 9,0$			
Com ou sem função estrutural	C	$f_{bk} \geq 3,0$	$\leq 11,0$	$\leq 10,0$			

^a Resistência característica à compressão axial obtida aos 28 dias.
^b Blocos fabricados com agregado normal (ver definição na ABNT NBR 9935).
^c Blocos fabricados com agregado leve (ver definição na ABNT NBR 9935).
^d Ensaio facultativo.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 6136 (2016).

A ABNT NBR 6136:2016 traz também em seu escopo as seguintes recomendações referentes aos requisitos físicos-mecânicos.

Para aplicação abaixo do nível do solo, devem ser utilizados blocos Classe A.

Permite-se o uso de blocos com função estrutural classe C, com largura de 90 mm, para edificações de no máximo um pavimento.

Permite-se o uso de blocos com função estrutural classe C, com largura de 115 mm, para edificações de no máximo dois pavimentos.

Permite-se o uso de blocos com função estrutural classe C, com larguras de 140 mm e 190 mm, para edificações de até cinco pavimentos.

Os blocos com largura de 65 mm têm seu uso restrito para alvenaria sem função estrutural.

2.3 MÉTODOS DE ENSAIOS PARA BLOCOS DE CONCRETO

A ABNT NBR 12118:2013 trata dos ensaios que devem ser realizados para garantir a qualidade dos blocos de concreto, são eles: resistência à compressão, absorção de água e retração linear por secagem. Nem todos ensaios fornecem resultados imediatos, alguns somente são realizados em laboratórios, demandando algum prazo, outros podem ser realizados na própria obra e são úteis na avaliação da qualidade dos blocos durante o recebimento no canteiro de obra.

2.3.1 Resistência a Compressão

Resistência a compressão é a relação entre a carga de ruptura e a área bruta do corpo de prova quando submetido ao ensaio de compressão axial. Tal relação confere ao bloco a capacidade de resistir às cargas: tanto as provenientes do transporte e do assentamento quanto as estruturais (no caso de blocos com função estrutural). O não atendimento aos parâmetros normativos mínimos indica que a parede poderá apresentar problemas estruturais como rachaduras e, conseqüentemente, oferecerá risco à construção. Assim, essa é uma das propriedades de maior importância nos blocos de concreto (ABNT, 2016).

2.3.2 Absorção de água

Absorção de água, por sua vez, é a relação entre a massa de água contida no bloco saturado e a massa do bloco seco em estufa até constância de massa, expressa em porcentagem (ABNT, 2016).

A ABNT NBR 9778:1987 complementa tal definição com a seguinte expressão: a absorção da água por imersão é o incremento de massa de um corpo sólido poroso devido à penetração de água em seus poros permeáveis, em relação à sua massa em estado seco.

Vale ressaltar que a absorção está diretamente relacionada à segurança das construções que, devido ao acréscimo imprevisto de peso dos blocos sobre as estruturas, podem vir a desabar, colocando em risco a vida dos usuários. Além disso, as paredes dos blocos de concreto que não possuem impermeabilidade revelam problemas na aderência da argamassa, pois a água existente na composição do produto é absorvida, resultando em uma massa seca sem poder de fixação.

2.4 CONTROLE TECNOLÓGICO

Para melhor finalidade de controle tecnológico, a Portaria do INMETRO (Instituto Nacional De Metrologia, Normalização E Qualidade) de número 511/2012 faz-se necessária.

Para que seja realizado o RTQ (Regulamento Técnico da Qualidade), o regulamento do INMETRO se baseia em documentos complementares como as normas ABNT NBR 6136:2016 e NBR 12118:2013 supracitadas neste trabalho. O regulamento também traz definições e dimensões já detalhadas anteriormente no corpo deste trabalho. Vale ressaltar, que o regulamento recomenda que os blocos de concreto devem ser comercializados embalados e não são permitidas a fabricação, importação e comercialização de blocos de concreto vazados em apenas uma das faces (INMETRO, 2012).

2.4.1 Escopo de aplicação

O regulamento se aplica aos blocos de concreto simples para alvenaria vazados inteiros, incluindo os blocos de amarração L e T, meio bloco e 2/3 e 1/3 do bloco inteiro, excluindo deste os objetos seguintes: blocos cerâmicos; blocos de vidro; blocos de solo-cimento; blocos sílico-calcários; blocos de concreto celular autoclavado. blocos de concreto tipo canaleta e compensadores A e B. (INMETRO, 2012).

2.5 ESTUDOS SOBRE QUALIDADE E DESEMPENHO DOS BLOCOS DE CONCRETO

Atualmente a falta de qualidade dos produtos à base de cimento, encontrados em muitas fábricas de blocos de concreto, desencoraja o mercado em relação ao processo construtivo de alvenaria estrutural. Este empecilho induziu à Associação Brasileira de Cimento Portland a lançar em 2001, o programa “Selo de Qualidade ABCP”. Segundo Grossi (2001), o programa foi criado com o intuito de contribuir para a imagem positiva do sistema construtivo e desestimular, no mercado, a presença de produtos sem qualidade, além de certificar a conformidade dos produtos com as normas brasileiras. No entanto, o programa não discrimina as fábricas cujo produto esteja irregular, mas ajudará a empresa a obter e padronizar uma qualidade mínima e desempenho mínimo aceitáveis para a venda dos blocos de concreto.

Para Filho (2007), as diversas propriedades requeridas para os blocos de concreto projetados na pesquisa em questão propiciaram o desenvolvimento de um componente de construção modular, que, a partir da união de outros componentes, permite paredes de fácil elevação, com custo competitivo e com propriedades capazes de garantir o desempenho adequado de edificações térreas destinadas à habitação ou para outros fins.

Além disso, quando comprovada a viabilidade de um projeto em alvenaria estrutural, a estrutura deve ser executada com qualidade, já que um só produto exerce várias funções: vedação, estrutura, proteção térmica e acústica etc., e a qualidade só vem com a capacitação de todos os envolvidos no processo (PINHEIRO, 2018).

Para SANDES (2008), os blocos analisados em três fábricas no município de Feira de Santana – BA estão de acordo com as normas regulamentadoras quanto resistência e absorção. Um fato interessante que foi observado é que os blocos estão superdosados, possuindo uma alta

resistência de até 2 vezes maior que o preconizado pela norma NBR 6136:2006. Com isso, pode-se deduzir que, está faltando conhecimentos de ordem técnica nos processos de dosagem ou de controle sobre a produção que possibilite uma produção mais econômica. Porém, quanto à análise dimensional as amostras de uma das empresas, não encontram-se em conformidade com os requisitos da NBR 6136:2006, por apresentar altura inferior à mínima exigida, sendo reprovada.

Para MÜLLER (2015), pode-se afirmar que uma dosagem baseada em estudos pode gerar economia na fabricação de blocos, sendo que tal fato ocorreu no decorrer de sua pesquisa onde constatou-se no traço empírico um consumo maior de cimento que o necessário. Constatou-se também a necessidade de procedimentos indispensáveis para a produção dos blocos, como equipamentos adequados. Com o aumento do tempo de utilização dos equipamentos, começam a surgir algumas falhas, principalmente nos moldes dos produtos, que sofrem com o desgaste provocado pela forte vibração e prensagem durante a fabricação. Estes desgastes provocam, conseqüentemente, a falha nas dimensões dos blocos.

2.5.1 Fatores que influenciam na qualidade dos blocos de concreto

Existem vários fatores que influenciam na qualidade dos blocos de concreto, dentre eles, a geometria do bloco, a resistência e composição da argamassa e a absorção de água do bloco.

2.5.1.1 Geometria do bloco

Conforme GANESAN & RAMAMURTHY (1992) são necessários estudos sobre o efeito da geometria do bloco, a fim de aumentar a eficiência das paredes estruturais. Os autores propõem que sejam utilizados blocos, cujo septo central seja igual ao dobro da lateral mais a espessura da junta, conseguindo-se, dessa forma, o alinhamento dos furos e tornando o conjunto mais eficiente.

2.5.1.2 Resistência da argamassa

GOMES (1974) conclui que a resistência da argamassa deve se situar entre 0,7 a 1,0 da resistência do bloco. Ao se utilizar argamassas mais rígidas, a alvenaria passará a ter uma ruptura excessivamente frágil e também não acompanhará eventuais movimentos da estrutura sob cargas em serviço.

2.5.1.3 Absorção de água

A absorção de água inicial pode ser chamada de taxa de sucção inicial e afeta a aderência entre a unidade e a argamassa. Quanto maior for essa taxa de sucção inicial, tanto menor será a resistência à flexão e ao cisalhamento. Por isso, nos casos em que um bloco tenha elevada absorção de água inicial, esse deve ser umedecido antes do assentamento, pois poderá reduzir a aderência final do componente (RIZZATTI, 2011).

2.5.2 Fatores que influenciam no desempenho dos blocos de concreto

Os principais fatores que, segundo Souza (2001) e Medeiros (1994), exercem influência sobre a qualidade do bloco de concreto são: cura, tempo de adensamento, consistência de moldagem, composição granulométrica dos agregados, teor de água e cimento, estocagem dos materiais, utilização de aditivos. Ao contrário do que se possa imaginar esses estudos comprovaram que a relação água cimento não influencia na resistência dos blocos de concreto.

2.5.2.1 Cura

A hidratação do cimento é a reação química do cimento com a água que é responsável pela pega, endurecimento e resistência do concreto. Segundo Neville (2015), uma hidratação inicial muito rápida forma um concreto mais poroso e provoca retração.

Para reduzir a retração devida a perda de água do concreto nas primeiras idades, a cura úmida torna-se essencial durante o período de hidratação mais intensa do cimento e em decorrência há obtenção de blocos de boa qualidade.

A cura é um procedimento utilizado com o objetivo de evitar a perda de água do concreto enquanto jovem. Esse processo evita a perda de água para o ambiente, reduzindo a formação de capilares no concreto, a retração por secagem e a variação da umidade, tornando o concreto menos poroso e conseqüentemente mais resistente (MEHTA, 1994).

Assim, um bom processo de cura reduz o consumo de cimento e melhora a resistência dos blocos de concreto. Os tipos de cura mais utilizados são: ao ar livre, a vapor e por autoclave.

A cura ao ar livre é a mais utilizada em fabricação manual. Ela consiste na aspersão de água para manter os blocos úmidos. Nela deve-se ter o cuidado de manter os blocos protegidos do vento e da ação direta do sol pelo menos na primeira semana. Isso ajudará no controle da evaporação da água e conseqüentemente na hidratação do cimento. A vantagem desse método está relacionada ao baixo custo devido ao processo não demandar de consumo de energia,

manutenção, aquisição e operação de máquinas. Em contrapartida esse método necessita de espaço protegido para o estoque dos blocos em cura, transporte para levá-los ao local de cura e possibilidade de perda de blocos no transporte (MEDEIROS, 1994).

Quanto à cura a vapor, mais usada em indústrias, é um processo rápido durando cerca de 16 horas, sendo apenas duas horas de aplicação direta do vapor. Os blocos são armazenados em câmaras a temperaturas de 65 a 82°C. Esse processo mantém o ambiente saturado de vapor, evitando perda de água do concreto durante a reação do cimento e a cura. Após essa etapa, as peças permanecem em repouso até o dia seguinte. Essas câmaras são alimentadas por caldeiras que devem usar água desmineralizada a fim de evitar a obstrução da tubulação por sedimentação de materiais. Possui a vantagem de menor quantidade de estoque na cura já que é mais rápida e a desvantagem de manutenção nas caldeiras que pode interromper a cura (MEDEIROS, 1994).

Finalmente na cura por autoclave os blocos são submetidos à altas temperaturas e pressão, sendo um método bastante eficaz no desempenho mecânico dos blocos, porém de alto custo.

2.5.2.2 Tempo de adensamento

O tempo de adensamento está ligado ao adensamento, preenchimento e à mistura do concreto nos moldes e tem grande influência na resistência e permeabilidade dos blocos.

O adensamento deve oferecer uma boa aparência do bloco na desforma, total preenchimento da mistura no molde, resistência dos blocos na desforma e tem forte influência na produtividade das operações de fabricação dos blocos. Um ponto ideal de adensamento é aquele que atende com êxito a esses requisitos (SOUZA, 2001).

2.5.2.3 Consistência de moldagem

Consistência de moldagem varia em função do método de moldagem utilizado. Essa consistência, assim como o tempo de adensamento deve permitir uma boa moldagem e manuseio do bloco na desforma.

Para se chegar a uma boa consistência de moldagem deve-se ajustar traços até que se obtenha uma mistura com boa trabalhabilidade (SOUZA, 2001).

2.5.2.4 Teor de moldagem

Numa vasta pesquisa na busca de um traço otimizado para obter um proporcionamento entre os materiais que ofereça baixo custo e boas características nos blocos de concreto, Andolfato et al (2002) analisou cinco traços diferentes baseando-se na variação do teor de

cimento e na quantidade de água. Dessa forma ele pôde avaliar a influência dos teores de água e do cimento no desempenho dos blocos de concreto. Os traços utilizados em seu trabalho podem ser vistos no quadro X, sendo o primeiro traço produzido a partir de um traço já realizado em fábrica.

Quadro 5 – Traços utilizados.

MATERIAIS	TRAÇOS				
	1	2	3	4	5
Cimento (Kg)	40	33	47	40	40
Areia (Kg)	213	213	213	213	213
Pedrisco (Kg)	132	132	132	132	132
Água (L)	7	7	7	14	21

Fonte: Adaptado de Andolfato et al (2002).

Nos traços 1 a 3, o pesquisador manteve o teor de água e variou o de cimento. Já nos traços 4 e 5 fez o inverso.

O desempenho dos blocos com cada traço pode ser vistos no quadro 6.

Quadro 6 – Resistência dos blocos.

TRAÇO	RESISTÊNCIA (MPa)
1	9,17
2	7,94
3	8,9
4	13,38
5	13,48

Fonte: Adaptado de Andolfato et al (2002).

Como resultado Andolfato et al. (2002) concluíram que:

- O teor de cimento tem forte influência na rigidez dos blocos, porém não ocorre o mesmo quanto a resistência a compressão.
- A relação água-cimento não afeta a resistência à compressão dos blocos

- O grau de compactidade tem grande influência na resistência dos blocos e é em função da quantidade de água.
- A quantidade de água modifica a aparência e textura dos blocos.

2.5.2.5 *Composição granulométrica dos agregados*

Composição granulométrica é a distribuição das porcentagens relativas das partículas de determinadas dimensões que compõem o agregado. Essa composição é determinada pelo ensaio de granulometria, o qual consiste em passar os grãos por uma série de peneiras. Com base no material que fica retido nas diferentes peneiras traça-se a curva granulométrica, ferramenta esta que possibilita uma melhor avaliação para escolha de uma granulometria mais contínua (MEHTA, 1994 e NEVILLE, 1997).

Após a determinação da granulometria é necessário escolher a melhor granulometria dos agregados. Essa característica é importante porque para se obter uma melhor compactação deve-se combinar agregados em proporção e granulometria adequada. Segundo Medeiros (1994), a resistência à compressão dos blocos de concreto depende do grau de compactação da mistura e este grau está diretamente relacionado com a granulometria dos agregados.

Geralmente não é possível escolher agregados com curva granulométrica dentro dos padrões desejados. Assim, durante a dosagem é necessário adaptar a produção aos materiais disponíveis. Na prática têm-se conseguido bons resultados variando-se a proporção entre o agregado graúdo e o miúdo, procurando a máxima compactidade possível para o método de produção utilizado (SOUZA, 2001).

2.5.2.6 *Estocagem do material*

Em muitas fábricas de blocos de concreto não há preocupação com a estocagem dos materiais que serão utilizados na confecção dos blocos, a qual é feita, geralmente, a céu aberto. Nessas condições o material fica exposto à umidade, fato que gera problemas na moldagem dos blocos. Usinas de maior porte utilizam higrômetros nos misturadores, permitindo a correção dessa umidade.

Os blocos, depois de fabricados devem ser armazenados sobre terreno plano isolados do solo, por meio de um lastro de brita ou qualquer outro material semelhante, para evitar umidade ou contaminação com outros materiais (CASTRO, 2016).

2.5.2.7 Uso de aditivos

Aditivo é todo produto acrescentado opcionalmente à composição do concreto para proporcionar ou reforçar certas características no concreto.

Apesar de ser mais usado por fábricas de maior porte e deste setor manter em segredo os aditivos utilizados e sua quantidade, esse produto também facilita a limpeza das máquinas e moldagem dos blocos, aumentando a produtividade, a compactação e conseqüentemente a resistência do bloco.

O uso de aditivos proporciona aumento do custo, porém pode reduzir a quebra dos blocos durante a fabricação, a qual é um forte fator de aumento de custos na produção e aumentar a vida útil do bloco.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Conforme Gil (2002), o trabalho em questão utiliza do método de pesquisa experimental, pois de modo geral, o experimento representa o melhor exemplo de pesquisa científica. Essencialmente, a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Gil (2002) também classifica a pesquisa com base nos objetivos como sendo pesquisa exploratória, descritiva ou explicativa. Para o trabalho em questão, a pesquisa que se enquadra é a exploratória, pois para o autor essa tipologia de pesquisa tem por objetivo “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses”.

3.2 OBJETO DE ESTUDO

Como objeto de estudo deste trabalho foram delineadas as fábricas de blocos de concreto existentes no município de Palmas – TO por meio de um levantamento em campo. Em pesquisas pela internet e informações buscadas em materiais de construção, foi levantado uma quantidade de 23 empresas que consta nas atividades de negócios da empresa a fabricação de blocos de concreto. Após entrar em contato por telefone com cada empresa, foi identificado que apenas 8 das 23 fabricam blocos de concreto com e sem função estrutural. Foram selecionadas as 3 empresas com mais reconhecimento no mercado de Palmas – TO, que em um primeiro contato se interessaram em participar deste trabalho .

Após ter conhecimento da quantidade de fábricas, foram determinadas como objeto de estudo três fábricas que dispuseram do material para a coleta e realização de ensaios. Tais fábricas foram delineadas como fábrica I, fábrica II e fábrica III. As fábricas I e III tem porte médio, enquanto a fábrica II possui porte pequeno. Todas as fábricas priorizam a produção dos blocos em dimensões 14x19x39cm. Desta forma, foi possível analisar a qualidade dos materiais ali produzidos.

Nesse capítulo, estão descritas as técnicas que foram utilizadas, métodos de delineamento de pesquisa, estratégia de desenvolvimento do trabalho, técnicas de coleta e análise de dados, assim como as limitações do tema e o aspecto da escolha das fábricas de blocos de concreto que foram analisadas.

Para que seja alcançado o objetivo deste trabalho, foi realizada uma pesquisa exploratória pelo método experimental nas fábricas de blocos de concreto localizadas no município de Palmas - TO com foco na análise qualitativa deste material utilizando de um questionário onde perguntava-se a razão social, nome fantasia, contato, nome do representante da empresa à responder o questionário assim como o seu cargo, data de preenchimento das informações, quantos anos a empresa atua neste segmento e em Palmas – TO, quantidade de funcionários, capacidade de fabricação de blocos por dia, qual a norma técnica que a empresa se baseia para fabricação, o sistema de produção, o material, processo de cura, método de armazenamento, entre outras informações. Vale ressaltar que nesse questionário constava que em nenhum momento o nome da empresa não será revelado em nem um momento no trabalho de conclusão de curso, sendo referenciada apenas como empresa I, empresa II e empresa III.

Foi coletada as amostras de três fabricas em Palmas – TO, para a análise de verificação segundo a NBR 12118:2013. O material foi selecionado após identificar os tipos de blocos de concretos mais utilizados nas construções do município em questão.

A coleta dos corpos de prova selecionados segundo o critério de maior comercialização das empresas foi encaminhada para o laboratório de materiais de construção civil da Universidade Luterana de Palmas, onde as análises dimensional, de resistência a compressão e absorção de água foram realizadas seguindo a norma NBR 12118:2013.

Para a análise dimensional, em resumo, foram realizadas três medidas de largura, comprimento e altura em cada face do bloco, duas determinações de espessura em cada parede longitudinal, uma em cada parede transversal e uma medida em cada mísula. O instrumento utilizado foi o paquímetro universal com precisão de 0,01mm como relatado no apêndice D deste trabalho.

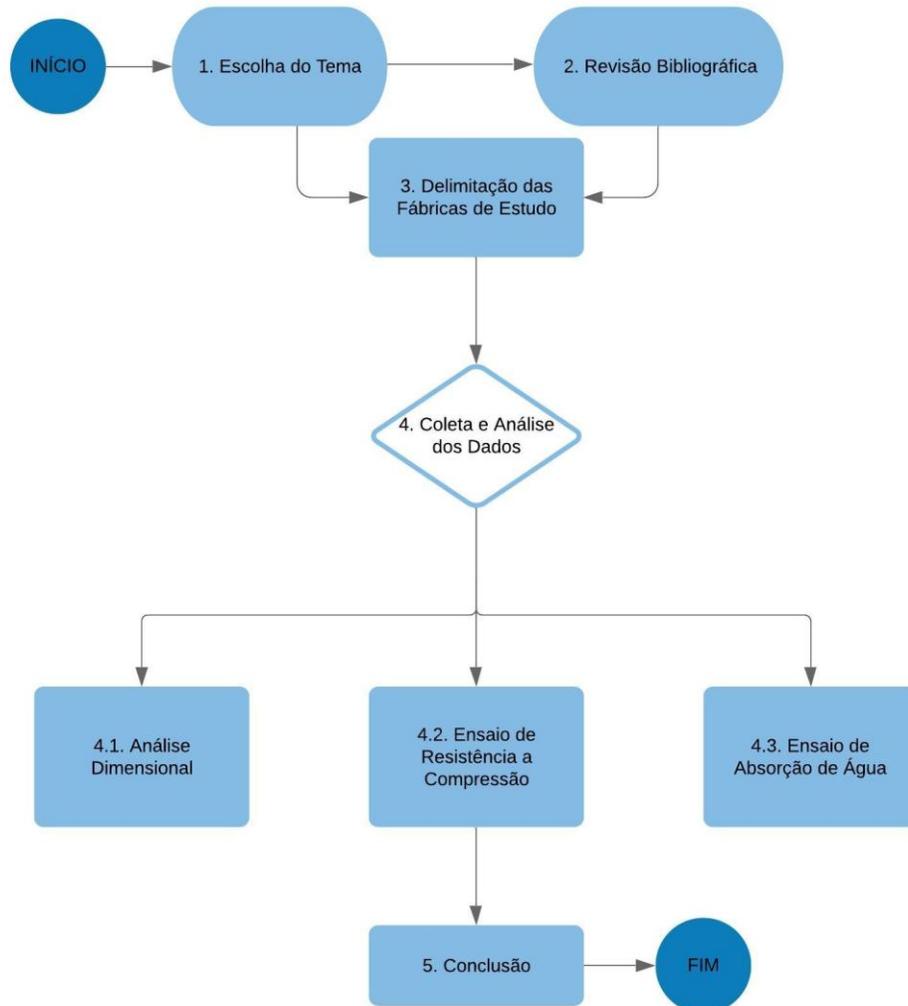
Para o ensaio de resistência a compressão, foram recolhidos os blocos das 3 empresas categorizadas para este trabalho. Logo após, os blocos foram ensaiados após 28 dias de idade. O ensaio de resistência a compressão foi realizado em uma prensa hidráulica de compressão EMIC disposta no laboratório de materiais e estruturas do CEULP/ULBRA.

Para o ensaio de absorção de água, foi utilizada uma balança hidrostática adaptada com resolução de 0,1g e capacidade de 10 000g e estufa com temperatura mantida de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$. Ambos os equipamentos estão dispostos no laboratório de materiais e estruturas do CEULP/ULBRA.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

Para uma melhor exemplificação das etapas realizadas nesse trabalho, a Figura 5 expõe um fluxograma que constata o caminho que foi seguido para a obtenção dos objetivos propostos.

Figura 5 – Diagrama de estudo.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

Para melhor entendimento do fluxograma acima, segue abaixo a descrição dos tópicos por numeração.

1. Escolha do tema: Logo após abertura da disciplina é necessária a escolha do tema a ser estudado. Em suma, a quantidade de fabricantes de blocos de concreto não regulados em Palmas – TO foi determinante para a definição do tema em questão.
2. Revisão bibliográfica: No intuito de aprofundar-se no tema em questão, faz-se necessária uma revisão bibliográfica. Nela, é alcançado o conhecimento sobre as definições, características e propriedades dos blocos de concreto, assim como, os

ensaios que poderão ser realizados nos mesmos, e também, a respeito de sua qualidade e desempenho como objeto para alvenaria estrutural e de vedação.

3. Delimitação das fábricas de estudo: Para este tópico, o fator predominante foi a disponibilidade de acesso aos materiais cedidos pelas fábricas de blocos de concreto.
4. Coleta e análise dos dados: Após liberação por parte da fábrica, foi possível coletar os blocos que serão analisados nesse trabalho.
 - 4.1 Análise dimensional: Realização do ensaio de análise dimensional dos blocos segundo as indicações da ABNT NBR 12118:2013.
 - 4.2 Ensaio de resistência a compressão: Realização do ensaio de resistência a compressão em laboratório conforme requisitos e recomendações das normas da ABNT NBR 6136:2016 e NBR 12118:2013.
 - 4.3 Ensaio de absorção de água: Realização do ensaio de absorção de água em laboratório conforme requisitos e recomendações das normas da ABNT NBR 6136:2016 e NBR 12118:2013.
5. Conclusão: Cabe aqui avaliar quanto aos objetivos do trabalho em questão, se foram atendidos ou não.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na entrevista aplicada nas fabricas foi possível conhecer a estrutura e os procedimentos de cada uma das empresas selecionadas nesse trabalho. Todas as empresas visitadas utilizam máquinas na fabricação dos blocos de concreto e obtém potencial de fabricação unidades de blocos diários variável. Vale ressaltar que as fábricas I, II e III utilizam de mesma norma ABNT NBR 6136:2016 para produção dos blocos de concreto.

4.1 APRESENTAÇÃO DAS EMPRESAS

4.1.1 Fábrica I

A fábrica I possui 12 funcionários, uma produção diária de 6000 blocos e 19 anos de atuação no mercado de Palmas – TO. Essa fábrica tem porte médio e prioriza a produção dos blocos em dimensões 14x19x39cm.

Em seu sistema de produção possui duas máquinas pneumáticas como em destaque na figura x, a qual produz até 8 blocos de uma só vez. O material utilizado na produção dos blocos é areia, pó de brita, cimento CII E 40, CII F 40, CP V ARI e água. Não utiliza nenhum tipo de aditivo.

A empresa aplica o processo de cura em engradado com proteção de PVC. Ensaio de resistência à compressão são periodicamente. Quanto ao traço utilizado a empresa fez sigilo, contudo explicou que um fato muito ocorrente quando há muitos pedidos é o aumento do teor de cimento dos blocos para que estes possam ser vendidos após 24h de fabricado. O método de armazenamento é ao tempo no pátio como relatado no apêndice I.

Um custo fixo que a empresa possui está relacionado às trocas periódicas dos paletes da máquina, as quais desgastam facilmente afetando a homogeneidade dos blocos.

Figura 6 – Produção dos blocos de concreto na fábrica I.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

O apêndice A relata demais imagens da fábrica em questão.

4.1.2 Fábrica II

A fábrica II possui 6 funcionários, uma produção diária de 2000 blocos e 4 anos de atuação no mercado de Palmas – TO. Essa fábrica tem porte pequeno e prioriza a produção dos blocos em dimensões 14x19x39cm.

Em seu sistema de produção possui um misturador de concreto 600L, esteira 7M e máquina hidráulica de vibro prensa como em destaque na figura 9, a qual produz até 6 blocos de uma só vez. O material utilizado na produção dos blocos é areia média, pó de brita, cimento CIPLAN CP V Extra forte e água proveniente de poço semiartesiano. Não utiliza nenhum tipo de aditivo.

A empresa aplica o processo de cura utilizando o envelopamento em PVC. Ensaios de resistência à compressão são realizados conforme solicitação do cliente. Quanto ao traço utilizado a empresa informou que utiliza o traço 2:2:1 sendo, 2 areia, 2 pó de brita, e 1 saco de cimento. O armazenamento é feito ao tempo sobre paletes em destaque no apêndice B.

Um custo fixo que a empresa possui está relacionado às trocas periódicas dos paletes da máquina, as quais desgastam facilmente afetando a homogeneidade dos blocos.

Figura 7 – Produção dos blocos de concreto na fábrica II.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

O apêndice B relata demais imagens da fábrica em questão.

4.1.3 Fábrica III

A fábrica III possui 33 funcionários, uma produção diária de 13000 blocos e 31 anos de atuação no mercado, sendo 1 ano em Miracema – TO (até 1990) e 30 em Palmas – TO. Essa fábrica tem porte médio e prioriza a produção dos blocos em dimensões 14x19x39cm.

Em seu sistema de produção possui três equipamentos de vibro prensa, sendo eles, um Trillor (vibro prensa automática), um Tplex (vibro prensa hidráulica) e um Universal (semiautomática) como em destaque no apêndice C, a qual produzem até 6 blocos de uma só vez. O material utilizado na produção dos blocos é areia fina, pó de brita, pedrisco, cimento CP V e CP II CIPLAN E VOTORANTIM e água proveniente de poço semiartesiano. Utiliza-se aditivo apenas para altas resistência quando solicitado.

A empresa aplica o processo de cura em baias na câmara de chuva com nevoa, entre 9 até 15 dias sendo molhado. Ensaios de resistência à compressão são realizados conforme solicitação do cliente. Quanto ao traço utilizado a empresa solicitou sigilo. O armazenamento é feito ao tempo sobre paletes em destaque no apêndice C.

Um custo fixo que a empresa possui está relacionado às trocas periódicas dos paletes da máquina, as quais desgastam facilmente afetando a homogeneidade dos blocos.

Figura 8 – Produção dos blocos de concreto na fábrica III.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

O apêndice C relata demais imagens da fábrica em questão.

4.2 ANÁLISE DIMENSIONAL

Os quadros 7 a 10 apresentam a média dos resultados do ensaio de análise adimensional blocos analisados no mercado de Palmas – TO.

O quadro 7 trata dos resultados médio de comprimento, largura e altura do bloco de concreto com dimensões 14X19X39cm de classe C sem função estrutural.

Quadro 7 – Resultados do ensaio de análise dimensional dos blocos de classe C: comprimento, largura e altura.

ANÁLISE DIMENSIONAL						
EMPRESA	COMPR. (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)	LARGURA (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)	ALTURA (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)
I	389	-1	140	0	189	-1
II	390	0	140	0	190	0
III	390	0	140	0	194	4

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

O quadro 8 trata dos resultados médio de comprimento, largura e altura do bloco de concreto com dimensões 14X19X39cm de classe B com função estrutural.

Quadro 8 - Resultados do ensaio de análise dimensional dos blocos de classe B: comprimento, largura e altura.

ANÁLISE DIMENSIONAL						
EMPRESA	COMPR. (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)	LARGURA (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)	ALTURA (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)
I	390	0	140	0	190	0
II	391	1	140	0	190	0
III	391	1	141	1	188	-2

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

O quadro 9 trata dos resultados médio de espessura das paredes e raio da mísula do bloco de concreto com dimensões 14X19X39cm de classe C sem função estrutural.

Quadro 9 – Resultados do ensaio de análise dimensional dos blocos de classe C: espessura das paredes e raio da mísula.

ANÁLISE DIMENSIONAL						
EMPRESA	PAREDE LONGIT. (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)	PAREDE TRANSV. (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)	RAIO DA MÍSULA (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)
I	19	1	19	1	21	1
II	18	0	20	2	27	7
III	18	0	20	2	25	5

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

O quadro 10 trata dos resultados médio de espessura das paredes e raio da mísula do bloco de concreto com dimensões 14X19X39cm de classe B com função estrutural.

Quadro 10 – Resultados do ensaio de análise dimensional dos blocos de classe B: espessura das paredes e raio da mísula.

ANÁLISE DIMENSIONAL						
EMPRESA	PAREDE LONGIT. (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)	PAREDE TRANSV. (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)	RAIO DA MÍSULA (mm)	DESVIO DA MÉDIA (mm)
I	22	-3	22	-3	44	4
II	22	-3	23	-2	42	2
III	27	2	26	1	47	7

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

Segundo a ABNT NBR 6136:2013 a tolerância permitida para o comprimento e altura dos blocos de concreto é de $\pm 3,0\text{mm}$ e $\pm 2,0\text{mm}$ para largura. Como visto nos resultados do ensaio no quadro 8 e 9 as empresas A e B estão em conformidade com a norma. Já a empresa III falhou quanto à altura dos blocos, a qual foi superior a exigida pela norma em $4,0\text{mm}$. Quanto à largura, observa-se que esta também foi atendida (exigência da norma de $\pm 2,0\text{mm}$) em todas as empresas.

A tolerância da espessura mínima das paredes transversais e longitudinais dos blocos vista nos quadros 7 e 8 deve ser de $-1,0\text{mm}$, sendo a espessura ideal dos blocos igual a 25mm para a classe B e 18mm para a classe C. Nos blocos de classe C, nenhuma das amostras ensaiadas apresentaram espessura inferior ao mínimo, respeitando a espessura mínima exigida. Já nos blocos de classe B, as empresas I e II apresentaram resultados inferiores ao mínimo de $25,00\text{mm}$ exigido pela ABNT NBR 6136:2016.

Quanto ao raio mínimo da mísula, os blocos de classe B e C estão de acordo com a norma, a qual considera o raio mínimo de 40mm e 20mm , respectivamente.

Com esses resultados conclui-se que em relação às dimensões, as fábricas I e II estão aprovadas quanto aos blocos de classe C (sem função estrutural), porém reprovadas quanto aos blocos de classe B (com função), por estarem em desconformidade com a ABNT NBR 6136:2016. Já a fábrica III foi reprovada quanto a ambas as classes de blocos por não atender os requisitos relativos à altura dos blocos.

Tal diferença nas dimensões dos blocos podem ser ocasionadas por falhas nos equipamentos de produção por desgaste e falta de manutenção, e /ou erro na escolha do método de armazenamento pela fábrica.

Os apêndices D, E, F, G, H, I e J relatam demais imagens referentes aos ensaios e resultados em questão.

4.3 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Os resultados do ensaio de resistência à compressão dos blocos de concreto estudados podem ser vistos nos quadros 11 e 12.

O quadro 11 trata dos resultados médios de resistência a compressão do bloco de concreto com dimensões 14X19X39cm de classe C sem função estrutural.

Quadro 11 – Resultados do ensaio de resistência à compressão dos blocos de concreto de classe C.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	
EMPRESA	RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA F_{bk} (MPa)
I	3,4
II	3,6
III	2,3

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

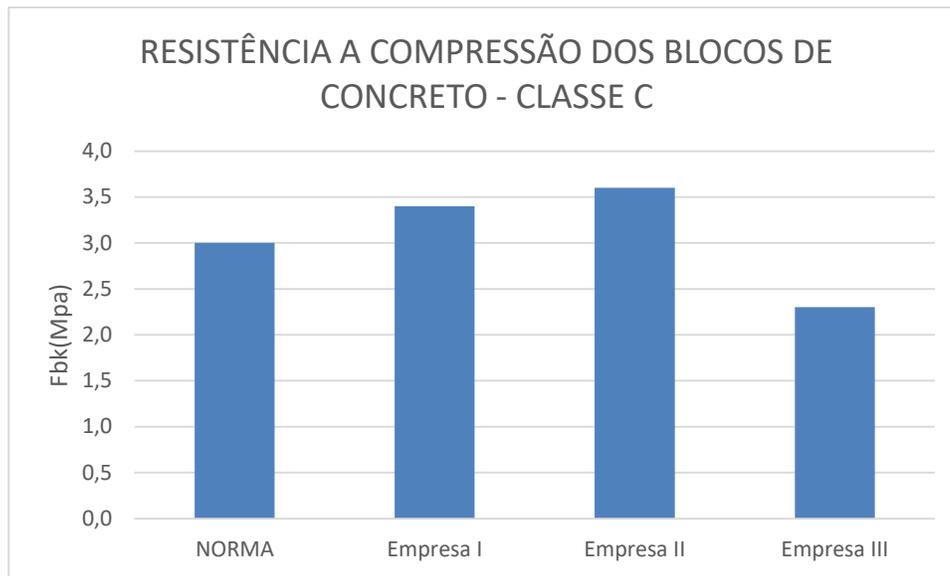
O quadro 12 trata dos resultados médios de resistência a compressão do bloco de concreto com dimensões 14X19X39cm de classe B com função estrutural.

Quadro 12 – Resultados do ensaio de resistência à compressão dos blocos de concreto de classe B.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	
EMPRESA	RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA F_{bk} (MPa)
I	5,2
II	6,1
III	6,1

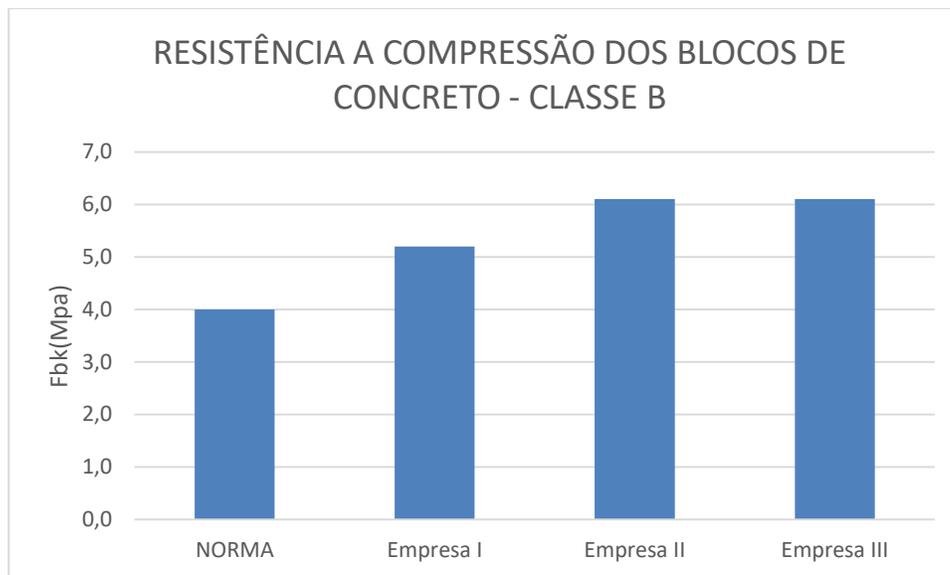
Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

Tabela 1 – Resistência à compressão dos blocos de concreto de classe C.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

Tabela 2 – Resistência à compressão dos blocos de concreto de classe B.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

Os dados do quadro 11 e da tabela 1 mostram que as empresas I e II estão de acordo com a ABNT NBR 6136:2016, tendo em conta que seus resultados de resistência a compressão estão acima dos 3,0Mpa exigidos pela norma. Já a empresa III não garantiu a resistência mínima, considerando que seu resultado de resistência a compressão apresentado

foi de 2,3Mpa. Vale ressaltar que se trata do bloco de classe C (sem função estrutural). A baixa resistência do bloco de concreto da fábrica III pode ser ocasionada pela má escolha do aglomerante hidráulico utilizado e pelo método de cura adotado pela fábrica, tendo em conta que a resistência da argamassa está diretamente ligada ao cimento pré-definido e sua cura.

Os dados do quadro 12 e da tabela 2 mostram que os blocos de concreto de classe B (com função estrutural) das 3 empresas estudadas apresentaram um desempenho bem acima do mínimo exigido pela norma ABNT NBR 6136:2016 que é de no mínimo/igual a 4,0Mpa e máximo de 8,0Mpa.

Os apêndices D, E, F, G, H, I e J relatam demais imagens referentes aos ensaios e resultados em questão.

4.4 ABSORÇÃO DE ÁGUA

Os quadros 13 e 14 mostram os resultados médios dos ensaios de absorção dos blocos de concreto estudados.

O quadro 13 trata dos resultados médios do ensaio de absorção de água do bloco de concreto com dimensões 14X19X39cm de classe C sem função estrutural.

Quadro 13 – Resultados do ensaio de absorção para os blocos de concreto de classe C.

ABSORÇÃO DE ÁGUA	
EMPRESA	ABSORÇÃO MÉDIA (%)
I	10,7
II	8,3
III	8,5

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

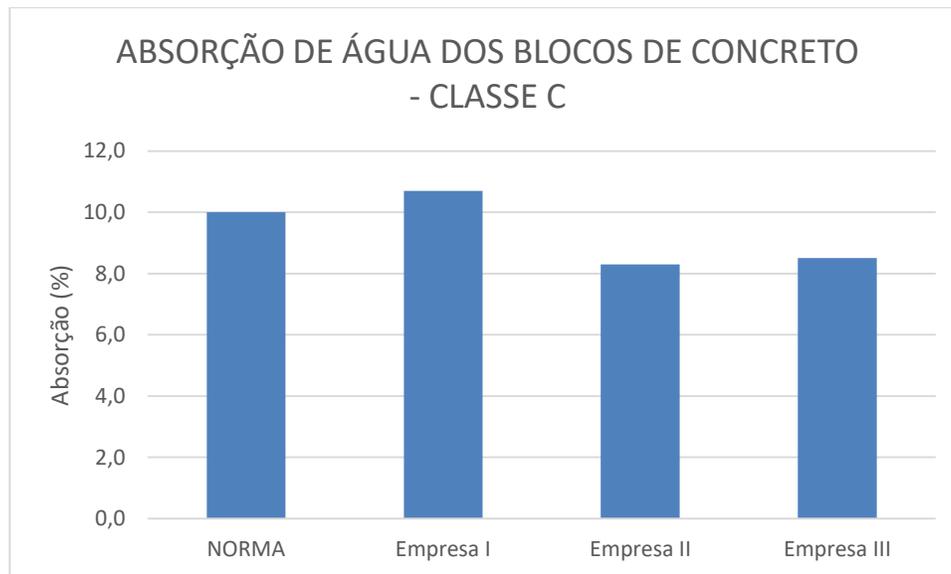
O quadro 14 trata dos resultados médios do ensaio de absorção de água do bloco de concreto com dimensões 14X19X39cm de classe B com função estrutural.

Quadro 14 – Resultados do ensaio de absorção para os blocos de concreto de classe B.

ABSORÇÃO DE ÁGUA	
EMPRESA	ABSORÇÃO MÉDIA (%)
I	10,1
II	6,0
III	6,4

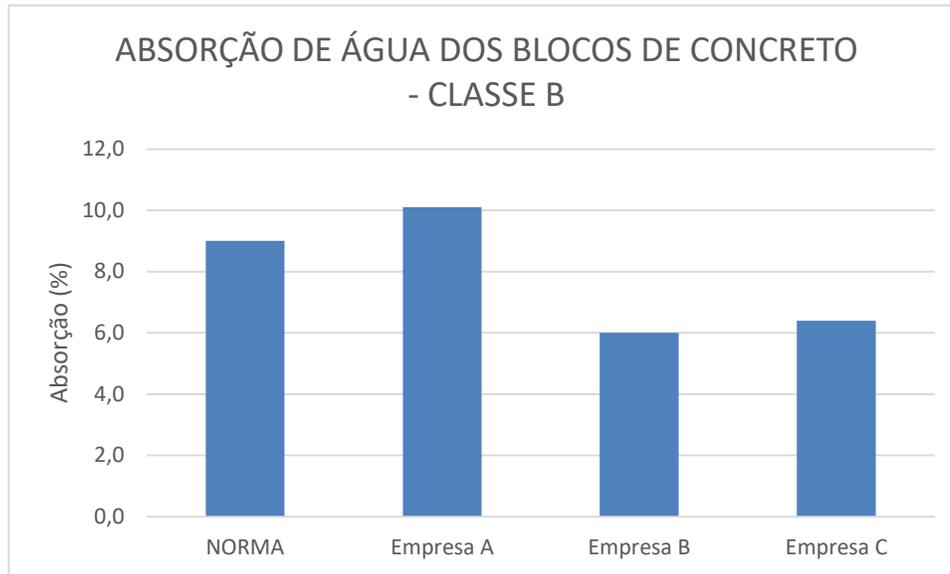
Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

Tabela 3 – Absorção para os blocos de concreto de classe C.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

Tabela 4 – Absorção para os blocos de concreto de classe B.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

Sabendo-se que a absorção máxima exigida pela norma para a classe C do bloco é de 10%, observa-se no quadro 13 e na tabela 3 que as empresas II e III estão em acordo com a ABNT NBR 6136:2016, já a empresa I está em desacordo, pois a absorção média resultou em 10,7%. Para a classe B do bloco sabe-se que a absorção máxima exigida pela norma é de 9%, observa-se no quadro 14 e na tabela 4 que as empresas II e III estão em acordo com a ABNT NBR 6136:2016, já a empresa I está em desacordo, pois a absorção média resultou em 10,7%.

A baixa qualidade do aglomerante, a dosagem errada e a cura por parte das fábricas pode resultar na absorção de água maior que o permitido em norma, uma vez que essas condicionantes podem aumentar os vazios presentes no bloco.

Dessa forma, as empresas II e III estão aprovadas quanto a absorção de água em ambas as classes de blocos de concreto. Já a empresa I está reprovada em ambas as classes de blocos de concreto tendo em vista exigências da ABNT NBR 6136:2016.

Os apêndices D, E, F, G, H, I e J relatam demais imagens referentes aos ensaios e resultados em questão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

5.1 CONCLUSÃO

O bloco de concreto é um material que tem conquistado espaço e confiabilidade na construção civil. Muitas construtoras em Palmas – TO utilizam blocos de concreto em suas obras, sejam em muros, fundações, vigas ou até mesmo em paredes estruturais e de vedação. O uso, cada vez mais contínuo e crescente desses blocos acarretou uma grande demanda desse material e conseqüentemente as fábricas têm tentado acompanhar essa necessidade, porém não possuem oferta compatível. Essa pressão pode levar às empresas a falharem em aspectos relativos à qualidade. Nesse contexto, torna-se de vital importância, o que normalmente já é uma necessidade que é a avaliação da qualidade dos blocos de concreto fabricados em Palmas – TO.

Esse trabalho visa a caracterização de blocos de concreto com e sem função estrutural fabricados em empresas de Palmas – TO, fato importante, pois serve como um instrumento para fornecer às fábricas uma análise do estado atual dos blocos por elas fabricados.

Neste estudo foi observado que a maioria dos blocos analisados não estão de acordo com as normas regulamentadoras. No quesito aprovação, quanto a análise dos blocos de classe C, apenas o bloco da empresa II foi aprovado nos critérios dimensionais, de resistência e de absorção a água. A empresa I obteve resultados acima do limite na absorção da água e a empresa III teve resultados não aprovados na avaliação dimensional e de resistência.

Todavia, quanto à análise dos blocos de classe B, todas as empresas foram reprovadas em um ou até dois critérios avaliados. A empresa I não foi aprovada nos critérios de análise dimensional e de absorção de água. As empresas II e III não foram aprovadas no critério dimensional.

Quanto à estrutura das fábricas e produção dos blocos, algumas inadequações foram identificadas como armazenamento incorreto dos blocos e materiais (diretamente no solo e exposto à fatores climáticos), Por outro lado, todas possuíam máquina e até misturadores (empresa II) na produção dos blocos, além do interesse manifestado pelos proprietários em melhorar a qualidade do material fabricado. Com isso, percebe-se que as fábricas estão em processo de desenvolvimento, necessitando nessa fase de apoio e maior conhecimento técnico.

Este problema pode ser resolvido com ações conjuntas entre a iniciativa privada e instituições formadoras de mão-de-obra, como SESI, SENAI, SEBRAE, Universidades etc. As quais podem tomar algumas iniciativas como cursos de capacitação de operários e palestras para dar suporte ao setor de fabricação de blocos de concreto, principalmente nessa fase de aquecimento da construção civil.

Em geral, pode-se concluir que esse trabalho conseguiu atingir seu objetivo identificando a qualidade dos blocos analisados, mostrando ainda a necessidade de verificar se o que vêm ocorrendo nas amostras estudadas é ou não uma característica do setor de blocos de concreto no mercado Palmas – TO.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para próximos trabalhos pode-se citar:

- Estudo preciso sobre os materiais e método produtivo para caracterizar a influencia dos mesmos na qualidade dos blocos de concreto.
- Levantamento mais preciso da qualidade dos blocos de concreto na cidade de Palmas Tocantins, com objetivo de obter uma maior confiabilidade do estudo atual do setor nessa localidade.
- Criação de cartilha com orientação sobre o processo de produção e controle de qualidade dos blocos de concreto.

REFERÊNCIAS

ANDOLFATO, Rodrigo Piernas. **Controle tecnológico básico do concreto**. Ilha Solteira:[s. N.], 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. **Má qualidade dos blocos de concreto pode comprometer a obra**. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br>>. Acesso: 29 de abr 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE BLOCOS DE CONCRETO - ABIBC. **Press Kit Bloco Brasil**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.blocobrasil.com.br/pdfs/>>. Acesso em: 14 abr. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5732**: Cimento Portland comum - Especificação. Rio de Janeiro: Abnt, 1991. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5733**: Cimento Portland de alta resistência inicial - Especificação. Rio de Janeiro: Abnt, 1991. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5735**: Cimento Portland de alto forno - Especificação. Rio de Janeiro: Abnt, 1991. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5736**: Cimento Portland pozolânico - Especificação. Rio de Janeiro: Abnt, 1991. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5737**: Cimento Portland resistentes a sulfato - Especificação. Rio de Janeiro: Abnt, 1992. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro: Abnt, 2016. 16 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro: Abnt, 2005. 15 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro: Abnt, 1987. 3 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578**: Cimento Portland composto - Especificação. Rio de Janeiro: Abnt, 1991. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos. Rio de Janeiro: Abnt, 2011. 19 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12118**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: Abnt, 2013. 20 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-1**: Água para amassamento do concreto - Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: Abnt, 2009. 15 p.

BARBOSA, C. S. **Resistência e deformabilidade de blocos vazados de concreto e suas correlações com as propriedades mecânicas do material constituinte**. Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, 2004.

BLANCO, MIRIAN. **Suprimentos em Xequê**. Revista Construção Mercado, n o 83. São Paulo, 2008.

CASTRO, Lucas Oliveira et al. **Avaliação experimental da interação entre paredes de blocos de concreto de alta resistência sob ações verticais**. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 9, n. 5, p. 643-681, 2016.

FILHO, J. A. A. S. **Blocos de concreto para alvenaria em construções industrializadas**. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, 2007.

GANESAN, T.P., RAMAMURTHY, K., "**Behavior of concrete hollow-block masonry prisms under axial compression**", Journal of structural engineering, v. 118, July, 1992.

GOMES, N.S., **A resistência das paredes de alvenaria**, Tese M.Sc., Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1974.

GONÇALVES, V. **Como Abrir Uma Empresa de Blocos de Concreto**. Disponível em: 2012. Acesso em: 15 set. 2016.

GROSSI, P. Selo de Qualidade ABCP. In: **Seminário Nacional Sobre Blocos de Concreto para Alvenaria e Pavimentação**. São Paulo, Anais, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE. INMETRO. **Regulamento técnico da qualidade para blocos de Concreto para alvenaria**. Rio de Janeiro: Inmetro, 2012.

MEDEIROS, J. S. **Blocos de concreto para alvenaria estrutural: avaliação de parâmetros básicos de produção**. In: 5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Florianopolis, ago 1994. Disponível em: Acesso em: 15 abr. 2020.

MEHTA, Povindar K.; MONTEIRO, Paulo JM; CARMONA FILHO, Antônio. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. Pini, 1994.

MÜLLER, L. C. **Estudo de Produção e Desempenho de Blocos de Concreto. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso.** Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2015.

NEVILLE, Adam M. **Propriedades do Concreto-5ª Edição.** Bookman Editora, 2015.

PINHEIRO, Gabriel Stelling. **ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO: ASPECTOS CONSTRUTIVOS E PRÉDIMENSIONAMENTO.** 2018. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

REVISTA PRISMA. **Qualidade à vista, ao simples toque.** São Paulo. Disponível em: Acesso em 15 abr. 2020.

RIZZATTI, E. et al . **Tipologia de blocos cerâmicos estruturais: influência da geometria dos blocos no comportamento mecânico da alvenaria.** Matéria (Rio J.), Rio de Janeiro , v. 16, n. 2, p. 730-746, 2011.

SANDES, V. S. **Estudo sobre a qualidade dos blocos de concreto em fábricas de Feira de Santana.** 2008. Monografia. Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2008.

SOUZA, J. G. G. **Contribuição ao estudo da relação entre propriedades e Proporcionamento de blocos de concreto – aplicação ao uso de entulho como agregado reciclado.** Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, 2001.

TAUIL, C. A. **A arte, a história e a técnica da alvenaria estrutural de blocos de concreto.** Revista Qualidade na Construção. Ano II, nº 13, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Demais imagens da empresa I.



APÊNDICE B - Demais imagens da empresa II.



APÊNDICE C – Demais imagens da empresa III.



APÊNDICE D – Capeamento e realização dos ensaios nos blocos de concreto.



APÊNDICE K – Questionário utilizado nas entrevistas as empresas I, II e III.

QUESTIONÁRIO

Razão social: _ : -----

Nome Fantasia: __: -----

Contato: _ ----- _E-MAIL: _-----

Representante da empresa responsável por responder o questionário: _-----

Cargo ocupado na empresa: _-----

Data : _/___/___

- ❖ O nome da empresa não será revelado em nem um momento no trabalho de conclusão de curso, sendo referenciada apenas como empresa I, empresa II e empresa III.

Quantos anos atuam neste segmento? Quantos anos atuando na cidade de Palmas Tocantins?

Quantidade de funcionários nesta unidade? _____

Capacidade de fabricação de blocos de concretos por dia?

A empresa se baseia em alguma norma técnica para a produção dos blocos de concreto?

Sistema de Produção

Quais os maquinários utilizados para a produção dos blocos?

Quantos blocos por vez? _____

Material utilizado na produção:

Cimento: _____

Agregado: _____

Água: _____

Aditivo: _____

Adição: _____

Qual o processo de cura utilizado?

Método de Armazenamento:

É realizado ensaio dos produtos? Quais?

Qual o traço utilizado?

Sigilo () Sim () Não.

Traço: _____

Blocos mais procurados pelo consumidor segundo dados deste fabricante

Bloco vazado de concreto simples, com função estrutural.

Classe:

A_____ B_____ C_____

Família (cm)	% ou X
19x19x39	
14x19x39	
14x19x29	
11,5x19x39	
11,5x19x24	
11,5x19x36,5	
9x19x39	
9x19x29	

Bloco com fundo de concreto simples, sem função estrutural.

Classe:

A _____ B _____ C _____

Família (cm)	% ou X
19x19x39	
14x19x39	
14x19x29	
11,5x19x39	
11,5x19x24	
11,5x19x36,5	
9x19x39	
9x19x29	
6,5x19x39	

