



## **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

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

LEANDRO DE CARVALHO CAVALCANTE

**ESTUDO DO USO DE VERMICULITA EXPANDIDA EM BLOCO DE CONCRETO:  
ANÁLISE DO PESO, COMPARAÇÃO DAS DIMENSÕES E ENSAIOS A  
COMPRESSÃO COM OS BLOCOS DE CONCRETO CONVENCIONAIS.**

Palmas – TO  
2017

LEANDRO DE CARVALHO CAVALCANTE

**ESTUDO DO USO DE VERMICULITA EXPANDIDA EM BLOCO DE CONCRETO:  
ANÁLISE DO PESO, COMPARAÇÃO DAS DIMENSÕES E ENSAIOS A  
COMPRESSÃO COM OS BLOCOS DE CONCRETO CONVENCIONAIS.**

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. M.e Mênfis Bernardes Alves.

Palmas – TO

2017

LEANDRO DE CARVALHO CAVALCANTE

**ESTUDO DO USO DE VERMICULITA EXPANDIDA EM BLOCO DE CONCRETO:  
ANÁLISE DO PESO, COMPARAÇÃO DAS DIMENSÕES E ENSAIOS A  
COMPRESSÃO COM OS BLOCOS DE CONCRETO CONVENCIONAIS.**

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. M.e Mênfis Bernardes Alves.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA



Palmas – TO

2017

## **Resumo**

Para se diminuir custos no orçamento, empresas na área de construção civil estão sempre em busca de novos sistemas construtivos e novas tecnologias. Com este estudo, visou-se a utilização da vermiculita expandida, um argilomineral encontrado em abundância no Brasil, como agregado em blocos de vedação com função estrutural como um novo material que pudesse melhorar alguns pontos apontados pelos usuários. Apresentam-se neste estudo os resultados experimentais obtidos através das análises laboratorial, resistência à compressão de blocos de concreto com vermiculita expandida, e vários outros aspectos físicos. Com base nas análises dos resultados, com a adição de vermiculita, os blocos apresentaram diminuição do peso e conseqüentemente diminui o peso global da estrutura. Os resultados dos ensaios à compressão foram satisfatórios, pois conseguiu alcançar a mesma resistência que um bloco normal. A adição de vermiculita expandida em blocos de concreto com função estrutural, atende à norma supracitada, garantindo segurança aos usuários

## **Abstract**

In order to reduce costs in the budget, companies in the area of civil construction are always in search of new constructive systems and new technologies. This study aimed at the use of expanded vermiculite, a clay found in abundance in Brazil, as an aggregate in structural blocks as a new material that could better some points pointed out by users. This study presents the experimental results obtained through laboratory analysis, compressive strength of concrete blocks with expanded vermiculite, and several other physical aspects. Based on the analysis of the results, with the addition of vermiculite, the blocks showed a decrease in weight and, consequently, the overall weight of the structure decreased. The results of the compression tests were satisfactory as it was able to achieve the same strength as a normal block. The addition of expanded vermiculite in concrete blocks with structural function, complies with the aforementioned norm, guaranteeing safety to users

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Apresentação comercial da Vermiculita .....	26
Figura 2, 3, 4, 5–Fabricação do bloco de concreto com adição de vermiculita expandida.....	38
Figura 6– Fabricação do bloco de concreto com adição de vermiculita expandida.....	39
Figura 7 –Bloco de concreto com adição de vermiculita sendo pesado.....	39
Figura 8 – Capeamento do bloco de concreto.....	40
Figura 9 – Máquina que realiza o ensaio a compressão.....	40
Figura 10 e 11 –Blocos de concreto sendo rompidos.....	41

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Dimensões dos blocos Fonte: (NBR 6136, 2007).....	18
Tabela 2 – Designação por classe, largura e espessura mínima das paredes dos blocos Fonte: (NBR 6136, 2007).....	20
Tabela 3 - Dimensões dos blocos de concretos vazados Fonte: (NBR 6136, 2007).....	20
Tabela 4 – Parâmetro de tamanho amostral Fonte (NBR 6136, 2007).....	27
Tabela 5 – Comparando o peso dos blocos de concreto normal e bloco com adição de vermiculita Fonte: Autor.....	32

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
1.1 PROBLEMA .....	9
1.2 HIPÓTESES .....	10
1.3 OBJETIVOS .....	10
1.3.1 Objetivo Geral .....	10
1.3.2 Objetivos Específicos .....	10
1.4 JUSTIFICATIVA .....	11
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1 VERMICULITA - HISTÓRICO .....	12
2.2 EXTRAÇÃO DA VERMICULITA E SUAS PROPRIEDADES .....	13
2.3 CONCRETO: CLASSIFICAÇÃO E APLICAÇÕES .....	13
2.4 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO BLOCO VAZADO DE CONCRETO ...	18
2.5 PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS BLOCOS.....	22
2.6 CONCRETOS LEVES.....	23
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>25</b>
3.1 LOCAL DA PESQUISA .....	25
3.3 ANÁLISE DE DADOS .....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSOES .....</b>	<b>30</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>6 ORÇAMENTO .....</b>	<b>33</b>
<b>7 CRONOGRAMA .....</b>	<b>34</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>
<b>9 APÊNDICES.....</b>	<b>37</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O presente estudo busca analisar o uso de vermiculita expandida em bloco de concreto, seja por intermédio da análise do peso, da comparação dos ensaios e a compressão dos blocos de concreto convencionais além dos efeitos do cimento no meio ambiente e nos trabalhadores.

A engenharia civil e a construção civil como um todo são altamente poluentes, haja vista a utilização de diversos materiais e os impactos resultantes. Tal fato coloca a construção civil como uma das maiores causadoras de impactos ambientais. Isso poderia ser diminuído com a obediência a procedimentos e ações sustentáveis. Nesse contexto, a produção de cimento traz sérios danos ao meio ambiente e a saúde dos trabalhadores. Os danos são diversos, desde a extração de matéria-prima, que origina degradação e poluição da água e do solo, passando pela emissão de material particulado, o que pode causar diversos problemas respiratórios.

A despeito do exposto, ao longo dos tempos a engenharia e a construção como um todo, foram se aprimorando em todos os aspectos. Técnicas construtivas, equipamentos, máquinas, materiais e insumos, inclusive mão de obra em todos os níveis, passaram por constante processos evolutivos e de modernização. O Brasil especificamente, passou por um processo de desenvolvimento econômico e social no último século que colocou o país entre as principais nações emergentes, como é o caso da participação no grupo de países denominados de BRICS, composto por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul.

Essa potencialização econômica, somada ao êxodo rural iniciado na década de 70, fez com que o setor da construção civil experimentasse níveis de crescimento nunca antes percebido, o que ocasionou um aumento bastante expressivo na demanda por matéria prima e mão de obra. Com isso novos elementos foram sendo incorporados na rotina operacional do setor, buscando diminuir os desperdícios e aumentar a produtividade *per capita* dos colaboradores.

Citando a construção civil, a produção de alvenaria está entre os processos que mais apresentaram mudanças e inovações. Estudos e pesquisas, tanto no Brasil quanto ao redor do mundo, apresentaram vários materiais alternativos para a

composição do traço de produção de blocos, sejam para vedação ou para exercerem função estrutural nas edificações (ANDRADE, 2011).

Considerando sua capacidade e características de isolamento acústico e térmico, a vermiculita tem ampla aplicação na construção civil, constituindo as principais delas a massa para acolchoamento de paredes (reboco), placas de aglomerado, blocos pré-moldados para o emprego em divisórias internas, assim como material para retraimento termo acústico de forros e assoalhos e concreto leve (ROCHA, 2012).

De acordo com sua granulometria, o emprego da vermiculita pode consentir a necessidades especiais de construção e densidade do material. Desta forma, suas propriedades físicas ainda consentem no emprego da vermiculita como impermeabilizante para divisórias, paredes externas, forros e portas das casas ou outras edificações. Dentre as várias aplicações que são ressaltadas, estão o acolchoamento de áreas de horticultura, em virtude de seu formato aerado, retentor de umidade e que veda o calor (ALVES, 2014).

Por fim, no que se refere às propriedades específicas deste material e o número reduzido de etapas em seu processo de preparo, frisa-se que possibilitam à indústria uma alternativa viável à sustentabilidade, tema tão presente nos debates atuais (ROCHA, 2012).

## 1.1 PROBLEMA

Apesar de ainda ser um agregado menos conhecido do que outros mais comuns na construção civil, a vermiculita demonstra grande capacidade de aplicação em diversas áreas da indústria e da construção, devido ao domínio adquirido pelo homem em sua extração.

Assim, surge o seguinte questionamento: A adição de vermiculita na produção de blocos estruturais pode melhorar as características de peso e FCK quando comparados aos blocos convencionais, diminuindo assim as dimensões e o uso do cimento em uma fundação?

## 1.2 HIPÓTESES

H 1 A adição de vermiculita na produção de blocos estruturais pode melhorar as características de peso e FCK quando comparados aos blocos convencionais;

H 2 O processo de adição de vermiculita na produção de bloco de concreto diminui as dimensões e o uso do cimento em uma fundação;

H3 Os níveis de resistência, conformidade e características dos blocos com adição de vermiculita expandida são equivalentes aos moldes convencionais.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Determinar as características de peso e FCK do blocos de concreto estrutural produzidos com adição de vermiculita expandida comparados com blocos convencionais para a mesma finalidade.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Produzir de um bloco de concreto com a utilização de vermiculita expandida com mesmos aspectos físicos (comprimento, largura, altura e resistência prismática) de um bloco de concreto normal.
- Comparar o peso de um bloco de concreto estrutural leve (com vermiculita) com o bloco de concreto estrutural convencional.
- Apontar estudos publicados acerca características de peso e FCK do blocos de concreto estrutural produzidos com adição de vermiculita expandida.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

O tema se justifica em virtude da importância do meio ambiente e da saúde do trabalhador na construção civil. Nesse contexto, adentra a vermiculita a qual tem alta porosidade e interior em sua maior parte composto de ar aprisionado, sendo assim é caracterizado por ser um excelente isolante térmico, quando associado a outros materiais, como os blocos de concreto (ROCHA, 2012).

No ambiente de transformações da construção civil e a necessidade de racionalização de processos construtivos em obras tem imposto uma maior preocupação de todo o meio produtivo com padronização de métodos construtivos através de aderir procedimentos condizentes com a normalização e as boas aplicações de engenharia.

O concreto como principal elemento estrutural da construção civil nacional, representa parcela expressiva do mercado. Nesse enfoque, a utilização dos blocos de concreto em obras de construção civil é cada vez mais utilizada devido sua aplicação e propriedades (GARCIA, 2010).

Os mesmos estão em toda parte, e são usadas para tudo, desde a construção de casas e edifícios ou para circular e marcar algum tipo de paisagismo. Os blocos de concreto são normalmente produzidos com seu centro oco para melhorar o isolamento e reduzir seu peso, e oferecem inúmeras vantagens sobre outros materiais quando são usados na construção (ROCHA, 2012).

Desta feita, o trabalho possui importância social e acadêmica na medida em que demonstrará a necessidade de se utilizar tais materiais na construção civil, em prol do meio ambiente e da saúde humana. No âmbito pessoal, o estudo irá garantir o aperfeiçoamento do conteúdo assimilado pelo acadêmico, bem como o aprimoramento de seu espírito crítico e científico (ANDRADE, 2011).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 VERMICULITA - HISTÓRICO

O descobrimento da vermiculita aconteceu nos Estados Unidos, ainda no século XIX (1824). No entanto não obteve muita aplicação até 1913, quando usos mais objetivos para seus atributos foram empregados. A mineração da Vermiculita teve início em 1923 na cidade de Montana, em uma mina explorada em escala comercial até os anos 1990. Atualmente, a produção em escala industrial é bancada em poucas regiões do planeta, pois sua aplicação dá-se em maior parte nas nações mais evoluídas.

Porém, a vermiculita é encontrada em várias muito países pelo mundo, especialmente na África do Sul, Estados Unidos, China, Egito, Austrália, Brasil, Zimbábue e Uganda, e empregada nos países com maior atividade construtiva.

No Brasil a vermiculita foi encontra primeiramente na cidade de Liberdade - Minas Gerais, sua mineração começou de forma pequena na década de 50, já no ano de 1971 a mina de São Luiz de Montes Belos em Goiás entrou em operação, aumentando assim a exploração do produto. Na década de 1980 foi encontrada uma jazida no complexo ultramáfico alcalino e carbonatítico de Catalão, localizada onde se encontra atualmente o município de Ouidor, Goiás, considerada a maior reserva de vermiculita do Brasil.

A produção nacional de vermiculita está entre as maiores do mundo, sendo que a produção representa 15% do total mundial e a reserva existente na natureza é de 10% do total prospectado no planeta (UGARTE, 2015).

Segundo descreve Ugarte (2015), existem três polos de produção no país, nos seguintes Estados: Goiás, Paraíba e na Bahia. A produção das minas situadas no centro oeste do país é empregada para o mercado interno enquanto a circunscrita no Nordeste, devido à adjacência dos portos, tem destino para outros países.

## 2.2 EXTRAÇÃO DA VERMICULITA E SUAS PROPRIEDADES

No Brasil há depósitos e jazidas desse material nos estados da Paraíba, Goiás e Piauí. Os minérios brasileiros não conferem aos produtos de vermiculita maior valorização, além de beneficiar o melhor emprego econômico do bem mineral. A extração do mineral vermiculita, na Paraíba, é concretizada na mina do Sítio Serrote Branco, que está centrada no município de Santa Luzia. (ROCHA, 2012).

A vermiculita tem ascendência hidrotermal/supergênica a partir do mineral flogopita, com espessura conhecida de 50 m. Predominam os grãos com 1 mm de diâmetro, compondo “livros” dourados (BERTOLINO, 2009).

Após a idealização, a lavra é executada a céu aberto em bancadas, através de desmonte mecânico e com equipamentos convencionais. Emprega-se a melhor técnica, além de cumprir todas as condições inerentes ao meio ambiente. O produto extraído é levado para pilhas de homogeneização. Assim, o material estéril e o solo são reutilizados, concomitantemente, para recomposição topográfica e ambiental (ROCHA, 2012).

A Vermiculita é composta por aproximadamente 14% de MgO, 43% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 13% de FeO, 12% de SiO<sub>2</sub>, e 18% de H<sub>2</sub>O (é devido à esta alta concentração de H<sub>2</sub>O que, quando aquecida, a Vermiculita alarga seu volume em ampla proporção) (BERTOLINO, 2009).

## 2.3 CONCRETO: CLASSIFICAÇÃO E APLICAÇÕES

O concreto é classificado segundo algumas de suas características em grupos distintos. A seguir, as classificações de acordo com as normas da ABNT (segundo NBR 1853) para cada característica e apresentando cada classe do concreto: Segundo a massa específica: Concreto leve: massa específica entre 1,2 e 2,0 tf/m<sup>3</sup>.

Concreto normal: massa específica entre 2,0 e 2,8 tf/m<sup>3</sup>. Concreto pesado/denso: massa específica entre 2,8 e 5,0 tf/m<sup>3</sup>. Segundo a resistência: São divididos em dois grupos. Dentro destes grupos, os concretos são designados pela letra C seguida do valor da resistência característica à compressão em Mpa (FRANCO; *et al*, 2014).

São eles: Grupo I- C10; C15; C20; C25; C30; C35; C40; C45; C50. Grupo II- C55; C60; C70; C80. De acordo com a última revisão da NBR que rege essa classificação, para concreto protendido deve-se usar concreto C25 ou superior. Para concreto armado usa-se da classe C20 para cima e as classes mais baixas são apenas para fundações e obras de pequeno porte (ALVES, 2014).

O grupo II configura normalmente concretos de alto desempenho. Segundo a trabalhabilidade: Os concretos são separados em cinco categorias de acordo com a consistência que apresentam.

Esta pode ser comprovada através do *Slump Test* realizado nas imediações da obra que consiste em colocar o concreto fresco em uma forma em forma de tronco de cone em camadas e, após, retirar o cone para verificar o abatimento do concreto (procedimento descrito na NBR NM 67). Com isso, classificam-se os concretos em: - S10: concretos com consistência seca, que vão desde o abatimento 10 mm até 45 mm. - S50: concretos pouco trabalháveis, que vão desde o abatimento 50 mm até 95 mm (MONTEIRO, 2014).

É notável a grande utilização do concreto pela humanidade, podendo ser aplicado de diversas maneiras e em muitas áreas da construção civil. É visto também, que esse material perde apenas para a água em relação ao seu uso. Ele tem sido sem dúvidas, o material mais utilizado da construção civil, devido aos inúmeros benefícios que o mesmo pode oferecer (MARTINS, 2014).

As propriedades do concreto tem sido motivo de diversas pesquisas em virtude da deterioração antecipada do mesmo e a necessidade de manutenções periódicas. Ele pode ser dividido basicamente em dois tempos de vida: o concreto fresco e o concreto endurecido. Diante das características da preparação do concreto fresco, irá se obter um concreto endurecido de boa qualidade ou não. O concreto de boa qualidade, com poucas fissuras e de grande resistência é importante para assegurar toda a estrutura da edificação feita (HELENE, 2007).

O concreto é formado com a mistura agregados miúdos e graúdos, água e cimento, em quantidades proporcionais para ter a trabalhabilidade adequada para sua função, podendo conter ou não aditivos para acelerar ou retardar reações. Porém, diversas são as manifestações naturais que podem causar a degradação desse recurso, como por exemplo, a degradação química, as manchas superficiais e a corrosão das estruturas. (POLITO 2006)

Até 'pouco' tempo atrás, se acreditava que o concreto, quando bem executado, teria uma duração ilimitada. Tanto as análises quanto as pesquisas e experiências levaram à informação de que quando o concreto fica revelado a umidade, sua durabilidade passa a ser menor, a não ser que ele seja protegido de forma superficial do fenômeno chamado carbonatação, além de outros agentes químicos que são hostis (MARTINS, 2014).

O concreto com o propósito estrutural, ou seja, na maior parte das suas utilizações, precisa apresentar certas propriedades mecânicas que garantem a eficiência de seu uso. Tais propriedades são observadas nos dois estágios do preparo do mesmo: quando o concreto ainda está fresco e quando está endurecido (ANDRADE, 2011).

As propriedades do concreto fresco, assim como as do concreto endurecido, possuem inter-relação, mas podem ser classificadas como tópicos principais a consistência e trabalhabilidade, e a exsudação. O primeiro diz respeito à mobilidade da massa, objetivando a uniformidade e coesão entre os elementos, também consistindo na ausência de vazios, que se consegue através da vibração da massa após a distribuição na forma (ALVES, 2014).

A exsudação é a tendência da água de vir à superfície do concreto recém-lançado, que acaba por formar um concreto poroso, menos resistente, e com a massa residual que se forma que impede a ligação dos materiais nas outras camadas formadas pela cura. Para o concreto endurecido, esperam-se qualidades subdivididas quanto à impermeabilidade, durabilidade, e resistência a esforços mecânicos (DÛMET, 2010).

A resistência à tração e à compressão é conseguida através da associação do concreto com as armaduras metálicas, sendo que são dois materiais com



propriedades diferentes, assim, em conjunto, resistindo a ambos os esforços (BERTOLINO, 2009).

A impermeabilidade, quando necessário, é conseguida com aditivos à massa fresca ou mesmo após o endurecimento, e é necessária para que se evitem as patologias do concreto, como por exemplo, as bicheiras. Quando o elemento está em contato com áreas úmidas ou mesmo com a terra, torna-se necessário o maior cuidado com essa propriedade, que pode ocasionar rupturas e danos estruturais, em escala agravada, levando até à inutilização do componente (BERTOLINO, 2009)..

Ainda, a durabilidade é atingida através da cautela no preparo do concreto, desde a escolha de bons materiais para a sua composição até o cuidado com o lançamento do mesmo nas formas, processo de cura e manutenção, pois o papel do mesmo é imprescindível para a estruturação do ambiente construído, tornando a falta de qualidade do concreto um fator que impossibilita até mesmo o uso do que se objetiva construir.

A dosagem consiste em definir a quantidade de cada componente do concreto com o objetivo de obter as propriedades de trabalhabilidade adequada, enquanto fresco, e de resistência e durabilidade, quando endurecido.

O traço pode ser em peso ou em volume, sendo mais preciso o traço em peso, porém mais fácil de utilizar em obra o traço em volume. Apesar de os métodos de dosagem serem diferentes, existem processos comuns, como, por exemplo, o cálculo da resistência média, assim como a relação entre resistência à compressão e o índice água/cimento para determinado tipo e classe de cimento.

A resistência à compressão dos concretos é utilizada como principal fator para determinar a dosagem e controlar da qualidade dos concretos. A dosagem também influencia na durabilidade do concreto, o qual deve ser durável de acordo com as solicitações durante a vida útil do concreto (DÚMET, 2010).

Além disso, pode-se dizer que utilizando de forma adequada e com a dosagem certa, ajudamos na sustentabilidade da obra e economizamos na questão do custo (ALVES, 2014).

O rendimento da relação resistência à compressão/consumo de cimento tem um ponto ótimo máximo para cada traço, ou seja, quanto maior a resistência de um

concreto, maior é esse rendimento. O teor água/cimento ( $x$ ) é a fração entre o peso de água pelo peso de cimento.

De acordo com a Lei de Abrans a resistência à compressão do concreto depende basicamente do fator água/cimento, sendo que a esta varia de forma inversa com o fator, ou seja, quanto menos água no concreto maior sua resistência. Há também o fator água/material seco (A%) que é a fração entre o peso da água pela soma do peso do cimento, do peso da areia e do peso da brita em porcentagem, e quanto mais alto for este fator, mais trabalhável será o concreto, porém será menos resistente (DÛMET, 2010).

O concreto é amplamente utilizado devido à sua associação de materiais (aglomerantes e agregados), e propriedades compositivas que proporcionam maior fluidez e trabalhabilidade para diversas formas, em conjunto com o papel estrutural que desempenha, seja complementado com armaduras metálicas (concreto armado), mangueiras e cabos de protensão, entre outros materiais utilizados conforme suas específicas aplicações.

O concreto simples, sem armaduras, é utilizado para elementos com enfoque plástico e que não necessitam de altas resistências à esforços, sendo que este apenas age contra forças de compressão.

Já, com a complementação das peças metálicas para a obtenção do concreto armado, o resultado que se atinge é uma maior resistência, seja de compressão ou tração, criando um elemento extremamente aproveitável para sanar as carências estruturais até certo ponto em que se torna viável.

Quando a carência deste elemento estrutural é de uma maior importância, existem outras associações, como já citado, que o tornam mais resistente. Um exemplo desta complementação é a protensão, também amplamente utilizada, porém ainda conquistando espaço no Brasil por se tratar de uma tecnologia mais cara e que necessita de mão de obra especializada (ANDRADE, 2011).

Para garantir uma boa concretagem evitando as bicheiras que comprometam a parede, o concreto deve possuir propriedades auto adensáveis, proporcionando uma boa trabalhabilidade. Quando executadas paredes de grandes dimensões, uma abertura lateral na parte superior da forma deve ser realizada a cada metro linear

para realização da concretagem, garantindo um bom adensamento (FRANCO; *et al.*,2014).

Esta abertura pode ser desconsiderada para infraestruturas de menor porte, até dois pavimentos, onde as vigas são concretadas após o levantamento das paredes facilitando a execução do fechamento, uma vez que não haverá obstáculos acima da forma que impeçam a entrada do concreto. Caso houver paredes maiores que três metros de altura, aberturas longitudinais devem ser previstas, realizando concretagens por etapas e impedindo a queda da massa por grandes alturas comprometendo a homogeneidade do concreto celular (ALVES, 2014).

Portanto, com as amplas alternativas que podem ser solucionadas com o concreto, tem-se que este é um dos materiais mais utilizados na construção, seja de pontes, cais, muros de arrimo, e blocos de construção civil.

#### 2.4 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO BLOCO VAZADO DE CONCRETO

É notório o baixo grau de propagação da utilização dos blocos de concreto em certas regiões do país. Entres outros fatores referidos a aplicação desses blocos, salienta-se a falta de experiência e conhecimento técnico sobre o assunto, desde a produção dos blocos nas empresas até a sua aplicação das potencialidades atribuídas à sua utilização (ALVES, 2014).

Sua utilização ocorre em virtude das seguintes vantagens, sem prejuízo de outras que possam existir:

- a) Elimina quase 100% formas e ou caixarias, conseqüentemente reduzindo a mão de obra em carpintaria e materiais;
- b) Redução marcante no uso de ferragem, concreto e mão de obra de armador;
- c) Simplificação das instalações elétricas e hidráulicas pela ausência de necessidade de rasgos nas paredes;
- d) Se usar revestimento, este será de menor espessura (em geral menor que 4 mm internamente e 6 mm nas faces externas das paredes);
- e) Facilidade de treinar mão de obra para executar o serviço;

- f) Facilidade de detalhamento do projeto, resultando em maior rapidez e facilidade de execução;
- g) Facilidade de supervisão da obra;
- h) Ótima resistência ao fogo, além de excelente isolamento térmico e acústico;
- i) Grande flexibilidade arquitetônica, pelas pequenas dimensões dos blocos, além da variedade de cores, permitindo com isso detalhamentos estéticos bastante atraentes;
- J) Custo final da obra diminuindo consideravelmente.

Para que os blocos possam exercer sua função com qualidade no mercado, os mesmo devem passar por ensaios exigidos pelas normas da ABNT, verificando se estão em conformidade com as especificações contidas na NBR 12118 (2013). A qual os ensaios exigidos por essa norma são: análise dimensional, determinação de absorção de água e resistência à compressão.

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), quanto ao material componente, os blocos mais utilizados no Brasil para alvenaria são respectivamente: blocos de concreto, blocos cerâmicos e blocos sílico-calcáreas. Para que os blocos de concreto sejam de qualidade, a sua fabricação deve ser realizada utilizando materiais industrializados, equipamentos de boa precisão, procedimentos de dosagem e cura controlada (FRANCO; *et al*, 2014).

Os blocos de concreto devem ser produzidos com agregados inertes e cimento Portland, com ou sem aditivos e moldados em prensas-vibradoras, conforme a exigência citada abaixo:

– Vedação: para fechamento de vãos, de modo a propor vãos modulados em função das dimensões dos blocos. A NBR 6136 define as dimensões dos blocos vasados de concreto, conforme demonstrado na tabela 1 abaixo:

Tabela5-Dimensõesdosblocos

Famílias de blocos											
Designação	Nominal	20	15		12,5			10		7,5	
	Módulo	M-20	M-15		M-12,5			M-10		M-7,5	
	Amarração	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/2	1/2	1/3	1/2
	Linha	20x40	15x40	15x30	12,5x40	12,5x25	12,5x37,5	10x40	10x30	10x30	7,5x40
Largura (mm)		190	140	140	115	115	115	90	90	90	65
Altura (mm)		190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Comprimento (mm)	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	190	290	390
	Meio	190	190	140	190	115	.	190	90	.	190
	2/3	.	.	.	.	.	240	.	.	190	.
	1/3	.	.	.	.	.	115	.	.	90	.
	Amarração L	.	340	.	.	.	.	.	.	.	.
	Amarração T	.	540	440	.	365	365	.	290	290	.
	Compensador A	90	90	.	90	.	.	90	.	.	90
Compensador B	40	40	.	40	.	.	40	.	.	40	
<i>NOTA: As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados na tabela 1 são de <math>\pm 2,0</math> mm para a largura e <math>\pm 3,0</math> mm para a altura e para o comprimento.</i>											

Fonte: NBR 6136, 2007

Quanto ao uso, os blocos de concreto podem ser classificados, segundo a NBR 6136 (2016):

- Classe A: com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo;
- Classe B: com função estrutural para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;
- Classe C: sem função estrutural para uso de elemento acima do nível do solo.

Para a realização dos ensaios serão seguidas as exigências para a conformidade dos blocos de concreto contidas na NBR 6136 (2016). Análise dimensional trata-se de um ensaio a qual é feito a verificação das dimensões do

corpo de prova, como largura (L), comprimento (C), altura (H), espessura das paredes, dimensões dos furos e raio das mísulas.

Segundo a NBR 6136, os blocos de concretos vazados são alvenarias cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta e confeccionados com cimento Portland, água e agregados minerais, com ou sem inclusão de outros materiais, destinados à execução de alvenaria estrutural.

A NBR 6136 difere os blocos vazados em classes: classificações dos blocos.

Recomendasse para construção de um pavimento que use blocos classe C M10, e para edificações de no máximo 2 pavimentos classe c M12,5, e M15 e M20 para construções maiores

A norma também estabelece que as dimensões dos blocos de concreto vazados, permite uma tolerância de +ou- dois milímetros para largura e +ou- três milímetros para altura e comprimento.

A NBR 6136, define a espessura mínima das paredes dos blocos, conforme visto na tabela 2:

Tabela 6 – Designação por classe, largura e espessura mínima das paredes dos blocos

<b>Designação por Classe, Largura e Espessura Mínima das Paredes dos Blocos</b>				
Classe	Designação	Paredes longitudinais <sup>1</sup> mm	Paredes transversais	
			Paredes <sup>1</sup> mm	Espessura equivalente <sup>2</sup> mínima mm/m
A	M-15	25	25	188
	M-20	32	25	188
B	M-15	25	25	188
	M-20	32	25	188
C	M-10	18	18	135
	M-12,5	18	18	135
	M-15	18	18	135
	M-20	18	18	135
D	M-7,5	15	15	113
	M-10	15	15	113
	M-12,5	15	15	113
	M-15	15	15	113
	M-20	15	15	113

1) Média das medidas das paredes tomadas no ponto mais estreito.

2) Soma das espessuras de todas as paredes transversais aos blocos (em milímetros), dividida pelo comprimento nominal do bloco (em metros).

Fonte: (NBR 6136, 2007).

A NBR 6136 define as dimensões dos blocos vazados de concreto, tabela 1.3 abaixo:

Tabela 7 - Dimensões dos blocos de concretos vazados (NBR 6136).

<b>Requisitos para Resistência Característica à Compressão, Absorção e Retração</b>				
Classes	Resistência Característica $f_{bk}$ (MPa)	Absorção média em %		Retração (%)
		Agregado Normal	Agregado Leve	
A	$\geq 6,0$	$\leq 10,0\%$	$\leq 13,0\%$ (média)	$\leq 0,065\%$
B	$\geq 4,0$			
C	$\geq 3,0$		$\leq 16,0\%$ (individual)	
D	$\geq 2,0$			

Segundo a NBR 6136 os blocos devem apresentar aspectos visuais homogêneos, ser compactados, ter arestas vivas e ser livres de trincas ou outras imperfeições, possam prejudicar o seu assentamento ou afetas a resistência e a durabilidade da construção, não sendo permitida qualquer reparo que oculte defeitos eventuais existentes nos blocos.

## 2.5 PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS BLOCOS

As principais características mecânicas dos blocos são: resistência a compressão, resistência a tração, modulo de elasticidade e coeficiente de Poisson. Resistência a compressão de um bloco e a característica mais importante a ser determinada, esse teste e indispensável, com ele vemos quanto um bloco suporta, com isso direcionado para cada tipo de edificação (CHANDRA; BERNTSSON, 2002).

Os blocos sofrem vários esforços e um deles e a tração, devido a isso e importante realizar os testes a tração, que pode ser determinado de duas formas,

através do teste direto e do teste indireto. Em função da dificuldade em realizar teste direto, pesquisadores optam pelo teste indireto, que determina a resistência a tração a partir do ensaio de compressão (CHANDRA; BERNTSSON, 2002).

Segundo Mehta; Monteiro (2010), os valores do Coeficiente de Poisson em concretos variam, geralmente, entre 0,15 e 0,20. Os autores afirmam que não existe relação consistente entre o coeficiente e as características do concreto, água cimento ou granulometria dos agregados e tempo de cura.

## 2.6 CONCRETOS LEVES

O concreto com agregado leve, em estruturas monolíticas, tem a substituição parcial ou total do agregado normal pelo agregado leve, podendo ser usado como concreto estrutural e não estrutural. No último caso tem a função apenas de vedação ou para isolamento térmico. Segundo Neville (2010), são únicos concretos leves que podem, dependendo do tipo de agregado, traço e dosagem, atingir resistência para fins estruturais.

Outro tipo de concreto leve é produzido com a introdução de grades quantidades de vazios dentro da argamassa. Conhecido como concreto aerado, espumoso ou concreto com gás, Maycá; *et al* (2009).

O terceiro tipo de concreto leve é denominado de concreto de baixa densidade, que utiliza apenas de agregados graúdo leves, o que ocasiona um grande número de vazios, também denominado de concreto “sem finos” (CHANDRA; BERNTSSON, 2002). Pode ser usado para confecções de painéis e divisórias.

A Cortiça é um subproduto da indústria de cortiça, o resíduo de grãos de cortiça tem sido usado na Índia para produção de concreto leve com várias aplicações potenciais na construção civil (RAMASWAMY, 2013).

A Casca de coco, pela sua baixa densidade, pode ser usada como agregado leve para fabricação de concreto com funções de isolamento térmico (RAMASWAMY, 2013).



A casca de arroz é um resíduo gerado na indústria de beneficiamento do arroz. Para cada tonelada de arroz industrializado, são gerados aproximadamente 200 kg de casca. Segundo Ramaswamy (2013), a casca de arroz vem sendo usada há vários anos na Índia, principalmente para fabricação de blocos e painéis pre-moldados a serem utilizados em paredes divisórias.

O plástico, devido à sua capacidade de ser moldado, tem sido utilizado no setor industrial na produção de uma grande variedade de artigos. O poliuretano (PU), também conhecido por poliuretano expandido ou espuma rígida de poliuretano, trata-se de um material plástico celular fabricado com matérias-primas de alta qualidade e aplicado por um sistema de mistura das mesmas em estado líquido (Polióis e Isocianatos). Após um breve período de expansão, a mistura solidifica, constituindo pequenas células fechadas que resultam em um poder isolante superior a qualquer outro material.

### 3 METODOLOGIA

Os trabalhos científicos como um todo, deverão passar pelo crivo da metodologia científica. Conforme entendimento de Marconi Lakatos “o método científico é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais, permitindo alcançar conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, mostrando os erros e auxiliando nas decisões do cientista” (LAKATOS, 2014).

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, sendo que utilizará os resultados para definir problemas inventariados a aplicações palpáveis, quanto a sua natureza quanti-qualitativa, considerando que partirá da análise laboratorial junto ao laboratório de engenharia do CONCRETO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA, com os instrumentos lá localizados.

O trabalho seguirá as seguintes etapas descritas a seguir: Formulação do problema; Formulação da hipótese; Colhimento de dados iniciais (bibliográficos); Confecção dos blocos (PRÉ-MOLDADOS GOIÁS); Análises laboratoriais (no laboratório da do CONCRETO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA); Análise dos dados obtidos (com catalogação no Excel) e Conclusões e sugestões. Após, os resultados serão codificados em uma monografia, conforme normas da ABNT e disponibilizados para a comunidade de docentes e de discentes da instituição, haja vista que o estudo será catalogado na biblioteca do CEULP/ULBRA.

Quanto ao colhimento dos dados iniciais, este será feito desenvolvimento textual, caracterizado pela escrita, referente às leituras das citações apresentadas no projeto científico. O texto será composto de breves e importante dizeres sobre os assuntos que caracterizam sobre o artigo a ser produzido. Serão levados em consideração além das citações de autores, gráficos, tabelas e todos os elementos textuais que forem necessários ao entendimento do assunto abordado.

#### 3.1 LOCAL DA PESQUISA

O Estudo, feito por intermédio de ensaios, de compressão Dos blocos de concreto, será efetivado por intermédio e análise laboratorial junto aos laboratórios

do CONCRETO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA, no segundo semestre de 2017.

### 3.2 COLETA DE DADOS

Em função das características da pesquisa, o programa experimental foi dividido em 3 Fases, abaixo descritas:

1ª Fase - Estudo da dosagem para produção de blocos pré-moldados de concreto em fábrica e definição do traço de referência;

2ª Fase - Vai ser comparado um bloco de concreto com adição de vermiculita expandida e outro bloco de concreto normal. Buscará apontar os malefícios do cimento, tanto pro meio ambiente quanto pro profissional que trabalha com ele;

3ª Fase - Produção dos blocos protótipos em fábrica e análise de desempenho;

4ª Fase - Aferição dos parâmetros físicos e das características dos blocos produzidos a partir da adição de vermiculita de acordo com estudos como eu vou alcançar um menor peso e atingir o FCK no bloco de concreto em relação ao bloco de concreto convencional.

A princípio, será necessária a produção dos blocos de concreto, a qual deverá se iniciar pela seleção do traço dos materiais com enfoque na resistência a ser atingida. De acordo com o Caderno Técnico Alvenaria Estrutural (2010), há diversos mecanismos de dosagem para a fabricação de blocos de concreto, a seguir:

- Método da ABCP: fundamentado na dimensão de agregados que resulte no menor volume admissível de vazios;

Após, a coleta de dados seguirá com o procedimento de inserção da vermiculita expandida num bloco de concreto portante para reduzir seu peso sem afetar suas propriedades. De acordo com a NBR 6136 o lote deve ser formado por um conjunto de blocos com as mesmas características, produzido pelo mesmo fabricante, sob as mesmas condições e com os mesmos materiais, cabendo ao

fornecedor a indicação, no documento de entrega, da resistência característica a compressão e data do seu atendimento, data de fabricação e número de identificação do lote da fábrica.

Figura 1 – Apresentação comercial da Vermiculita



Fonte: <http://www.bentecsementes.com.br/vermiculita/>

Como aglomerante, em toda a pesquisa, foi utilizado o Cimento Portland, tipo CP-V ARI RS, o qual consiste em um tipo de cimento bastante empregado para a produção de artefatos de concreto no país (MICHEVIZ, 2011).

Pode-se dizer que o estudo prático ocorrerá em duas fases principais:

(1) Estudo Preliminar, feito por intermédio da dosagem para produção de blocos pré-moldados de concreto em fábrica para determinação do traço de referência. Assim, para que fosse determinado o traço de referência foi utilizado o método da ABCP, o qual se vincula ao proporcionalmente experimental entre os agregados que resulte em uma resistência mais eficiente;

(2) Estudo de dosagens para permutas dos agregados tradicionais no traço de concreto para a fabricação de blocos estruturais com Vermiculita Expandida (MICHEVIZ, 2011).

Um lote pode ser composto por blocos de diferentes datas, de no máximo 5 dias, respeitando os requisitos acima citados. Um lote deve conter blocos para no

máximo 1000 m<sup>2</sup> de parede, ou até 20000 blocos (CADERNO TÉCNICO ALVENARIA ESTRUTURAL, 2010).

A amostragem se dará por intermédio da coleta de blocos aleatoriamente que representaram o lote todo do qual foram retirados. O tamanho da amostra deve ser constituído conforme a tabela abaixo, nos termos da NBR 6136.

Tabela 8 – Parâmetro de tamanho amostral

Quantidade de blocos do lote	Quantidade de blocos da amostra		Quantidade mínima de blocos para ensaio dimensional e resistência à compressão axial		Quantidade de blocos para ensaios de absorção e área líquida
	Prova	Contraprova	Critério estabelecido em 6.5.1	Critério estabelecido em 6.5.2	
Até 5000	7 ou 9	7 ou 9	6	4	3
5001 a 10000	8 ou 11	8 ou 11	8	5	3
Acima de 10000	9 ou 13	9 ou 13	10	6	3

Fonte: Adaptado de NBR 6136

Quanto aos Ensaios, frisa-se que priorizarão a Resistência a compressão conforme ABNT NBR 12118; análise dimensional, absorção da área líquida, conforme a NBR12118 e a retração linear por secagem, conforme ABNT NBR 12118.

### 3.3 ANÁLISE DE DADOS

Os dados alcançados neste estudo serão comparados com as diretrizes, critérios e os procedimentos definidos pelas normas técnicas em vigor. As informações coletadas serão sistematizadas em quadros e fotos, no intuito de ajudar a visualização dos dados e a sua interpretação. Por fim, os dados serão estudados e discutidos com base na específica literatura do estudo.

Com isso, as respostas alcançadas serão traduzidas em números catalogadas de forma didática e inteligível por meio da tabulação de dados.

Também, em virtude de serem várias amostragens (com o intuito de se alcançar uma proximidade maior com a realidade, haja vista os pressupostos da estatística experimental), serão utilizadas técnicas estatísticas.

Assim, após o resultado, será aplicado o método indutivo. Neste método, o caso específico pode levar à conclusão de como ocorre o fato geral. Como exemplo de método indutivo pode-se afirmar que no método indutivo há uma observação dos fenômenos, depois se verifica uma relação entre eles e por fim é generalizada a relação. Em outras, palavras: Os resultados do laboratório poderão ensejar em uma compreensão da realidade geral, no que tange aos limites da pesquisa proposta.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSOES

Os seguintes resultados relatados a seguir estão cumprindo a NBR 6136 de blocos vazados de concreto

De acordo com o item 3.3 da norma a NBR 6136 de blocos vazados de concreto a área bruta é a área da secção perpendicular aos eixos dos furos, sem descontar as áreas dos vazios.

O bloco de concreto com 39cm de comprimento e 9cm de largura e com 351cm<sup>2</sup> de área.

Já no item 3.4 da norma onde fala que a área líquida deve descontar da área bruta a área dos vazios.

Com área líquida de  $351\text{cm}^2 - 165\text{cm}^2 = 186\text{cm}^2$

E no item 3.1 mostra que um bloco vazado tem que ter área líquida igual ou inferior a 75% da área bruta.

$0,75 \times 351 = 263,25\text{cm}^2$

Área líquida = 186 cm<sup>2</sup>. O bloco atende esse quesito ficando abaixo de 75% da área bruta.

De acordo a NBR 6136 de blocos vazados de concreto um bloco com dimensões de 39cm de comprimento e 9cm de largura e 19cm de altura e classificado como bloco M-10

De acordo a NBR 6136 de blocos vazados de concreto um bloco com espessura mínima de 18 milímetros é classificado como classe C.

De acordo a NBR 6136 de blocos vazados de concreto item 5.3 requisitos físicos-mecânicos tabela 3 o bloco ficou classificado como classe B.

Os blocos de concreto com adição de vermiculita tiveram um resultado satisfatório, diminuindo até 10% o seu peso em relação a os blocos de concreto normal.

Laudo técnico feito pela empresa

Tabela 5 – Comparando o peso dos blocos de concreto normal e bloco com adição de vermiculita

Kg: 8,790	Kg: 7,895	10%
Kg: 8,675	Kg: 7,850	10%
Kg: 8,550	Kg: 7,825	8%
Kg: 8,265	Kg: 7,790	6%
Kg: 8,230	Kg: 7,710	6%
Kg: 8,195	Kg: 7,700	6%
Kg: 8,160	Kg: 7,630	7%
Kg: 8,060	Kg: 7,530	7%

Fonte: Autor



## 5 Conclusão

É possível afirmar que é necessário ampliar ainda mais o conhecimento sobre a vermiculita expandida na produção de blocos de concretos. Com o intuito de ampliar o conhecimento nesse sentido, este trabalho avaliou o comportamento de blocos de concreto fabricados com adição de vermiculita. Os ensaios de resistência à compressão nos blocos de concreto com incorporação de vermiculita expandida apresentaram valores mais baixos em comparação com os blocos sem vermiculita. Porém, nenhum dos blocos atingiu o valor abaixo de 3 MPa prescrito na NBR 6131 (ABNT, 2007). Os resultados obtidos no trabalho indicam que o uso de blocos de concreto com vermiculita expandida pode ser feito em ambientes com solicitações leves, como, por exemplo, em casas com mais de um pavimento. Embora seja possível a fabricação de blocos de concreto com vermiculita expandida que apresentem resistências superiores às encontradas neste trabalho, utilizando um método de dosagem padronizado, aliado a um maior consumo de cimento, mesmo com o auxílio de equipamentos com alto poder de energia de compactação e vibração, considera-se que as resistências à compressão de 4 MPa a 6 MPa obtidas com o dobro de cimento que é usado em um bloco de concreto normal, podem possuir resistência suficiente para que os blocos sejam utilizados na confecção de casas térreas conforme a norma nos mostra.

## 6 ORÇAMENTO

<b>DESPESAS</b>			
<b>ESPECIFICAÇÃO</b>			
<b>1. Materiais de Consumo e Serviços</b>	<b>QUANT.</b>	<b>VR. UNITÁRIO</b>	<b>VR. TOTAL</b>
* Vermiculita expandida	01	72,00	72,00
* Caneta Esferográfica	02 unidades	1,00	2,00
* Material para concreto	01	200,00	200,00
<b>2. Recursos Humanos</b>	<b>QUANT.</b>		<b>VR. UNITÁRIO</b>
	Pessoas	C/H	
Professor	01	04	Conforme regras da Instituição
Acadêmico	01	04	Conforme regra da Instituição
<b>TOTAL DAS DESPESAS</b>	<b>VALOR TOTAL</b>		<b>272,00</b>

OBS: Todos os custos correrão por conta do acadêmico pesquisador.

## 7 CRONOGRAMA

Tabela 9 - Cronograma de execução

Etapas	2017									
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Escolha do tema										
Levantamento bibliográfico para construção do Projeto	X	X								
Elaboração do Projeto	X	X	X							
Apresentação do Projeto				X						
Coleta de Dados						X	X			
Análise dos Dados						X	X			
Redação do trabalho					X	X	X			
Revisão e redação final								X		
Entrega do TCC para Banca								X		
Defesa do TCC em Banca									X	
Correções e adequações sugeridas pela Banca									X	X
Entrega do trabalho final										X

Fonte: Do próprio autor (2017)

## 8 REFERÊNCIAS

ALVES, J. D. **Blocos pré-moldados de concreto**. Goiânia: Editora da UEG, 2014.

\_\_\_\_\_, J. D. **Materiais de construção**. 6. ed. São Paulo: Ed. da UFGO, 2014.

ANDRADE, J. J. O. HELENE, P.; MEDEIROS, M. H. F. **Durabilidade e vida útil das estruturas de concreto**. 2011. 37f. Tese (Pós-Doutorado em Engenharia Civil) - PUC RS, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12118: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2016.

CADERNO TÉCNICO ALVENARIA ESTRUTURAL – **CT10. Prisma**. São Paulo: 2010. Suplemento

CHANDRA, S.; BERNTSSON, L. **Mix Proportioning**. In: lightweight aggregate concrete: Science, technology and applications. Building Materials Series. Norwich, NY (2002).

FRANCO, L.S et al. **Desenvolvimento de um método construtivo de alvenaria de vedação de bloco de concreto auto clavados: proposição do método construtivo POLI-SICAL**. São Paulo. EPUSP-PCC, 2014.

GARCIA, Patrícia Domingues. **Contribuições ao estudo da resistência à compressão de paredes de alvenaria de blocos cerâmicos**. 2000. 115p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

HELENE, Paulo Roberto. **Contribuição ao estabelecimento de parâmetros para a dosagem e controle dos concretos de cimento Portland**. São Paulo, 1997.

LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2014.

MARTINS, Adriano. **Monografia relativa a corrosão em concretos**. Monografia. Universidade Paulista. São Paulo 2014

MAURY, Maria Beatriz. **Produção de cimento: Impactos à saúde e ao meio ambiente**. Sustentabilidade em Debate - Brasília, v. 3, n. 1, p. 75-96, jan/jun 2012

MAYCÁ, J. K; CREMONINI, R.A; RECENA, F.A.P. **Contribuição ao estudo da argila expandida nacional como alternativa de agregado graúdo para concretos**

**leves estruturais (CLE).** Curso de especialização em construção civil – NORIE/UFRGS. Porto Alegre, 2009

MICHEVIZ, Juliana. **Análise experimental de blocos com função estrutural com agregados leves.** Disponível em [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/369/1/CT\\_EPC\\_2011\\_2\\_07.PDF](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/369/1/CT_EPC_2011_2_07.PDF) Acesso em 17 de abril de 2017.

MONTEIRO, PAULO J.M., **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais.** Editora Pini Ltda. São Paulo, 2014.

MONTEIRO, PJM; MEHTA, P. K. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**, 2010.

POLITO, G. **Corrosão em estruturas de concreto armado: causas, mecanismos, prevenção e recuperação. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais.** Belo Horizonte, 2006.

RAMASWAMY, S. D.; MURTHY, C. K.; NAGARAJ, T. S. Use of waste materials and industrial by-products in concrete construction. **Concrete technology and design: new concrete materials**, v. 1, p. 137-169, 2013.

## 9 APÊNDICES

Figura 2 e 3 – Fabricação do bloco de concreto com adição de vermiculita expandida



Fonte: Autor

Figura 4 e 5 – Fabricação do bloco de concreto com adição de vermiculita expandida.



Fonte: Autor

Figura 6 – Fabricação do bloco de concreto com adição de vermiculita expandida.



Fonte: Autor

Figura 7 – Bloco de concreto com adição de vermiculita sendo pesado.



Fonte: Autor

Figura 8 – Capeamento do bloco de concreto.



Fonte: Autor

Figura 9 – Máquina que realiza o ensaio a compressão.



Fonte: Autor



Figura 10 e 11 –Blocos de concreto sendo rompidos.



Fonte: Autor

Laudo de compressão em bloco de concreto sem adição de vermiculita expandida.



CONCRETO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

CNPJ: 15.127.584/0001-38 INSC. MUNICIPAL: 241176

Alameda 29 Qd. QJ.05 Lt. 25 Nº 605 S Cidade: PALMAS UF: TO C.E.P.: 77.016-436 Fone: 63 98469 6099

**EMPRESA SOLICITANTE:** Particular - Estudo  
**NA PESSOA DE:** Leandro Cavalcante  
**ENDEREÇO:** 906 Sul Alameda 04 Lote 02  
**OBRA:** TESTE P/ TCC

**RELATÓRIO DE ENSAIO - Ensaio de Compressão**

1/1

Laudo Nº 001/17 Data de emissão: 22/11/2017

**1. OBJETIVO DO ENSAIO**

Determinação de Resistência à Compressão Axial de blocos Concreto.

**2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA**

**Bloco:** Blocos Concreto Estruturais de 2 (dois) Furos.  
**Procedência:** Fabricados pela Pré - Moldados Goiás  
**Lote:** Não informado  
**Dimensões ( Comp x Larg x Alt ) mm:** 390 x 90 x 190  
**Resistência esperada:** 4,5 MPa

**3. LOCAL DE APLICAÇÃO**

TESTE PARA TTC 2 / SEM VERMICULITA

**4. METODOLOGIA**

Os ensaios seguiram as prescrições das normas da ABNT:  
 NBR15961 - Alvenaria Estrutural Blocos de Concreto - Parte 2 Execução e controle de obra;  
 NBR 6136:2014 - Bloco vazados de concreto simples para alvenaria.; Requisitos.

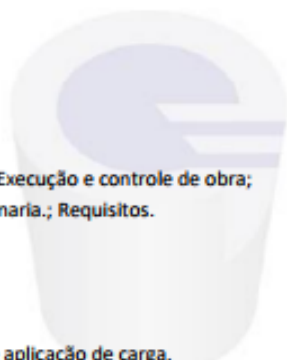
**5. DADOS DO ENSAIO**

Foram ensaiados à compressão axial:  
 08 Blocos vazados concreto estruturais.  
 Os blocos foram capeados com pasta de cimento nas faces de aplicação de carga.

Data do capeamento: 11/10/2017

Data do ensaio: 10/11/2017

Idade declarada: 30 dias





Laudo de compressão em bloco de concreto com adição de vermiculita  
expandida.



CONCRETO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

CNPJ: 15.127.584/0001-38 INSC. MUNICIPAL: 241176

Alameda 29 Qd. QI.05 Lt. 25 Nº 605 S Cidade: PALMAS UF: TO C.E.P.: 77.016-436 Fone: 63 98469 6099

---

**EMPRESA SOLICITANTE:** Particular - Estudo  
**NA PESSOA DE:** Leandro Cavalcante  
**ENDEREÇO:** 906 Sul Alameda 04 Lote 02  
**OBRA:** TESTE P/ TCC 2

---

**RELATÓRIO DE ENSAIO - Ensaio de Compressão**

---

1/1

Laudo Nº 002/17 Data de emissão: 22/11/2017

**1. OBJETIVO DO ENSAIO**

Determinação de Resistência á Compressão Axial de blocos Concreto.

**2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA**

**Bloco:** Blocos Concreto Estruturais de 2 (dois) Furos.  
**Procedência:** Fabricados pela Pré - Moldados Goiás  
**Lote:** Não informado  
**Dimensões ( Comp x Larg x Alt ) mm:** 390 x 90 x 190  
**Resistência esperada:** 4,5 MPa

**3. LOCAL DE APLICAÇÃO**

TESTE PARA TTC 2/ COM VERMICULITA

**4. METODOLOGIA**

Os ensaios seguiram as prescrições das normas da ABNT:  
NBR15961 - Alvenaria Estrutural Blocos de Concreto - Parte 2 Execução e controle de obra;  
NBR 6136:2014 - Bloco vazados de concreto simples para alvenaria.; Requisitos.

