



**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

**Antenor da Silva Cirqueira**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS  
BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL CONFECCIONADOS COM  
REJEITO DO SEIXO**

**Palmas  
2017**



**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

**Antenor da Silva Cirqueira**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS  
BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL CONFECCIONADOS COM  
REJEITO DO SEIXO**

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professora Mestre Maria Carolina de Paula Estevam D'Oliveira.

**Palmas  
2017**

**Antenor da Silva Cirqueira**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS  
BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL CONFECCIONADOS COM  
REJEITO DO SEIXO**

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professora Mestre Maria Carolina de Paula Estevam D'Oliveira.


Aprovada em \_\_\_ de 2017.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof<sup>ª</sup> Msc. Maria Carolina de Paula Estevam D'Oliveira.  
Centro Universitário Luterano de Palmas



---

Prof. Esp. Fernando Moreno Suarte Júnior  
Centro Universitário Luterano de Palmas



---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>. Ângela Ruriko Sakamoto  
Centro Universitário Luterano de Palmas

**Palmas  
2017**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bloco vazado de concreto simples	17
Figura 2 - Mísulas	19
Figura 3 - Blocos de Concreto	20
Figura 4 - Microestrutura do Concreto Convencional	24
Figura 5 - Microestrutura do Concreto Convencional	25
Figura 6 - Pó de Seixo	26
Figura 7 - Pó de Seixo	27
Figura 8 - Blocos Capeados	32
Figura 9 - Areia	38
Figura 10 - Pedrisco	39
Figura 11 - Ensaio de Resistência à compressão CP de nº 4, T2.	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões Nominais	17
Tabela 2 - Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos parte (A)	18
Tabela 3 - Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos parte (B)	18
Tabela 4 - Conjunto de peneiras das séries normal e intermediária (abertura nominal)	22
Tabela 5 - Abatimento recomendado para vários tipos de construção.	26
Tabela 6 - Tamanho da Amostra	30
Tabela 7 - Traço para blocos	31
Tabela 8 - Requisitos para resistência característica à compressão, absorção e retração.	34
Tabela 9 – Custo do Material Traço de Referência	35
Tabela 10 - Custo do Material Traço 1	35
Tabela 11 - Custo do Material do Traço 2	35
Tabela 12 - Características físicas da areia.	36
Tabela 13 - Características físicas da brita.	38
Tabela 14 - Características físicas do pó de seixo.	40
Tabela 15 - Nomenclatura dos traços	40
Tabela 16 – Informações sobre os ensaios de Resistência à compressão	41
Tabela 17 - Resultados de resistência à compressão dos traços desta pesquisa aos 7 dias.	42
Tabela 18 - Resultados de resistência à compressão de todos os traços desta pesquisa aos 14 dias.	43

Tabela 19 - Resultados de resistência à compressão de todos os traços desta pesquisa aos 28 dias.	44
Tabela 20 - Parâmetros para ensaio de absorção de água	44
Tabela 21 - Resultados do ensaio de absorção de água	44
Tabela 22 – Comparativo do custo unitário por bloco de cada traço	45
Tabela 23 – Avaliação do Custo/Resistência	46

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	iii
LISTA DE TABELAS .....	iv
RESUMO.....	viii
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 Hipótese .....	12
1.2 Objetivos .....	12
1.2.1 Objetivo Geral .....	12
1.2.2 Objetivos Específicos .....	12
1.3 Justificativa.....	12
1.4 Estrutura do Trabalho .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1 História Dos Blocos .....	15
2.2 Concreto Para Bloco .....	16
2.3 Blocos de Concreto.....	16
2.3.1 Normalização .....	16
2.3.2 Dimensões .....	17
2.3.3 Classificação.....	19
2.4 Cimento .....	20
2.5 Agregados.....	21
2.5.1 Origem.....	21
2.5.2 Dimensões .....	22
2.6 Concreto.....	22
2.6.1 Microestrutura do Concreto .....	23
2.6.2 Zona de Transição.....	24
2.6.3 Trabalhabilidade .....	25
2.7 Pó de Seixo .....	26
2.8 Influência do Pó de Seixo no concreto.....	27
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>29</b>
3.1 Classificações da pesquisa.....	29
3.2 Critérios de Amostragem.....	29
3.3 Projeto Metodológico.....	31
3.3.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	32

<b>4</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÕES .....</b>	<b>36</b>
4.1	<b>Materiais utilizados e suas propriedades.....</b>	<b>36</b>
4.1.1	<b>Cimento .....</b>	<b>36</b>
4.1.2	<b>Areia .....</b>	<b>36</b>
4.1.3	<b>Brita .....</b>	<b>38</b>
4.1.4	<b>Pó de Seixo .....</b>	<b>40</b>
4.2	<b>Ensaio de resistência à compressão.....</b>	<b>40</b>
4.3	<b>Ensaio de absorção de água .....</b>	<b>44</b>
4.4	<b>Avaliação do Custo de produção dos blocos .....</b>	<b>45</b>
4.5	<b>Avaliação do Custo/Resistência .....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>52</b>



## RESUMO

A preocupação deste estudo foi a aplicação de um material alternativo na confecção de blocos de concreto, sendo este material o pó de seixo. O presente estudo avaliou esta possibilidade de aplicação do pó de seixo, através de ensaios, sendo eles: ensaio de resistência a compressão, absorção de água, análise de custo de material para produção dos blocos e relação custo/resistência. Foram elaborados três traços para esta pesquisa, sendo um de referência elaborado com pedrisco e areia, e os outros dois traços elaborados com a substituição parcial e total do pedrisco e da areia pelo pó de seixo. Os resultados do ensaio de resistência à compressão foram bem homogêneos tendo apenas uma variação no traço de substituição total do pedrisco e da areia por pó de seixo aos 14 dias de idade, o traço com substituição parcial teve bom desempenho mecânico mostrando assim a possibilidade de utilização deste material quanto a resistência. O índice de absorção de água das amostras testadas atendeu as normas aplicadas. Os resultados de custo mostram o pó de seixo como uma alternativa que atende bem esse quesito, todos os traços com pó de seixo se mostraram com menor custo que o traço de referência feito com pedrisco e areia.

Palavras chaves: Pó de seixo, material alternativo, blocos de concreto.

## ABSTRACT

The concern of this study was the application of an alternative material in the confection of concrete blocks, this material being the pebble powder. The present study evaluated this possibility of pebble powder application through tests, such as: compression strength test, water absorption, material cost analysis for block production and cost / resistance. Three traces were elaborated for this research, being one of reference made with hail and sand, and the other two traces elaborated with the partial and total substitution of the hail and the sand by the pebble powder. The results of the compressive strength test were very homogeneous with only a variation in the trace of total replacement of the hail and sand by pebble powder at 14 days of age, the trace with partial replacement had good mechanical performance thus showing the possibility of use Resistance. The water absorption index of the samples tested met the standards applied. The cost results show the pebble powder as an alternative that meets this well, all the traces of pebble dust showed up at a lower cost than the reference traces made with hail and sand.

Keywords: Pebble powder, alternative material, concrete blocks.

## 1. INTRODUÇÃO

O bloco de concreto foi inventado pelos ingleses em 1832, ainda no formato maciço. O elemento vazado, como é produzido hoje, para diminuir o peso próprio, foi patenteado por eles em 1850. São muitos os estudos disponíveis na internet sobre a utilização de resíduos da construção civil na produção de blocos de concreto, porém, a conclusão a que se chega é que o consumo de cimento aumenta em relação ao agregado convencional, o que inviabiliza a iniciativa em termos econômicos (LIMA E SANTOS, 2015).

Ao se falar em alvenaria estrutural, o principal conceito de sua utilização está ligado à transmissão de ações de tensões de compressão. A alvenaria estrutural começou com apenas empilhamento puro e simples de unidades, e aos poucos a técnica foi sendo aperfeiçoada. É um sistema construtivo utilizado pelo homem desde o início de sua atividade; utilizado para vários fins. Inicialmente utilizado em blocos de argila, pedra na qual alguns desafiaram o tempo e podemos vê-los com monumentos e considerar seus parâmetros estruturais. (RAMALHO E CORRÊA, 2008).

Segundo Ohashi (2001) o processo de construção em alvenaria estrutural, apresenta benefícios significativos como redução dos custos e a facilidade de construção, isto se comparada ao método tradicional de estruturas em concreto e alvenarias de vedação. Fioriti (2002) afirma ainda que 15% a 50% dos consumos naturais extraídos do planeta são retirados para a construção civil e seus segmentos. O consumo de agregados para concretos e argamassas é muito alto, de aproximadamente 220 milhões toneladas/ano. Dentro desses resíduos podemos destacar o mais usual na fabricação de blocos de concreto, o pedrisco e a areia media/grossa do rio.

O presente trabalho destaca como matéria prima o rejeito do seixo, que a partir de agora será chamado de pó do seixo, como é conhecido na nossa região, tal matéria prima que é abundante nos britadores, por não passar por uma processo de classificação, é comumente utilizado na confecção de blocos de concreto para alvenaria estrutural ou vedação, resíduo este que é utilizado para redução de custos na confecção dos blocos, por se tratar de uma matéria prima gerada a partir da sobra do processo de britagem.

O objetivo deste trabalho é testar o resíduo supracitado na confecção de blocos de alvenaria estrutural de concreto e analisar a influência deste tipo de adição na

resistência à compressão dos blocos e no seu custo de produção, levando em consideração o consumo de materiais naturais extraídos da natureza, este trabalho se mostra relevante pela proposta de avaliar um material alternativo com baixo aproveitamento na construção civil.

## **1.1 Hipótese**

O pó de seixo tem melhor eficiência na resistência à compressão dos blocos de concreto estrutural do que o pedrisco comumente utilizado na confecção de blocos, e oferece o melhor custo de produção para dos blocos de concreto estrutural.

## **1.2 Objetivos**

### 1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a resistência à compressão e o custo de produção de blocos de concreto estrutural utilizando-se a adição de pó de seixo, como matéria prima alternativa.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Verificar a resistência à compressão dos blocos estrutural confeccionados com a adição do pó de seixo;
- Determinar absorção de água dos blocos;
- Avaliar o custo de fabricação dos blocos confeccionados com a adição de pó de seixo;
- Determinar a relação custo/resistência.

## **1.3 Justificativa**

A preocupação com meio ambiente visando um desenvolvimento sustentável, tem impulsionado cada vez mais o desenvolvimento de projetos e pesquisas que visam o reaproveitamento de resíduos. De acordo Pelizer, Pontieri e Moraes (2007, p. 119) "Além de criar potenciais problemas ambientais, os resíduos representam perdas

de matérias-primas e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição”

A utilização de alguns tipos de resíduos como matéria-prima na construção civil, pode vir a reduzir a quantidade de recursos naturais retirados do meio ambiente, já que resíduos não reciclados são depositados em aterros sanitários, e estes ocupam espaços cada vez mais valorizados, principalmente aqueles próximos a grandes centros urbanos. Nesses aterros, muitos desses resíduos são nocivos, e representam um sério risco ambiental, mesmo que sejam tomadas todas as medidas de segurança necessárias para não acontecer (FIORITI, 2002). Na construção civil, o reaproveitamento dos resíduos sólidos pode auxiliar a diminuir os custos e minimizar os impactos ambientais relativos ao tratamento e/ou disposição final desses resíduos, e também na redução dos impactos ambientais decorrentes da extração de matéria-prima diretamente do ambiente (LUCAS; BENATTI, 2008). Os autores ainda afirmam em seu estudo que a indústria da construção civil pode ter um papel significativo como recebedora e aplicadora de resíduos sólidos no tocante à sua disposição final e reaproveitamento.

Como a variabilidade de materiais para a produção de concreto é muito grande, é de suma importância, que se façam estudos relativos a estes materiais, para um melhor conhecimento e entendimento dos mesmos, a fim de delimitar melhor uso para os materiais de acordo com as necessidades do projeto (FERST, 2015). O bloco de concreto é uma opção cada vez mais aceitável, por aumentar a produtividade e reduzir o tempo de execução de obra, o grande impasse está na baixa qualidade dos blocos, e na escassez de materiais na região de Palmas - TO. Com isso o presente trabalho estudará a viabilidade aplicação do rejeito do pó de seixo na confecção de blocos de concreto, visando assim a sustentabilidade e aplicação de rejeito oriundo da britagem de outros agregados de maior granulometria, reduzindo custo, por se tratar de um rejeito de pouca utilização na construção civil em nosso município.

#### **1.4 Estrutura do Trabalho**

A dissertação foi dividida em três partes: uma teórica, que inclui o presente Capítulo e o Capítulo 2, outra experimental, que engloba o capítulo 3 e 4 e por último a conclusiva que engloba o Capítulo 5.

O presente Capítulo apresenta a introdução do trabalho, os objetivos da pesquisa, a justificativa e a estrutura da dissertação.

No Capítulo 2, é apresentada uma revisão da bibliografia sobre o assunto, contendo breves definições.

O Capítulo 3, apresenta o programa experimental, compreendendo a metodologia empregada para obtenção dos resultados, as variáveis de ensaio adotadas e bem como os ensaios e os métodos empregados para a obtenção dos resultados.

No Capítulo 4, são apresentados a caracterização dos materiais utilizados os resultados e feitas às análises dos resultados obtidos durante o programa experimental.

As conclusões, as considerações finais e as sugestões para pesquisas futuras são apresentadas no Capítulo 5.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 História Dos Blocos

A alvenaria é utilizada como estrutura de construções a milhares de anos, a princípio eram utilizados blocos de rocha como elementos de alvenaria, a partir do ano de 4.000 a.C. a argila passou a ser trabalhada, possibilitando assim, a produção de tijolos, devido à ausência de procedimentos de dimensionamento, estas estruturas eram demasiadamente robustas e pouco econômicas. Apesar de alguns avanços na área como a criação das estruturas de aço e concreto armado utilizando métodos de cálculos, os blocos de concreto criado por Gibbs em 1850, só foram utilizados como alvenaria estrutural por volta de 1950 (PRUDÊNCIA JR., 2002)

Em meados dos anos 60, os esforços da construção civil no Brasil direcionavam-se no sentido de buscar maior racionalidade do sistema convencional, procurando minimizar os custos e tempo de execução, nessa procura de técnicas alternativas, algumas construtoras começaram a realizar as primeiras experiências em alvenaria estrutural armado nos anos de 1966-67. (RACANICCHI, R. 2001)

Após esse período de pesquisa a preferência por bloco de concreto ainda não era significativa, mesmo assim, as vantagens econômicas e a rapidez na construção, fez com que muitas construtoras executassem obra com blocos de concreto (PRUDÊNCIO JR, 2002).

Os primeiros blocos não tinham um padrão de produção controlado, que garantisse sua qualidade. Isso somado ao uso inicial para construções populares criaram uma idéia errada de que a alvenaria estrutural é coisa de classe baixa e de qualidade inferior (R. GIUBLIN, 2016).

Ao longo do tempo, foram investidos em pesquisa para padronização dos blocos de concreto. Em 1990, a Associação Brasileira de Cimento Portland – (ABCP) veio ao público, conceitos positivos sobre os métodos de construção, ao mesmo tempo criou-se as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) relacionadas aos blocos de concreto.

## 2.2 Concreto Para Bloco

Os concretos são definidos como “plásticos” e “secos” partindo do ponto de vista em que cada tipo de concreto tem suas próprias características (FRASSON, 2000.)

O Concreto seco é utilizado para produção de blocos, pois o processo de moldagem o concreto tem que aderir aos moldes e permanecer em seu estado sem nenhum tipo de mudança nas suas características físicas, obtendo assim abatimento no tronco de cone “Slump teste” próximo a zero, como consequência do baixo teor de umidade, à necessidade da retirada do ar aprisionado, comprimindo a massa de concreto ainda dentro dos moldes (DANTAS FILHO, F.P, 2004)

## 2.3 Blocos de Concreto

O bloco de concreto foi inventado pelos ingleses em 1832, ainda no formato maciço. O elemento vazado, como é produzido hoje, para diminuir o peso próprio, foi patenteado por eles em 1850. O uso de blocos de concreto na construção civil tem alcançado um grande destaque devido à grande quantidade de vantagens que apresenta: racionalização, produtividade e qualidade aliadas ao bom desempenho tecnológico e baixos custos (ARAÚJO, 1995). O aumento da demanda por esse tipo de produto vem acompanhado às exigências em relação à qualidade e atendimento às especificações aliados a um preço compatível com o mercado. Porém, há uma carência de bibliografias sobre esse tema, o que dificulta o desenvolvimento de tecnologias e padronização de métodos pelas empresas produtoras para o atendimento a todas as especificações.

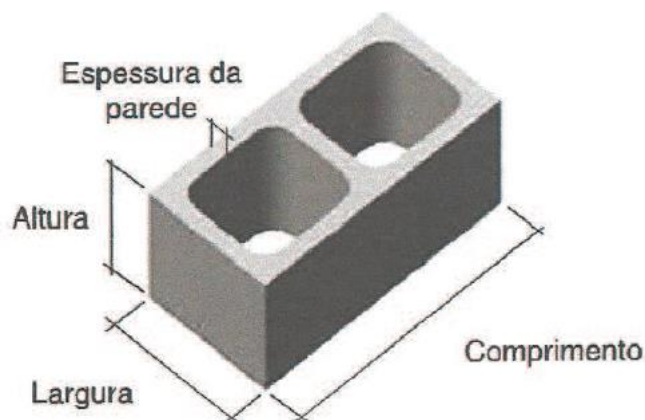
Blocos de concreto são unidades da alvenaria, constituídos basicamente de agregados e pasta de cimento. Esses materiais são prensados e moldados por máquinas vibro-prensa resultando nos blocos de concreto.

### 2.3.1 Normalização

De acordo com a NBR 6136 (ABNT, 2016), esta norma estabelece os requisitos para blocos vazados de concreto simples, destinados à execução de alvenaria com ou sem função estrutural. Sendo o bloco vazado um componente de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta, conforme figura 1.



Figura 1 - Bloco vazado de concreto simples



Fonte: NBR 6136 (ANBT,2016)

### 2.3.2 Dimensões

As dimensões reais dos blocos vazados de concreto devem corresponder às dimensões constantes na tabela 1.

Tabela 1 - Dimensões Nominais

Família		20 x 40	15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	7,5 x 40	
Medida Nominal mm	Largura	190	140		115			90		65	
	Altura	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
	Comprimento	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
		Meio	190	190	140	190	115	-	190	140	190
		2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
		1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
		Amarração "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
		Amarração "T"	-	540	440	-	365	-	-	290	-
		Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
		Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
		Canaleta inteira	390	390	290	390	240	365	390	290	-
		Meia canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-
	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 <i>J</i> devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto.										

Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2016)

A espessura mínima de qualquer parede de bloco deve atender os requisitos apresentados nas tabela 2 e 3, havendo uma tolerância de 1,0mm permitida para as dimensões das paredes.

Tabela 2 - Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos parte (A)

Classe	Largura nominal mm	Paredes longitudinais <sup>a</sup> mm	Paredes transversais	
			Paredes <sup>a</sup> mm	Espessura equivalente <sup>b</sup> 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

Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2016)

Tabela 3 - Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos parte (B)

Classe	Largura nominal mm	Paredes longitudinais <sup>a</sup> mm	Paredes transversais	
			Paredes <sup>a</sup> mm	Espessura equivalente <sup>b</sup> mm/m
C	115	18	18	135
	90	18	18	135
	65	15	15	113

<sup>a</sup> Média das medidas das paredes tomadas no ponto mais estreito.<sup>b</sup> Soma das espessuras de todas as paredes transversais aos blocos (em milímetros), dividida pelo comprimento nominal do bloco (em metros).

Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2016)

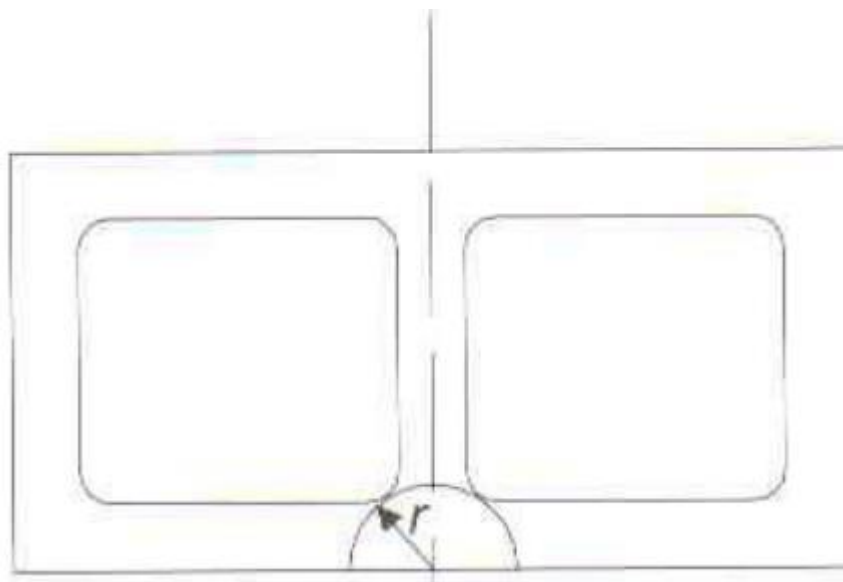
A menor dimensão do furo ( $D_{\text{furo}}$ ) para as classes A e B, atendidas as demais exigências desta norma, deve obedecer os seguintes requisitos:

- $D_{\text{furo}} \geq 70\text{mm}$  para blocos 140mm;
- $D_{\text{furo}} \geq 110\text{mm}$  para blocos 190mm.

Os blocos classe A devem ter müssulas de acomodação com raio ( $r$ ) mínimo 40mm e os blocos classes B e C devem ter müssulas com raio mínimo de 20mm, com

o centro tomado no encontro da face externa da parede longitudinal com eixo transversal do bloco, conforme figura 2.

Figura 2 - Mísulas



Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2016)

### 2.3.3 Classificação

De acordo com a NBR 6136 (ABNT, 2016), os blocos de concreto são classificados em quatro classes, descritas a seguir, definidas quanto ao seu uso:

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

As especificações quanto à resistência à compressão característica dos blocos de concreto ( $f_{bk}$ ) também diferem para cada classe:

- Classe A: resistência característica ( $f_{bk} \geq 8,0$  MPa);
- Classe B: resistência característica ( $f_{bk} \geq 4,0$  MPa);
- Classe C: resistência característica ( $f_{bk} \geq 3,0$  MPa);
- Classe D: resistência característica ( $f_{bk} \geq 2,0$  MPa)

Os blocos produzidos nesta pesquisa serão semelhantes ao da figura 3.

Figura 3 - Blocos de Concreto



Fonte: Autor, 2017.

## 2.4 Cimento

A palavra cimento deriva do latim *caementum*, que significa união. O cimento pode ser definido como um aglomerante hidráulico constituído de óxidos (cálcio, silício, ferro e alumínio) que em contato com a água tem a capacidade de endurecer. A ASTM C 150 define Cimento Portland como um aglomerante hidráulico produzido pela moagem do clínquer, que consiste essencialmente de silicatos de cálcio hidráulicos, usualmente com uma ou mais formas de sulfatos de cálcio como um produto de adição. Uma das mais antigas, ou talvez as mais antigas, evidências de uso de cimento se encontra nas pirâmides do Antigo Egito. Nesta época eles produziam uma liga formada por uma mistura de gesso calcinado. Mais adiante, os romanos e os gregos começaram a utilizar um material obtido da queima de um gesso composto de calcário e cinzas vulcânicas, e este era misturado com areia e cacos de telhas.

## 2.5 Agregados

O agregado, um dos ingredientes mais importantes na elaboração da dosagem de concreto. Sobretudo porque aproximadamente 70 a 80% do volume do concreto é composto por agregados, o que torna o custo mais baixo por unidade de volume, devido os mesmos serem de menor custo que o cimento. A atuação dos agregados é de forma decisiva em certas propriedades, entre as quais: redução de retração na pasta do cimento, aumento da resistência ao desgaste, melhoria na trabalhabilidade entre outros (NEVES, 2009).

A utilização dos agregados deve-se ao fato de que quanto maior a quantidade de agregado menos será o fator água/cimento efetivo, em outros casos, um teor maior de agregado resultaria em menor retração e menor exsudação e, portanto menor dano à aderência entre o agregado e a pasta do cimento e também seriam menores as variações térmicas devidas ao calor de hidratação do cimento. (NEVILLE, 1997).

Segundo Neville (1997), a influência do agregado na resistência do concreto não é somente devida a sua resistência mecânica, mas também e significativamente, à sua absorção e às características de aderência. A aderência entre o agregado e a pasta de cimento é um importante fator de resistência do concreto, especialmente da resistência à flexão. Um exemplo que podemos dar a cerca desse conceito é que uma superfície mais áspera como a de partículas britadas, resulta em uma melhor aderência devido ao intertravamento mecânico.

### 2.5.1 Origem

Os naturais de densidade média: são encontrados na natureza já fragmentados sob a forma particulada: areias de barranco, minas, rios e mar; seixos rolados ou pedregulhos extraídos das jazidas de rios, mar ou das jazidas de solos.

Os naturais de densidade leve: inorgânicos celulares granulados constituídos da matéria prima por fontes naturais como: pedras polmes, escórias vulcânicas ou tufo.

Os artificiais de densidade média: são aqueles que a matéria prima necessita ser triturada ou britada, ou seja, receber tratamento de alguma maneira para chegar a forma das partículas dos agregados miúdos e graúdos em condições apropriadas para utilização em concreto normal. Os mais conhecidos são formados através da moagem da britagem de rocha estáveis (NEVES, 2009).



### 2.5.2 Dimensões

Quanto a dimensões, os agregados são classificados em dois grupos, conforme estabelecidas especificações da ABNT- NBR- 7211:2009 como:

- **Agregados miúdos** – aqueles cujos os grãos passam por uma peneira com abertura de 4,8 mm e ficam retidos na peneira de 0,075 mm;
- **Agregados graúdos** – aqueles cujos grãos passam por uma peneira com abertura de 152 mm e ficam retidos na peneira 4,8mm.

De acordo com a NBR 7211:2009, as peneiras são classificadas em dois conjuntos de peneiras sucessivas, que atendem à ABNT NBR NM ISO 3310-1, com as aberturas estabelecidas na Tabela 4.

Tabela 4 - Conjunto de peneiras das séries normal e intermediária (abertura nominal)

Série normal	Série intermediária
75 mm	–
–	63 mm
–	50 mm
37,5 mm	–
–	31,5 mm
–	25 mm
19 mm	–
–	12,5 mm
9,5 mm	–
–	6,3 mm
4,75 mm	–
2,36 mm	–
1,18 mm	–
600 µm	–
300 µm	–
150 µm	–

Fonte: ABNT NBR 7211:2009

## 2.6 Concreto

Conforme descrito por Mehta; Monteiro (2014), o concreto é um dos materiais de construção mais antigos. No Egito já se empregava a argamassa de concreto na construção das estruturas das pirâmides e das sepulturas onde a mesma servia como material responsável pela junção das peças. O concreto é um material que ao longo do tempo apresenta variações significativas de suas propriedades. Variações das quais apresentam velocidades individualizadas ao longo da vida.

O concreto é basicamente um aglomerado resultante da mistura de cimento, água, agregados miúdos e graúdos (areia e rocha) e eventualmente aditivos e/ou

adições. Quando em contato com a água, o cimento forma uma pasta resistente e aderente aos agregados.

No concreto a máxima resistência é alcançada com uma pasta de cimento simples, devido ao alto custo do cimento, faz-se a junção de outros materiais, chamados de agregados, em que, para uma dada resistência e uma dada consistência, há uma distribuição granulométrica ótima (combinação de agregado miúdo/grauído) que minimiza a quantidade de pasta. Seu desempenho independe das propriedades das matérias-primas, e sim das quantidades combinadas e empregadas na sua composição e produção (ISAIA, 2011).

As características do concreto dependem do seu estado físico. No seu estado fresco, um atributo importante é a trabalhabilidade, responsável por facilitar sua aplicação. Já no estado endurecido, a durabilidade, permeabilidade e, principalmente, a resistência são suas principais características.

Atualmente existe muitas pesquisas relacionadas a inovações de formulas que contribua ao desempenho do concreto, a ABCP é uma entidade que investiu tanto nas pesquisas como na fiscalização, atribuindo aos construtores selos que garantem a qualidade e eficiência do concreto produzidos por eles.

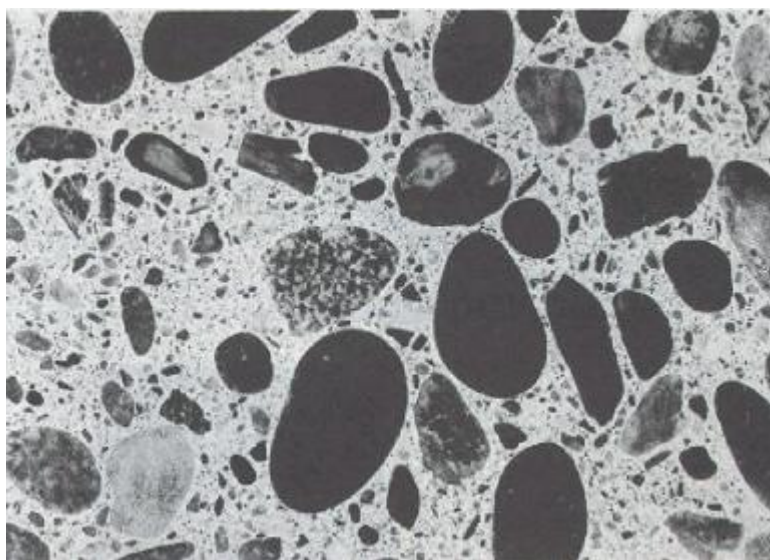
A Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP foi fundada em 1936 com o objetivo de promover estudos sobre o cimento e suas aplicações. É uma entidade sem fins lucrativos, mantida voluntariamente pela indústria brasileira do cimento, que compõe seu quadro de Associados. Reconhecida nacional e internacionalmente como centro de referência em tecnologia do cimento, a entidade tem usado sua expertise para o suporte a grandes obras da engenharia brasileira e para a transferência de tecnologia das mais diversas formas (ABCP, 2016).

### 2.6.1 Microestrutura do Concreto

A microestrutura é constituída pelo tipo, quantidade, tamanho, forma e distribuição das fases presentes em um material. No caso do concreto, este apresenta uma microestrutura complexa e heterogênea. Entretanto, o conhecimento tanto da microestrutura e das propriedades individuais dos componentes do concreto, quanto da relação entre eles serve para colaborar no controle de suas propriedades (MEHTA, 2008).

A microestrutura do concreto se divide em três fases: pasta de cimento hidratada, agregado e zona de transição; sendo a última a mais relevante para esta pesquisa. Figura 4 nos mostra a microestrutura do concreto.

Figura 4 - Microestrutura do Concreto Convencional



Fonte: MEHTA e MONTEIRO, 1994.

### 2.6.2 Zona de Transição

Segundo Rossignolo (2009), a zona de transição influencia, diretamente, as propriedades relacionadas à resistência mecânica, o módulo de deformação, o mecanismo de propagação de fissura e a permeabilidade de agentes agressivos nos concretos, demonstrando assim, a grande importância do estudo da zona de transição pasta-agregado.

A zona de transição na interface pasta-agregado é normalmente a parte mais fraca do concreto, e pode ser considerada a fase limitante da resistência mecânica do concreto. Geralmente a resistência mecânica na zona de transição é menor em relação às duas outras fases, rompendo primeiro nesta.

No concreto fresco, filmes de água são formados ao redor do agregado, aumentando o fator água/cimento nesta área. Em seguida, íons decorrentes da dissolução de componentes do cimento se combinam e formam etringita, hidróxido de cálcio e silicato de cálcio hidratado. Em consequência da maior relação água/cimento, os produtos cristalinos ao redor do agregado apresentam cristais maiores, formando uma estrutura mais porosa e mais rica em etringita e hidróxido de cálcio.



Em decorrência do apresentado que a resistência na fase de transição é menor, pois quanto mais compacta for a pasta e menos cristalinos forem os compostos de hidratação maior será a resistência mecânica do concreto. A figura 5 mostra a zona de transição do concreto.

Figura 5 - Microestrutura do Concreto Convencional



Fonte: MEHTA e MONTEIRO, 1994.

### 2.6.3 Trabalhabilidade

A trabalhabilidade do concreto incorpora características do concreto no estado fresco, como a consistência e a coesão.

A consistência do concreto está diretamente ligada a umidade da mistura, quanto maior o fator água/cimento, maior o abatimento do concreto. A coesão, por sua vez, é a medida da facilidade de acabamento e adensamento, avaliada pela capacidade de desempenamento e pela avaliação visual de resistência à segregação (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

A tabela 5, apresenta os valores recomendados de abatimento para vários tipos de construções.

Tabela 5 - Abatimento recomendado para vários tipos de construção.

Tipos de Construção	Abatimento (mm)	
	Máximo*	Mínimo
Paredes de fundações armadas e sapatas	75	25
Sapatas não armadas, caixões e paredes de vedação	75	25
Vigas e paredes armadas	100	25
Pilares de edifício	100	25
Pavimentos e lajes	75	25
Concreto massa	50	25

\*Pode ser aumentada em 25mm com o uso de métodos de consolidação que não a vibração

Fonte: Mehta; Monteiro; *apud* ACI 2011.

## 2.7 Pó de Seixo

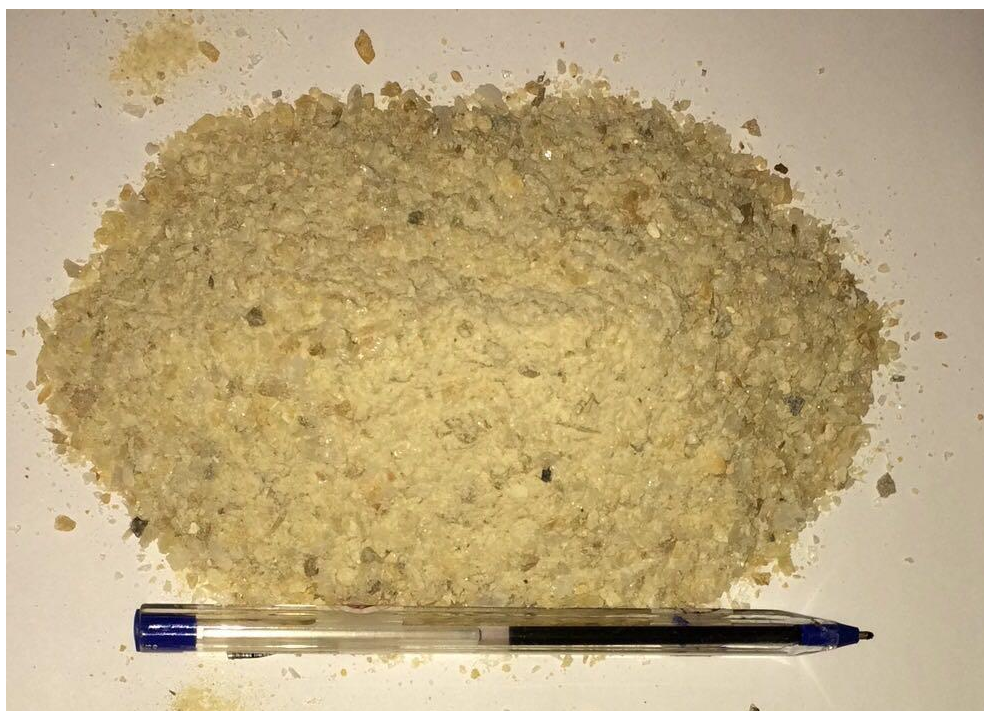
Derivado da britagem do seixo rolado o pó de seixo tem sido utilizado como matéria prima na confecção de blocos de concreto devido a dificuldades de se encontrar pó de brita ou pedrisco em determinadas regiões. As figuras 6 e 7 mostram o pó de seixo que será usado para realização desta pesquisa. O pó de seixo que será utilizado nesta pesquisa tem como rocha de origem o quartzo após passagem no processo de britagem do seixo rolado, quando observado de perto pode-se perceber os pequenos cristais em sua composição.

Figura 6 - Pó de Seixo



Fonte: Autor, 2017.

Figura 7 - Pó de Seixo



Fonte: Autor, 2017.

## 2.8 Influência do Pó de Seixo no concreto

Assim como pó de brita o pó de seixo vem sendo utilizado na produção do concreto é considerado um produto alternativo com melhor custo/benefício.

As dragas fazem um processo de dragagem nos rios, onde retiram os agregados miúdos e graúdos, os agregados graúdos são os seixos rolados com diâmetros variados, é feito uma classificação dos seixos, como seixo 0 ao seixo 2, acima deste diâmetro em norma (NBR 7211:2009), especificado de 152mm, não tem valor comercial, onde as dragas para reutilizar este material se utiliza do processo de britagem, afim de retirar o seixo britado quem tem um alto valor comercial, neste processo sobra o pó de seixo que é pouco aproveitado nas obras civis na nossa região, causando acumulo de resíduos nas dragas.

Por ser um material de baixo custo vem sendo utilizado principalmente na fabricação de artefatos de concreto, como o bloco de concreto de vedação entre outros artefatos que não passam por nenhum processo de classificação, vendido principalmente a pequenos consumidores que não fazem nenhuma exigência de qualidade a resistência do produto, apenas as características visuais.

Não existem trabalhos relatados na utilização deste material na confecção de concretos ou até mesmo em artefatos de concreto, com isso mostra-se a importância

dessa pesquisa em estudar os efeitos desta adição e compara-la a uma adição já consagrada na confecção de blocos e artefatos de concreto que é o pó de brita.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Classificações da pesquisa**

A pesquisa foi classificada como experimental exploratória, pois tem o intuito de avaliar a possibilidade de utilização de um material alternativo na produção de blocos de concreto no município de Palmas Tocantins, demonstrando assim quais as propriedades que irão melhorar ou piorar os blocos concreto produzidos com pó de seixo rolado oriundo da britagem deste material em relação aos blocos de concreto confeccionados com um traço de referência.

Quanto ao procedimento metodológico foi uma pesquisa experimental, pois utiliza-se de experimentos laboratoriais (ensaios), objetivando avaliar as variáveis de pesquisa (dependentes), para assim com estudos chegar as variáveis de resposta (independentes).

Tem caráter quantitativo e qualitativo, pois utiliza-se de resultados numéricos gerados por ensaios, para avaliação dos resultados e tratamento destes, para assim chegar ao objetivo final de quantificar a influência do material no bloco concreto. Tendo assim o intuito de utilizar os dados tratados para gerar gráficos e tabelas para o melhor entendimento dos resultados da pesquisa.

O objeto de estudo é o pó de seixo, onde este foi testado objetivando saber quais as divergências ou semelhanças das propriedades que este dará aos blocos de concreto.

Nesta pesquisa foram analisados três traços, o primeiro traço de referência, que deverá atender as exigências mínima em norma, resistência de no mínimo de 8MPA e compara os outros dois traços, para observa se atendem ou não os parâmetros mínimos estabelecidos na NBR 6136 (ABNT, 2016).

O segundo traço foi com 70% de pó de seixo e 30% de pedrisco, e o terceiro traço foi a substituição da areia media e o pedrisco por 100% do pó de seixo.

#### **3.2 Critérios de Amostragem**

Os critérios de análise dos blocos determinados pela NBR 6136 (ABNT, 2016) são resistência à compressão, absorção de água, área líquida e teor de umidade, que serão realizados conforme requisitos da NBR 12118 (ABNT, 2013).

O pó de seixo rolado foi empregado nesta análise na fabricação dos blocos cumprindo os requisitos exigidos na NBR 6136:2016, conforme descrito a seguir.

O bloco de concreto simples com função estrutural que foram analisados, possui dimensões, 14cm de largura, 19cm de altura e 39cm de comprimento, caracterizado como 15x20x40, da classe A (família – 14), com espessuras mínimas das paredes dos blocos, 25mm de paredes longitudinais e transversais, especificado conforme NBR 6136 (ABNT, 2016).

Foram fabricados dois lotes de 1000 peças de blocos, fabricados no mesmo dia e pela a mesma equipe técnica, segundo o traço especificado na tabela 7.

Obedecendo as exigências apresentada na tabela 6, foram analisados 27 (vinte e sete) blocos de cada traço, sendo 7 blocos em cada teste de idade, 7, 14 e 28 dias. E os traços foi o traço de referência, traço com 100% de substituição dos agregados pelo pó de seixo e o traço com 30% de pedrisco e 70% de pó de seixo. Tendo em vista que a quantidade de blocos produzidos em uma fábrica em Luzimangues, Porto Nacional, de pequeno porte e com produção média de 1000 blocos por lote, que serão destinados:

21 blocos – para ensaios a compressão (7, 14 e 28 dias);

3 blocos – para ensaios de absorção de água;

3 blocos – para serem utilizados caso alguma peça for danificada durante o transporte da fábrica ao laboratório.

Por se tratar de uma quantidade muito grande de corpo de prova e esperanto que chegue a resultados mais precisos com a realidade do mercado local, o sistema de cura dos blocos foram feitas de modo que mais se aproxima com a realidade da indústria onde foi produzido os blocos. Os blocos foram molhados no sistema de aspersor duas vezes ao dia, até aos 28 dias armazenados abaixo de um galpão apenas coberto.

Tabela 6 - Tamanho da Amostra

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 5 000	7 ou 9	7 ou 9	6	4	3
5 001 a 10 000	8 ou 11	8 ou 11	8	5	3
Acima da 10 000	9 ou 13	9 ou 13	10	6	3

Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2016).



### 3.3 Projeto Metodológico

Nessa parte do trabalho foi apresentado os métodos para avaliar as características dos materiais utilizados e as propriedades dos blocos concreto, produzidos com os dois materiais em foco nesta pesquisa.

A pesquisa foi realizada com base em um traço de referência que a indústria utiliza na produção comercio dos seus produtos, com fins de verificar os objetivos do trabalho. O traço de referência pode ser observado na tabela 7.

Tabela 7 - Traço para blocos

<b>Materiais</b>	<b>Consumo</b>
(Cimento Portland composto CP II Z – 32)	50 kg
Pedrisco (Agregado Graúdo)	230 L
Areia Grossa (Agregado Miúdo)	230 L
Aditivo (Sikament RM 300)	86 ml
Água	16,00 L

Fonte: Autor, 2017.

Para isso, foram elaborados três traços com base no traço de referência, onde o traço de referência (TR) e composto conforme tabela 7, o segundo traço (T1) com a substituição de 100% do pedrisco e da areia grossa por pó de seixo rolado e o terceiro traço (T2) com 30% de pedrisco e 70% de pó de seixo rolado, os demais componentes do traço com a mesma quantidade do traço de referência.

Foram caracterizados os materiais constituintes dos blocos concreto, avaliando-se, por meio de ensaios a granulometria segundo a NBR NM 248 (ABNT, 2003), a massa específica e massa unitária dos materiais segundo a NBR NM 52 (ABNT, 2002).

Os ensaios de caracterização dos materiais e propriedades físicas dos blocos de concreto foram realizados seguindo as recomendações das Normas Brasileiras (NBRs), no Laboratório de Engenharia Civil do CEULP-ULBRA (Centro Universitário Luterano de Palmas). Os blocos foram confeccionados em uma determinada fábrica em Luzimangues, o processo de fabricação foi por meio de uma máquina por vibração em seguida de compactação, onde as peças foram desmoldadas em estado mole.

Os blocos após sua fabricação foram molhados duas vezes ao dia até o terceiro dia e uma vez ao dia até ao décimo quarto dia no sistema de aspersor, para garantir uma resistência máxima aos blocos de estudo aos 28 dias.

Para ensaios dos blocos em todas as idades foram feitas capeamento das duas faces dos blocos conforme figura 8, sendo uma face a cada dia com uma massa de cimento para ficar com uma superfície plana e assim dá melhor ajuste na hora da prensagem dos blocos na prensa hidráulica e se aproxima mais com a realidade na construção civil. Em seguida todos os blocos foram pesados antes dos rompimentos conforme mostra nas tabelas de ensaios.

Figura 8 - Blocos Capeados



Fonte: Autor, 2017.

Não foi realizado a verificação da retração linear dos blocos, pois é um processo que prevê o acompanhamento do bloco desde sua fabricação até o seu endurecimento, ou seja, os blocos em estudo já terão mais de 28 dias.

### 3.3.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

#### 3.3.1.1 Parâmetros Fixos

Os parâmetros fixos são:

- Consumo de cimento;



- Relação a/c;
- Consumo de pó;
- Consumo de água.

#### 3.3.1.2 Variáveis Independentes

As variáveis independentes são:

- Pó de brita granítica;
- Pó de seixo rolado e/ou britado;

#### 3.3.1.3 Variáveis Dependentes

As variáveis dependentes são também conhecidas como variáveis de reposta.

Para o melhor entendimento, as variáveis dependentes são as propriedades dos blocos de concreto como resposta a variação do tipo de pó adicionado ao traço, tais variáveis são resistência à compressão, absorção por imersão e custo final do bloco.

### 3.3.2 ENSAIOS NO ESTADO ENDURECIDO

#### 3.3.2.1 Resistência à Compressão

Para a realização do ensaio de resistência foi determinada pela norma NBR 6136 (ABNT, 2016) que variam de acordo com as classes dos blocos, (TABELA 8). Nesta etapa verificou-se a resistência real dos blocos, que foram analisados em laboratório seguindo todos os métodos de ensaios recomendados em norma NBR 12118 (ABNT, 2013), que utilizaram os seguintes equipamentos:

- ✓ Prensa hidráulica de acordo com a ABNT NBR NM ISSO 7500-1

A prensa hidráulica deve distribuir cargas uniformes de modo constante sem impactos bruscos, e que permita a medição e a leitura de carga máxima com aproximadamente de 2%.

Tabela 8 - Requisitos para resistência característica à compressão, absorção e retração.

Classificação	Classe	Resistência característica à compressão axial <sup>a</sup> MPa	Absorção %				Retração <sup>d</sup> %
			Agregado normal <sup>b</sup>		Agregado leve <sup>c</sup>		
			Individual	Média	Individual	Média	
Com função estrutural	A	$f_{bk} \geq 8,0$	$\leq 8,0$	$\leq 6,0$	$\leq 16,0$	$\leq 13,0$	$\leq 0,065$
	B	$4,0 \leq f_{bk} < 8,0$	$\leq 10,0$	$\leq 8,0$			
Com ou sem função estrutural	C	$f_{bk} \geq 3,0$	$\leq 12,0$	$\leq 10,0$			

<sup>a</sup> Resistência característica à compressão axial obtida aos 28 dias.

<sup>b</sup> Blocos fabricados com agregado normal. (ver definição na ABNT NBR 9935).

<sup>c</sup> Blocos fabricados com agregado leve. (ver definição na ABNT NBR 9935).

<sup>d</sup> Ensaio facultativo.

Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2016)

A resistência característica à compressão do lote foi determinada a partir da equação:

$$fbk, est = 2 \left[ \frac{fb(1) + fb(2) \dots fb(i-1)}{i-1} \right] - fbi$$

Sendo

$$i = \frac{n}{2}, \text{ se for par} \qquad i = \frac{n-1}{2}, \text{ se for ímpar}$$

Onde

$fbk, est$  Resistência característica estimada da amostra, em megapascals;

$fb(1) + fb(2) \dots fbi$  Resistência à compressão individuais dos corpos de prova da amostra, ordenados crescentemente;

$n$  é igual à quantidade de blocos de amostra.

### 3.3.2.2 Absorção de Água

O ensaio da absorção de água e foram realizados seguidos no parâmetros da Tabela 8, e utilizando os seguintes equipamento:

- ✓ Balança com dispositivo para pesagem hidrostática, com resolução mínima de 10g e capacidade mínima de 20 000g;

- ✓ Estufa capaz de manter a temperatura no intervalo de  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- ✓ Termometro para verificação da temperatura da agua no tanque de imersão com resolução mínima de  $1^\circ\text{C}$ .

### 3.3.3 CALCULO DO CUSTO DO MATERIAL

O custo final dos blocos estão sendo considerado apenas o valor da materia prima que faz parte de traço de referencia, o custo dos materiais de cada traço é apresentado nas tabelas 9, 10 e 11.

Tabela 9 – Custo do Material Traço de Referência

<b>TRAÇO DE REFERENCIA</b>				
Volume	Unidade	Descrição	v. unitário	v. total
230	Litros	Pedrisco	R\$ 0,09	R\$ 21,16
230	Litros	Areia media	R\$ 0,04	R\$ 9,43
86	ml	Aditivo	R\$ 0,01	R\$ 0,86
50	kg	Cimento	R\$ 0,46	R\$ 23,00
Custo total				R\$ 54,45
Quantidade de blocos produzidos com o traço				45
Valor unitário por peça de blocos				R\$ 1,21

Fonte: Autor, 2017.

Tabela 10 - Custo do Material Traço 1

<b>TRAÇO COM 30% DE PEDRISCO E 70% COM PÓ DE SEIXO</b>				
Volume	Unidade	Descrição	v. unitário	v. total
138	Litros	Pedrisco	R\$ 0,09	R\$ 12,70
322	Litros	Pó de seixo	R\$ 0,04	R\$ 13,20
86	ml	Aditivo	R\$ 0,01	R\$ 0,86
50	Kg	Cimento	R\$ 0,46	R\$ 23,00
Custo total				R\$ 49,76
Quantidade de blocos produzidos com o traço				45
Valor unitário por peça de blocos				R\$ 1,11

Fonte: Autor, 2017.

Tabela 11 - Custo do Material do Traço 2

<b>TRAÇO COM 100% DE PÓ DE SEIXO</b>				
Volume	Unidade	Descrição	v. unitario	v. total
0	Litros	Pedrisco	R\$ 0,09	R\$ 0,00
460	Litros	Pó de seixo	R\$ 0,04	R\$ 18,86
86	ml	Aditivo	R\$ 0,01	R\$ 0,86
50	kg	Cimento	R\$ 0,46	R\$ 23,00
Custo total				R\$ 42,72
Quantidade de blocos produzidos com o traço				45
Valor unitário por peça de blocos				R\$ 0,95

Fonte: Autor, 2017.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÕES

### 4.1 Materiais utilizados e suas propriedades

Para o desenvolvimento do trabalho foram adotados materiais encontrados na região de Palmas/TO

#### 4.1.1 Cimento

Foi utilizado o cimento Portland tipo CP-II-Z-32, fabricado pela Cimentos Planalto – CIPLAN.

#### 4.1.2 Areia

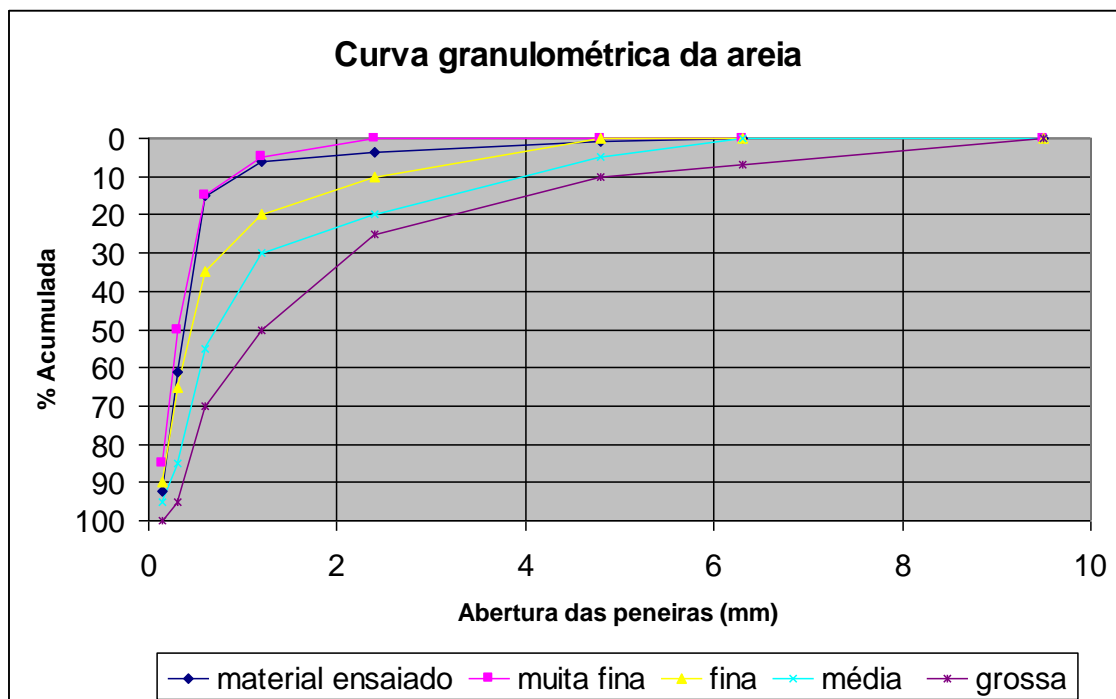
Suas características podem ser observadas na tabela 12 e sua curva granulométrica no gráfico 1. A figura 9 mostra a areia usada nesta pesquisa.

Tabela 12 - Características físicas da areia.

Características físicas da areia	
Massa específica (NBR NM 52:2009)	2680 kg/m <sup>3</sup>
Massa unitária (NBR NM 45:2006)	1670 kg/m <sup>3</sup>
Dimensão máxima característica (NBR NM 248:2003)	4,8 mm
Classificação (NBR 7211:2009)	Areia Média
Modulo de Finura (MF) (NBR NM 248:2003)	2,61

Fonte: Autor, 2017.

A caracterização da areia é de suma importância para confecção de concretos, pois sua densidade influenciará diretamente no peso do concreto, bem como seu módulo de finura influenciará na trabalhabilidade do concreto bem como no consumo de água do traço, por isso a importância de se caracterizar a areia desta pesquisa, essa importância ainda tem maior relevância quando se utiliza algum método de dosagem como o de ACI 211.1-91 (2005), onde esses dados da caracterização são utilizados para os cálculos do traço. O gráfico 1 apresenta as curvas granulométricas de diferentes tipos de areia segundo a NBR 7111 (ABNT, 2009).



**Gráfico 1:** Curva granulométrica da areia

A areia desta pesquisa se encaixa na curva média (azul), este gráfico nos ajuda a entender melhor a granulometria de nossa areia usada nesta pesquisa, e as diferenças entre os tipos areias em função a sua granulometria.

Figura 9 - Areia



Fonte: Autor, 2017.

#### 4.1.3 Brita

Suas características estão dispostas na tabela 13 e sua curva granulométrica no gráfico 2. A figura 10 mostra a brita utilizada nesta pesquisa.

Tabela 13 - Características físicas da brita.

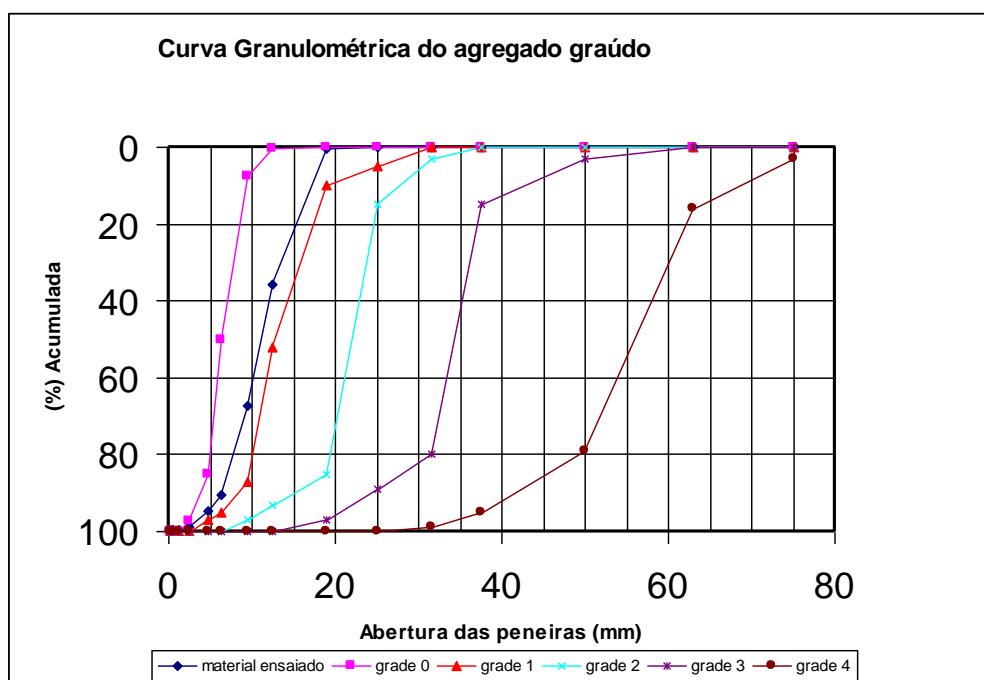
Características físicas da brita	
Massa específica (NBR NM 53:2009)	2550 kg/m <sup>3</sup>
Massa unitária (NBR NM 45:2006)	1380 kg/m <sup>3</sup>
Dimensão máxima característica (NBR NM 248:2003)	12,50mm
Classificação (NBR 7211:2009)	Brita 0 (Pedrisco)
Classificação geológica	Granítica

Fonte: Autor, 2017.

Assim como a caracterização da areia, a caracterização do agregado graúdo, neste caso o pedrisco material comumente utilizado na confecção de blocos de concreto. A densidade da rocha, sua formação geológica e granulometria influenciam diretamente na trabalhabilidade e resistência do concreto, por isso a importância de



se caracterizar o material utilizado. Conclui-se que o material enquadra de forma análoga sua visualização, ficando entre a grade 0 e 1.



**Gráfico 2:** Curva granulométrica da brita

Figura 10 - Pedrisco



Fonte: Autor, 2017.

#### 4.1.4 Pó de Seixo

Suas características estão dispostas na tabela 14. O pó de seixo não tem significativa influência na resistência do concreto, é utilizado geralmente para reduzir custos pelo seu baixo custo, sua caracterização é importante para dimensionar sua influência no concreto no estado fresco, pois quando mais fino for o pó menor será a trabalhabilidade do concreto, devida a necessidade de mais água para hidratação deste material fino, com isso consequentemente menor a resistência do concreto.

Tabela 14 - Características físicas do pó de seixo.

Características físicas do pó de seixo	
Massa específica (NBR NM 53:2009)	2648 kg/m <sup>3</sup>
Massa unitária (NBR NM 45:2006)	1567 kg/m <sup>3</sup>
Dimensão máxima característica (NBR NM 248:2003)	4,80 mm
Classificação (NBR 7211:2009)	Brita 0 (Pó de seixo)
Classificação geológica	Areia Artificial (Seixo)

Fonte: Autor, 2017.

## 4.2 Ensaios de resistência à compressão

Resistência a compressão é uma característica fundamental para utilização dos blocos de concreto, pois sem a resistência desejada ou estimada em projeto a durabilidade e a estabilidade da estrutura poderá ser comprometida. A tabela 15 nos mostra o detalhamento dos traços executados nesta pesquisa e suas respectivas nomenclaturas. Os ensaios de resistência à compressão foram realizados nas idades de 7, 14 e 28 dias.

Tabela 15 - Nomenclatura dos traços

Nomenclatura do traço	Descrição
TR – TRAÇO DE REFERÊNCIA	50% DE PEDRISCO + 50% DE AREIA GROSSA
T1 – TRAÇO 1	100% DE PÓ DE SEIXO
T2 – TRAÇO 2	70% DE PÓ DE SEIXO + 30% DE PEDRISCO

Fonte: Autor, 2017.



A tabela 16 traz a datas de moldagem e rompimento de cada traço e ainda quantidade de CP's por idade que foi moldada para os ensaios de resistência à compressão.

Tabela 16 – Informações sobre os ensaios de Resistência à compressão

<b>Traço</b>	<b>N° de CP's moldados</b>	<b>Data de Moldagem</b>	<b>Data ensaio de 7 dias</b>	<b>Data ensaio de 14 dias</b>	<b>Data ensaio de 28 dias</b>
TR	24	09/03/2017	16/03/2017	23/03/2017	07/04/2017
T1	24	09/03/2017	16/03/2017	23/03/2017	07/04/2017
T2	24	09/03/2017	16/03/2017	23/03/2017	07/04/2017

Fonte: Autor, 2017.

Os ensaios de resistência aos 7 dias dos traços TR, T1 e T2 foram apresentados abaixo na tabela 17. A tabela 17 apresenta os resultados da resistência à compressão dos traços desta pesquisa aos 7 dias bem como análise estatística dos dados dos rompimentos dos blocos de cada traço. Os resultados dispostos na tabela supracitada mostram que para o traço TR a amostragem é homogênea devido ao seu baixo coeficiente de variação 12,17%. Também na mesma tabela encontramos os resultados da resistência à compressão do T1 bem como análise estatística dos dados dos rompimentos dos blocos deste traço, os resultados expostos também para o T1 nos mostram uma amostra homogênea pelo baixo desvio padrão 0,30 MPa o menor de todos os traços para esta idade em análise e coeficiente de variação 11,38% também sendo o menor coeficiente para esta idade dos traços analisados, os resultados da resistência à compressão do T2 aos 7 dias bem como análise estatística dos dados dos rompimentos dos blocos deste traço também estão expostos nesta tabela. A figura 11 mostra o CP de número 4 no momento do seu ensaio de resistência à compressão. Dentre os resultados de 7 dias o T2 foi o que obteve maior coeficiente de variação 13,97% mesmo assim pode ser considerada também uma amostra

homogênea. Avaliando os resultados de resistência à compressão de 7 dias pode-se observar que o melhor desempenho foi do T2 com uma resistência média de 5,5 MPa, ou seja para as idades iniciais a combinação de pó de seixo e pedrisco tiveram melhor desempenho nas idades dos 7 dias.

Tabela 17 - Resultados de resistência à compressão dos traços desta pesquisa aos 7 dias.

TRAÇO	Resistência Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coefficiente de Variação (%)	FCK estimado (MPa)
TR	4,90	0,59	12,17	3,90
T1	2,70	0,30	11,38	2,2
T2	5,50	0,77	13,97	4,2

Fonte: Autor, 2017.

Figura 11 - Ensaio de Resistência à compressão CP de nº 4, T2.



Fonte: Autor, 2017.

Os ensaios de resistência aos 14 dias dos traços TR, T1 e T2 são apresentados abaixo na tabela 18. A tabela 18 apresenta os resultados da resistência à compressão do TR aos 14 dias bem como análise estatística dos dados dos rompimentos dos blocos deste traço, na resistência aos 14 dias o TR obteve dispersões ainda menores

que as dos 7 dias de idade, o que deixa claro uma homogeneidade na amostra, dando assim confiabilidade aos resultados. Para o traço T1 os resultados da resistência à compressão aos 14 dias bem como análise estatística dos dados dos rompimentos dos blocos deste traço, aos 14 dias pode-se observar uma dispersão muito maior nos resultados do T1 em relação aos CPs ensaiados aos 7 dias, com isso a amostra com um coeficiente de variação de 35,14% agora é considerada uma amostragem heterogênea, e não mais homogênea. Ainda pode-se observar uma redução no FCK estimado da amostra em relação aos resultados obtidos aos 7 dias. Para o traço T2 os resultados da resistência à compressão aos 14 dias bem como análise estatística dos dados dos rompimentos dos blocos deste traço, aos 14 dias também teve melhores resultados quando a dispersão dos resultados, seu coeficiente de variação foi menor do que o coeficiente dos CP's aos 7 dias. Também houve ganho de resistência em relação aos ensaios com 7 dias de idade. Diferente da análise aos 7 dias, aos 14 dias o traço que obteve maior resistência mecânica agora foi o TR ficando assim com 7,70 MPa o que nos faz levantar uma preocupação quanto a durabilidade e manutenção de resistência dos blocos confeccionados com pó de seixo

Tabela 18 - Resultados de resistência à compressão de todos os traços desta pesquisa aos 14 dias.

<b>TRAÇO</b>	<b>Resistência Média (MPa)</b>	<b>Desvio Padrão (MPa)</b>	<b>Coeficiente de Variação (%)</b>	<b>FCK estimado (MPa)</b>
TR	7,70	0,50	6,57	6,90
T1	3,10	1,09	35,14	1,3
T2	7,00	0,67	9,53	5,90

Fonte: Autor, 2017.

Os ensaios de resistência aos 28 dias dos traços TR, T1 e T2 são apresentados abaixo na tabela 19. Quanto ao TR assim como das idades anteriores manteve-se o crescimento da resistência à compressão bem como o pequeno desvio padrão 0,57 MPa e o baixo coeficiente de variação 6,63%, o que deixa claro que todas as amostras deste traço desde os 7 aos 28 dias foram homogêneas, não tendo grandes variações de resultado durante os ensaios desta pesquisa para este traço. Quanto ao T1, diferente do TR tivemos algumas variações ao longo dos ensaios, aos 14 dias ele teve uma queda de resistência e uma variação muito grande em seu coeficiente, levando este traço aos 14 dias ser estatisticamente considerado uma amostra heterogênea, já aos 28 dias os resultados tiveram significativas melhoras tendo baixo desvio padrão 0,58 MPa e coeficiente de variação de 16,57% o que deixa a amostra novamente

como homogênea, mas quando a resistência mecânica o T1 ficou muito abaixo que os dois traços desta pesquisa. Quanto ao T2 teve o maior crescimento de resistência registrado entre todos os traços para os 28 dias, enquanto no TR teve um aumento de 0,90 MPa dos 14 aos 28 dias o T2 teve 1,10 MPa de crescimento, tendo também o menor desvio padrão 0,38 MPa e menor coeficiente de variação registrado dentre todos os ensaios de resistência desta pesquisa de 4,78%.

Tabela 19 - Resultados de resistência à compressão de todos os traços desta pesquisa aos 28 dias.

TRAÇO	Resistência Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coeficiente de Variação (%)	FCK estimado (MPa)
TR	8,60	0,57	6,63	7,70
T1	3,5	0,58	16,57	2,5
T2	8,10	0,38	4,78	7,50

Fonte: Autor, 2017.

### 4.3 Ensaio de absorção de água

Foram submetidos a ensaios de absorção de água 03 (três) exemplares de blocos vazados de concreto simples de cada traço desta pesquisa. A tabela 20 mostra os parâmetros para este ensaio segundo a NBR 12118 (ABNT, 2013).

Tabela 20 - Parâmetros para ensaio de absorção de água

Absorção média em %	Agregado normal	Agregado leve
Classe A	≤10,0 %	≤ 13,0 %

Fonte: NBR 12118, (ABNT, 2013)

A tabela 21 mostra os resultados obtidos no ensaio de absorção de água para esta pesquisa.

Tabela 21 - Resultados do ensaio de absorção de água

Traços	Absorção média (%)
TR – TRAÇO DE REFERÊNCIA	6,50
T1 – TRAÇO 1	7,39
T2 – TRAÇO 2	9,48

Os resultados de absorção já eram esperados pois assim a porosidade dos blocos está ligada a sua resistência à compressão, logo o TR traço que obteve maior resistência à compressão obteve menor índice de absorção de água, e o T2 conseqüentemente por ter menor resistência obteve maior índice de absorção, logo conclui-se que quanto menor a resistência maior a porosidade do material, é importante ressaltar que mesmo tendo diferença nos valores de absorção todos os traços estudados atenderam a especificação da NBR 12118 (ABNT, 2013), tendo índice de absorção menor que 10%, logo todos os blocos desta pesquisa podem ser considerados de classe A de acordo com a norma supracitada.

#### 4.4 Avaliação do Custo de produção dos blocos

A tabela 22 mostra o custo dos materiais dos traços confeccionados nesta pesquisa, observa-se que diferentes dos resultados de resistência à compressão, a diferença do custo em função a incorporação do pó de seixo foi moderada entre os três traços. Pode observar que o T1 ficou R\$ 0,26 centavos mais baratos que o TR, já o traço T2 ficou R\$ 0,10 centavo mais barato que o TR. Esta avaliação foi feita apenas com o custo dos materiais utilizados na confecção dos blocos desta pesquisa.

Tabela 22 – Comparativo do custo unitário por bloco de cada traço

Traço	Valor Unitário (R\$)
TR	1,21
T1	0,95
T2	1,11

Fonte: Autor, 2017.

#### 4.5 Avaliação do Custo/Resistência

A tabela 23 apresenta a relação entre o custo dos materiais dos traços confeccionados nesta pesquisa sobre a resistência alcançada por cada traço aos 28 dias. O que podemos observar com essa relação é que mesmo o traço TR tendo a maior resistência, o seu custo de material no final mais caro que o T2, e quando fazemos a relação entre as duas coisas custo/resistência o T2 fica com o coeficiente menor pois seu custo de material foi menor que os dos demais traços desta pesquisa. Com isso acredita-se que seja possível reproduzir comercialmente o traço T2 pois ele teve resistência mecânica satisfatória e custo reduzido em relação ao TR que é nosso traço de referência desta pesquisa.

Tabela 23 – Avaliação do Custo/Resistência

Traço	Valor Unitário (R\$)	Resistência Média aos 28 dias (MPa)	Relação Custo/Resistência
TR	1,21	8,60	0,140
T1	0,95	3,5	0,270
T2	1,11	8,10	0,137

Fonte: Autor, 2017.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para o bom entendimento da proposta desta pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica específica sobre o tema e uma série de ensaios sobre os agregados e sobre os concretos produzidos para confecção dos blocos desta pesquisa. Foram analisadas de forma teórica e científica várias propriedades dos agregados e propriedades do concreto nos blocos produzidos.

Quanto aos materiais utilizados todos atendem os padrões normativos para aplicação em concretos e fabricação de blocos, os ensaios de caracterização são de suma importância para a produção de blocos de qualidade.

Quanto ao comportamento mecânico dos blocos, a confecção de blocos com pó de seixo se mostrou viável apenas na substituição parcial da matéria prima comumente usada na confecção de blocos, na substituição total do pedrisco e da areia por pó de seixo observa-se que a resistência mecânica do bloco diminui consideravelmente, inviabilizando assim a aplicação deste material para blocos estruturais de resistências superiores a 3,5 MPa, diferente da substituição total a substituição parcial do pedrisco e da areia por pó de seixo se mostrou viável pois a queda de resistência foi muito pequena, e os resultados dos blocos com essa substituição parcial se mostraram constantes em todas as idades ensaiadas.

Quanto ao ensaio de absorção como o esperado os traços de maior resistência absorveram uma quantidade menor de água, mostrando que a resistência à compressão está intimamente ligada a porosidade do material, pode-se observar que a utilização de pó de seixo aumentou a porosidade dos blocos, porém o fato de aumentar a porosidade não inviabiliza a aplicação do pó de seixo em traços de blocos de concreto pois nos traços estudados nesta pesquisa os índices de absorção

atenderam a norma referente a este ensaio, onde os blocos estudados se enquadraram na classe A.

Quanto ao custo de material os blocos com pó de seixo se mostraram mais eficientes que os confeccionados com o traço convencional de pedrisco, isso nos mostra que para quem sabe blocos de vedação e estruturais de baixa resistência os blocos com pó de seixo seriam uma excelente alternativa, pois no T1 tivemos uma economia de R\$ 0,26 por bloco, pensando isso em centenas de milhares de bloco, teríamos uma economia considerável na produção de blocos em larga escala. Quanto a relação custo/resistência o traço T2 nos mostra a possibilidade de diminuir o custo e manter a boa resistência mecânica podendo assim fazer blocos com mais de 8 MPa resistência que custariam R\$ 0,10 a menos por unidade que os blocos feitos com pedrisco e areia.

Diante do exposto coloca-se algumas sugestões para trabalhos futuro:

- Utilização de pó de seixo para blocos de vedação;
- Trabalhar outras porcentagens de substituição como 5, 10, 20 e 25% do pedrisco e da areia por pó de seixo;
- Avaliação da durabilidade dos blocos produzidos com pó de seixo.

## REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 12118 – Bloco: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Método de Ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 6136 – Bloco: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 7211 – Agregados: Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: **informação e documento trabalhos acadêmicos** - apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ARAÚJO, H.N. **Intervenção em obra para implantação do processo construtivo em alvenaria estrutural**: um estudo de caso. Florianópolis, UFSC, 1995, 117p, Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. Editora LTC, 5º ed., Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, **ABCP, 2016**. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/cms/quem-somos/apresentacao/associacao-brasileira-de-cimento-portland>>. Acessado em: 20/10/2016 às 10:40.

BACARJI, E.; TOLEDO FILHO, R. D. **Concretos auto adensáveis com incorporação de resíduos de britagem de rochas: desempenho no estado fresco**. 3º Congresso Ibéroamericano sobre betão auto-compactável, p.161-170, Madrid, 2012.



FERST, Jeydson Luckyann. **ESTUDO COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES DO CONCRETO NO ESTADO FRESCO E ENDURECIDO, UTILIZANDO-SE DE DUAS JAZIDAS DA CIDADE DE PALMAS - TO.** 2015. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2015. CD-ROM

Giublin, C. R., **Breve histórico do bloco de concreto**, disponível em <http://iacblocosepisos.com.br/blocos/> > Acessado em: 30/09/2016 às 20:40.

ISAIA, G. C. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações.** IBRACON, v. 01, 792 p, 2005.

LIMA, Thais Michelly de Moraes; SANTOS, Juzélia. Blocos de Concreto Produzidos com Resíduos da Construção Civil Utilizando Pigmento a Base de Óxido de Ferro Sintético. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 57. 2015, Bonito. **Anais...**. Bonito: Ibracon, 2015. p. 1 - 15.

LUCAS, Denis; BENATTI, Cláudia Telles. UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS PARA A PRODUÇÃO DE ARTEFATOS CIMENTÍCIOS E ARGILOSOS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 1, n. 3, p.405-418, set. 2008. Trimestral. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjKt5ayxODTAhUCk5AKHXFoA7oQFggoMAE&url=http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/download/850/663&usg=AFQjCNEJdYdduM1Zs5wxFhxpSonTNlpxyg&sig2=U\\_OWtZNMJcAVFF4pJ6FIpg](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjKt5ayxODTAhUCk5AKHXFoA7oQFggoMAE&url=http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/download/850/663&usg=AFQjCNEJdYdduM1Zs5wxFhxpSonTNlpxyg&sig2=U_OWtZNMJcAVFF4pJ6FIpg)>. Acesso em: 08 maio 2017.

NEVES, Idercio França Das. Materiais de construção: **Estudo de dosagem racional de concreto estrutural comum.** Pontifícia universidade católica do Paraná – Curitiba-PR. 2009.

NEVILLE, Adam M. **Propriedades do Concreto.** Pini, 1997.

MENOSSE, R. T. **Utilização do pó de pedra basáltica em substituição a areia natural do concreto**. 2004. 110 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Paulista, Ilha Solteira, SP. 2004.

MEHTA, Kumar P., MONTEIRO, PAULO J.M. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**. Editora Pini Ltda, 1ª Edição. São Paulo, 2014.

PETRUCCI. E. G. R. **Concreto de cimento Portland**. Editora Globo, 13º ed. São Paulo, SP, 1998.

PIMENTA, D. S. **Produção de concreto convencional com a utilização de pó de brita**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, 2012.

FIORITI, C. F. **Avaliação de compósitos de concreto com resíduo de borracha na produção de blocos para alvenaria**. Ilha solteira, 2002. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

OHASHI, E. A. M. **Sistemas de informação para coordenação de projetos de alvenaria estrutural**. São Paulo, 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

PRUDÊNCIO JÚNIOR, L. R., OLIVEIRA, AL., BEDIN, C. C. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. 1ª ed. Grupo de Tecnologias em Materiais e Componentes à Base de Bloco de Cimento Portland. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PELIZER, Lúcia Helena; PONTIERI, Márcia Helena; MORAES, Iracema de Oliveira. UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRO-INDUSTRIAIS EM PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS COMO PERSPECTIVA DE REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL. **Journal Of Technology Management & Innovation © Jotmi Research Group**, Santiago, v. 2, n. 1, p.118-127, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/384>>. Acesso em: 08 maio 2017.

RACANICCHI, R. (2001). **Automatização gráfica e de procedimentos básicos para projetos de edifícios de alvenaria estrutural de blocos. Ilha Solteira.** 176p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual paulista.

RAMALHO, M. A. CORRÊA, M. R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural.** 1ed. São Paulo: PINI, 2008

## ANEXOS



## LABORATÓRIO DE CONCRETO

CNPJ: 18.121.134.0001-26 INSC. EST.15.409.678-4  
308 SUL, ALAMEDA 07, LOTE 28, PALMAS-TO, FONE-63 8400-5073

## RELATÓRIO DE ENSAIO – ENSAIO DE COMPRESSÃO

1/1 Laudo Nº 01/17 Data de Emissão 17/03/2017

EMPRESA SOLICITANTE: ANTENOR DA SILVA CIRQUEIRA

NA PESSOA DE: A MESMA

OBJETO DE ENSAIO: BLOCOS DE CONCRETO TRAÇO REFERÊNCIA I

OBJETIVO: ENSAIOS PARA PESQUISA DE TCC-II

## 1. OBJETIVO DO ENSAIO

Determinação de Resistência à Compressão Axial de Blocos de Concreto

## 2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Blocos: Blocos de Concreto Estruturais Procedência: N/I

Lote: não informado

Dimensões (Comp x Larg x Alt) mm: 390 x 140 x 190

Classe: "A"

## 3. METODOLOGIA

- Os ensaios seguiram as prescrições das normas da ABNT:

NRB 15961 – Alvenaria Estrutural Blocos de Concreto – Parte 2 Execução e controle de Obra;

NBR 6136: 2014 – Blocos vazados de Concreto simples para alvenaria; requisitos.

## 4. DADOS DO ENSAIO

Foram ensaiados à compressão axial:

DATA FABRICAÇÃO: 09/03/2017

07 Blocos vazados de concreto estrutural.

FCk ESPERADO – N/I

Os blocos foram capeados com pasta de cimento nas faces de aplicação de carga.

Data do capeamento: 15/03/2017 Data do Ensaio: 16/03/2017

Idade: 07 dias

## Quadro 1 – Resultados de Resistência à Compressão Axial

C.P	Data fab.	Dias	DIMENSÕES MÉDIAS (mm)			FOTO DO ENSAIO DO CORPO DE PROVA	Peso (Kg)	Área (mm <sup>2</sup> )	Força Ruptura (N)	Tensão de Rupt. (Mpa)
			Largura (L)	Comp.(C)	Altura (H)					
1	09/mar	7	140	390	190		12,070	54600	241500	4,4
2	09/mar	7	140	390	190		12,515	54600	263600	4,8
3	09/mar	7	140	390	190		12,835	54600	311700	5,7
4	09/mar	7	140	390	190		12,345	54600	300800	5,5
5	09/mar	7	140	390	190		12,440	54600	250200	4,6
6	09/mar	7	140	390	190		12,300	54600	226900	4,1
7	09/mar	7	140	390	190		12,575	54600	290900	5,3
Valor Médio (Mpa)										4,9
Desvio Padrão (Mpa)										0,59
Coeficiente de Variação (%)										12,17
FCk estimado (Mpa)										3,9

Requisitos para resistência à compressão (fb<sub>k</sub>) Mpa, NBR 6136: Classes (A≥6) = (B≥4,0) = (C≥3,0) = D≥2,0)

## 5.COMENTÁRIOS ADVERSOS

Os referidos blocos são exclusivo para estudo de pesquisa de trabalho de conclusão de curso (TCC II)

Prensa Classe 1 RL-Equipamentos  
1MN, elétrica, com indicador digital.  
Data calibração: 16/08/2016

*Jobão Paulo Vasconcelos Ferreira*  
Jobão Paulo Vasconcelos Ferreira  
CREA 205183 D-TO


**LABORATÓRIO DE CONCRETO**

CNPJ: 18.121.134.0001-26 INSC. EST. 15.409.678-4

308 SUL, ALAMEDA 07, LOTE 28, PALMAS-TO, FONE-63 8400-3073

**RELATÓRIO DE ENSAIO – ENSAIO DE COMPRESSÃO**

1/1 Laudo Nº 01/17 Data de Emissão 17/03/2017  
 EMPRESA SOLICITANTE: ANTONOR DA SILVA CIRQUEIRA  
 NA PESSOA DE: A MESMA  
 OBJETO DE ENSAIO: BLOCOS DE CONCRETO COMPOSTO COM 30% DE PEDRISCO E 70% DE PÓ DE SEIXO  
 OBJETIVO: ENSAIOS PARA PESQUISA DE TCC-II

**1. OBJETIVO DO ENSAIO**

Determinação de Resistência à Compressão Axial de Blocos de Concreto

**2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA**

Bloco: Blocos de Concreto Estruturais Procedência: N/I Lote: não informado  
 Dimensões (Comp x Larg x Alt) mm: 390 x 140 x 190 Classe: "A"

**3. METODOLOGIA**

- Os ensaios seguiram as prescrições das normas da ABNT:

NRB 15961 – Alvenaria Estrutural Blocos de Concreto – Parte 2 Execução e controle de Obra;

NBR 6136: 2014 – Blocos vazados de Concreto simples para alvenaria; requisitos.

**4. DADOS DO ENSAIO**

Foram ensaiados à compressão axial:

DATA FABRICAÇÃO: 09/03/2017

07 Blocos vazados de concreto estrutural.

FCk ESPERADO – N/I

Os blocos foram capeados com pasta de cimento nas faces de aplicação de carga.

Data do capeamento: 15/03/2017 Data do Ensaio: 16/03/2017

Idade: 07 dias

**Quadro 1 – Resultados de Resistência à Compressão Axial**

C.P	Data fab.	Dias	DIMENSÕES MÉDIAS (mm)			FOTO DO ENSAIO DO CORPO DE PROVA	Peso (kg)	Área (mm <sup>2</sup> )	Força Ruptura (N)	Tensão de Rupt. (Mpa)
			Largura (L)	Comp. (C)	Altura (H)					
1	09/mar	7	140	390	190		12,165	54600	250500	4,6
2	09/mar	7	140	390	190		12,690	54600	271700	5,0
3	09/mar	7	140	390	190		11,830	54600	250300	4,6
4	09/mar	7	140	390	190		12,390	54600	335900	6,1
5	09/mar	7	140	390	190		12,200	54600	341700	6,2
6	09/mar	7	140	390	190		12,420	54600	331800	6,0
7	09/mar	7	140	390	190		12,255	54600	344000	6,3
Valor Médio (Mpa)									5,5	
Desvio Padrão (Mpa)									0,77	
Coeficiente de Variação (%)									13,97	
FCk estimado (Mpa)									4,2	

 Requisitos para resistência à compressão ( $f_{b1}$ ) Mpa, NBR 6136: Classes (A $\geq$ 6) = (B $\geq$ 4,0) = (C $\geq$ 3,0) = D $\geq$ 2,0)

**5. COMENTÁRIOS ADVERSOS**

Os referidos blocos são exclusivo para estudo de pesquisa de trabalho de conclusão de curso (TCC II)

Prensa Classe 1 RL-Equipamentos  
 1MN, elétrica, com indicador digital.  
 Data calibração: 16/08/2016

*Julio Paulo Vasconcelos Ferreira*  
 CREA 209163 D-TO


**LABORATÓRIO DE CONCRETO**

 CNPJ: 18.121.134.0001-26 INSC. EST. 15.409.678-4  
 308 SUL, ALAMEDA 07, LOTE 28, PALMAS-TO, FONE 63 8400-5075

**RELATÓRIO DE ENSAIO – ENSAIO DE COMPRESSÃO**

1/1 Laudo Nº 01/17 Data de Emissão 17/03/2017

EMPRESA SOLICITANTE: ANTENOR DA SILVA CIRQUEIRA

NA PESSOA DE: A MESMA

OBJETO DE ENSAIO: BLOCOS DE CONCRETO COMPOSTO COM 100% DE PÓ DE SEIXO

OBJETIVO: ENSAIOS PARA PESQUISA DE TCC-II

**1. OBJETIVO DO ENSAIO**

Determinação de Resistência à Compressão Axial de Blocos de Concreto

**2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA**

Bloco: Blocos de Concreto Estruturais Procedência: N/I

Lote: não informado

Dimensões (Comp x Larg x Alt) mm: 390 x 140 x 190

Classe: "A"

**3. METODOLOGIA**

- Os ensaios seguiram as prescrições das normas da ABNT:

NRB 15961 – Alvenaria Estrutural Blocos de Concreto – Parte 2 Execução e controle de Obra;

NBR 6136: 2014 – Blocos vazados de Concreto simples para alvenaria; requisitos.

**4. DADOS DO ENSAIO**

Foram ensaiados à compressão axial:

DATA FABRICAÇÃO: 09/03/2017

07 Blocos vazados de concreto estrutural.

Fck ESPERADO – N/I

Os blocos foram capeados com pasta de cimento nas faces de aplicação de carga.

Data do capeamento: 15/03/2017 Data do Ensaio: 16/03/2017

Idade: 07 dias

**Quadro 1 – Resultados de Resistência à Compressão Axial**

C.P	Data fab.	Dias	DIMENSÕES MÉDIAS (mm)			FOTO DO ENSAIO DO CORPO DE PROVA	Peso (Kg)	Área (mm <sup>2</sup> )	Força Ruptura (N)	Tensão de Rupt. (Mpa)
			Largura (L)	Comp.(C)	Altura (H)					
1	09/mar	7	140	390	190		11,110	54600	156500	2,9
2	09/mar	7	140	390	190		10,690	54600	132400	2,4
3	09/mar	7	140	390	190		10,840	54600	141900	2,6
4	09/mar	7	140	390	190		11,040	54600	145000	2,7
5	09/mar	7	140	390	190		11,085	54600	173000	3,2
6	09/mar	7	140	390	190		11,070	54600	144400	2,6
7	09/mar	7	140	390	190		10,705	54600	129900	2,3
Valor Médio (Mpa)									2,7	
Desvio Padrão (Mpa)									0,30	
Coeficiente de Variação (%)									11,36	
Fck estimado (Mpa)									2,2	

Requisitos para resistência à compressão (fbk) Mpa, NBR 6136: Classes (A≥6) = (B≥4,0) = (C≥3,0) = D≥2,0)

**5. COMENTÁRIOS ADVERSOS**

Os referidos blocos são exclusivo para estudo de pesquisa de trabalho de conclusão de curso (TCC II)

 Prensa Classe 1 RL-Equipamentos  
 1MN, elétrica, com indicador digital.  
 Data calibração: 16/08/2016

  
 João Paulo Vasconcelos Ferreira  
 CREA 205163 D-TO





### LABORATÓRIO DE CONCRETO

CNPJ: 18.121.134.0001-26 INSC. EST.15.409.678-4

308 SUL, ALAMEDA 07, LOTE 28, PALMAS-TO, FONE-63 8400-3073

### RELATÓRIO DE ENSAIO – ENSAIO DE COMPRESSÃO

1/1 Laudo Nº 07/17 Data de Emissão 24/03/2017

EMPRESA SOLICITANTE: ANTENOR DA SILVA CIRQUEIRA

NA PESSOA DE: A MESMA

OBJETO DE ENSAIO: BLOCOS DE CONCRETO TRAÇO REFERÊNCIA I

OBJETIVO: ENSAIOS PARA PESQUISA DE TCC-II

#### 1. OBJETIVO DO ENSAIO

Determinação de Resistência à Compressão Axial de Blocos de Concreto

#### 2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Bloco: Blocos de Concreto Estruturais Procedência: N/I

Lote: não informado

Dimensões (Comp x Larg x Alt) mm: 390 x 140 x 190

Classe: "A"

#### 3. METODOLOGIA

- Os ensaios seguiram as prescrições das normas da ABNT:

NRB 15961 – Alvenaria Estrutural Blocos de Concreto – Parte 2 Execução e controle de Obra;

NBR 6136: 2016 – Blocos vazados de Concreto simples para alvenaria; requisitos.

#### 4. DADOS DO ENSAIO

Foram ensaiados à compressão axial:

DATA FABRICAÇÃO: 09/03/2017

07 Blocos vazados de concreto estrutural.

Fck ESPERADO – N/I

Os blocos foram capeados com pasta de cimento nas faces de aplicação de carga.

Data do capeamento: 21/03/2017 Data do Ensaio: 23/03/2017

Idade: 14 dias

Quadro 1 – Resultados de Resistência à Compressão Axial

C.P	Data fab.	Dias	DIMENSÕES MÉDIAS (mm)			FOTO DO ENSAIO DO CORPO DE PROVA	Peso (Kg)	Área (mm <sup>2</sup> )	Força Ruptura (N)	Tensão de Rupt.(Mpa)
			Largura (L)	Comp.(C)	Altura (H)					
1	09/mar	14	140	390	190		12,385	54600	397800	7,2
2	09/mar	14	140	390	190		12,445	54600	412100	7,5
3	09/mar	14	140	390	190		12,200	54600	401200	7,3
4	09/mar	14	140	390	190		12,225	54600	450100	8,2
5	09/mar	14	140	390	190		12,380	54600	398800	7,3
6	09/mar	14	140	390	190		12,105	54600	465100	8,5
7	09/mar	14	140	390	190		12,280	54600	431800	7,9
Valor Médio (Mpa)										7,7
Desvio Padrão (Mpa)										0,50
Coeficiente de Variação (%)										6,57
Fck estimado (Mpa)										6,9

Requisitos para resistência à compressão ( $f_{b_k}$ ) Mpa, NBR 6136: Classes (A≥6) = (B≥4,0) = (C≥3,0) = D≥2,0)

#### 5.COMENTÁRIOS ADVERSOS

Os referidos blocos são exclusivos para estudo de pesquisa de trabalho de conclusão de curso (TCC II).

Prensa Classe 1 RL-Equipamentos  
1MN, elétrica, com indicador digital.  
Data calibração: 16/08/2016

João Humberto R. Azeite  
CREA - 30847 D-TO



### LABORATÓRIO DE CONCRETO

CNPJ: 18.121.134.0001-26 INSC. EST.15.409.678-4

308 SUL, ALAMEDA 07, LOTE 28, PALMAS-TO, FONE-63 8400-3073

### RELATÓRIO DE ENSAIO – ENSAIO DE COMPRESSÃO

1/1 Laudo Nº 05/17 Data de Emissão 24/03/2017

EMPRESA SOLICITANTE: ANTENOR DA SILVA CIRQUEIRA

NA PESSOA DE: A MESMA

OBJETO DE ENSAIO: BLOCOS DE CONCRETO COMPOSTO COM 30% DE PEDRISCO E 70% DE PÓ DE SEIXO

OBJETIVO: ENSAIOS PARA PESQUISA DE TCC-II

#### 1. OBJETIVO DO ENSAIO

Determinação de Resistência à Compressão Axial de Blocos de Concreto

#### 2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Bloco: Blocos de Concreto Estruturais Procedência: N/I

Lote: não informado

Dimensões (Comp x Larg x Alt) mm: 390 x 140 x 190

Classe: "A"

#### 3. METODOLOGIA

- Os ensaios seguiram as prescrições das normas da ABNT:

NRB 15961 – Alvenaria Estrutural Blocos de Concreto – Parte 2 Execução e controle de Obra;

NBR 6136: 2016 – Blocos vazados de Concreto simples para alvenaria; requisitos.

#### 4. DADOS DO ENSAIO

Foram ensaiados à compressão axial:

DATA FABRICAÇÃO: 09/03/2017

07 Blocos vazados de concreto estrutural.

FCk ESPERADO – N/I

Os blocos foram capeados com pasta de cimento nas faces de aplicação de carga.

Data do capeamento: 21/03/2017 Data do Ensaio: 23/03/2017

Idade: 14 dias

Quadro 1 – Resultados de Resistência à Compressão Axial

C.P	Data fab.	Dias	DIMENSÕES MÉDIAS (mm)			FOTO DO ENSAIO DO CORPO DE PROVA	Peso (Kg)	Área (mm²)	Força Ruptura (N)	Tensão de Rupt. (Mpa)
			Largura (L)	Comp.(C)	Altura (H)					
1	09/mar	14	140	390	190		12,740	54600	399200	7,3
2	09/mar	14	140	390	190		12,240	54600	358400	6,6
3	09/mar	14	140	390	190		12,230	54600	350300	6,4
4	09/mar	14	140	390	190		12,510	54600	401900	7,4
5	09/mar	14	140	390	190		12,180	54600	346000	6,3
6	09/mar	14	140	390	190		12,850	54600	445100	8,2
7	09/mar	14	140	390	190		12,535	54600	381900	7,0
Valor Médio (Mpa)										7,0
Desvio Padrão (Mpa)										0,67
Coeficiente de Variação (%)										9,53
FCk estimado (Mpa)										5,9

Requisitos para resistência à compressão ( $f_{b_k}$ ) Mpa, NBR 6136: Classes (A<sub>26</sub>) = (B<sub>24,0</sub>) = (C<sub>23,0</sub>) = D<sub>22,0</sub>)

#### 5.COMENTÁRIOS ADVERSOS

Os referidos blocos são exclusivos para estudo de pesquisa de trabalho de conclusão de curso (TCC II)

Prensa Classe 1 RL-Equipamentos  
1MN, elétrica, com indicador digital.  
Data calibração: 16/08/2016

Jose Humberto R. Nóbis  
CMAA - 308247 D-TO




**LABORATÓRIO DE CONCRETO**

 CNPJ: 18.121.134.0001-26 INSC. EST. 15.409.678-4  
 308 SUL, ALAMEDA 07, LOTE 28, PALMAS-TO, FONE-63 8400-5075

**RELATÓRIO DE ENSAIO – ENSAIO DE COMPRESSÃO**

1/1 Laudo Nº 06/17 Data de Emissão 24/03/2017

EMPRESA SOLICITANTE: ANTENOR DA SILVA CIRQUEIRA

NA PESSOA DE: A MESMA

OBJETO DE ENSAIO: BLOCOS DE CONCRETO COMPOSTO COM 100% DE PÓ DE SEIXO

OBJETIVO: ENSAIOS PARA PESQUISA DE TCC-II

**1. OBJETIVO DO ENSAIO**

Determinação de Resistência à Compressão Axial de Blocos de Concreto

**2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA**

Bloco: Blocos de Concreto Estruturais Procedência: N/I

Lote: não informado

Dimensões (Comp x Larg x Alt) mm: 390 x 140 x 190

Classe: "A"

**3. METODOLOGIA**

- Os ensaios seguiram as prescrições das normas da ABNT:

NRB 15961 – Alvenaria Estrutural Blocos de Concreto – Parte 2 Execução e controle de Obra;

NBR 6136: 2016 – Blocos vazados de Concreto simples para alvenaria; requisitos.

**4. DADOS DO ENSAIO**

Foram ensaiados à compressão axial:

DATA FABRICAÇÃO: 09/03/2017

07 Blocos vazados de concreto estrutural.


 FC<sub>k</sub> ESPERADO – N/I

Os blocos foram capeados com pasta de cimento nas faces de aplicação de carga.

Data do capeamento: 21/03/2017 Data do Ensaio: 23/03/2017

Idade: 14 dias

**Quadro 1 – Resultados de Resistência à Compressão Axial**

C.P	Data fab.	Dias	DIMENSÕES MÉDIAS (mm)			FOTO DO ENSAIO DO CORPO DE PROVA	Peso (Kg)	Área (mm <sup>2</sup> )	Força Ruptura (N)	Tensão de Rupt. (Mpa)
			Largura (L)	Comp. (C)	Altura (H)					
1	09/mar	14	140	390	190		11,055	54600	153600	2,8
2	09/mar	14	140	390	190		10,795	54600	133000	2,4
3	09/mar	14	140	390	190		10,845	54600	159300	2,9
4	09/mar	14	140	390	190		11,950	54600	277900	5,1
5	09/mar	14	140	390	190		11,590	54600	138400	2,5
6	09/mar	14	140	390	190		11,450	54600	223200	4,1
7	09/mar	14	140	390	190		10,730	54600	106700	2,0
Valor Médio (Mpa)									3,1	
Desvio Padrão (Mpa)									1,09	
Coeficiente de Variação (%)									35,14	
Fck estimado (Mpa)									1,3	

 Requisitos para resistência à compressão (f<sub>bk</sub>) Mpa, NBR 6136: Classes (A≥6) = (B≥4,0) = (C≥3,0) = (D≥2,0)

**5. COMENTÁRIOS ADVERSOS**

Os referidos blocos são exclusivos para estudo de pesquisa de trabalho de conclusão de curso (TCC II).

 Prensa Classe 1 RL-Equipamentos  
 1MN, elétrica, com indicador digital.  
 Data calibração: 16/08/2016

  
 José Humberto R. Nóbis  
 CNBR - 34014/0-TO


**LABORATÓRIO DE CONCRETO**

CNPJ: 18.121.134.0001-26 INSC. EST.15.409.678-4

308 SUL, ALAMEDA 07, LOTE 28, PALMAS-TO, FONE-63 8400-5073

**RELATÓRIO DE ENSAIO – ENSAIO DE COMPRESSÃO**

1/1 Laudo Nº 10/17 Data de Emissão 07/04/2017

EMPRESA SOLICITANTE: ANTENOR DA SILVA CIRQUEIRA

NA PESSOA DE: A MESMA

OBJETO DE ENSAIO: BLOCOS DE CONCRETO TRAÇO REFERÊNCIA I

OBJETIVO: ENSAIOS PARA PESQUISA DE TCC-II

**1. OBJETIVO DO ENSAIO**

Determinação de Resistência à Compressão Axial de Blocos de Concreto

**2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA**

Bloco: Blocos de Concreto Estruturais Procedência: N/I

Lote: não informado

Dimensões (Comp x Larg x Alt) mm: 390 x 140 x 190

Classe: "A"

**3. METODOLOGIA**

- Os ensaios seguiram as prescrições das normas da ABNT:

NRB 15961 – Alvenaria Estrutural Blocos de Concreto – Parte 2 Execução e controle de Obra;

NBR 6136: 2016 – Blocos vazados de Concreto simples para alvenaria; requisitos.

**4. DADOS DO ENSAIO**

Foram ensaiados à compressão axial:

DATA FABRICAÇÃO: 09/03/2017

07 Blocos vazados de concreto estrutural.

FCk ESPERADO – N/I

Os blocos foram capeados com pasta de cimento nas faces de aplicação de carga.

Data do capeamento: 04/04/2017 Data do Ensaio: 06/04/2017

Idade: 28 dias

**Quadro 1 – Resultados de Resistência à Compressão Axial**

C.P	Data fab.	Dias	DIMENSÕES MÉDIAS (mm)			FOTO DO ENSAIO DO CORPO DE PROVA	Peso (Kg)	Área (mm <sup>2</sup> )	Força Ruptura (N)	Tensão de Rupt.(Mpa)
			Largura (L)	Comp.(C)	Altura (H)					
1	09/mar	28	140	390	190		11,580	54600	517700	9,5
2	09/mar	28	140	390	190		11,220	54600	448200	8,2
3	09/mar	28	140	390	190		12,180	54600	467700	8,6
4	09/mar	28	140	390	190		12,135	54600	453300	8,3
5	09/mar	28	140	390	190		11,775	54600	483400	8,9
6	09/mar	28	140	390	190		11,640	54600	500800	9,2
7	09/mar	28	140	390	190		12,140	54600	433200	7,9
Valor Médio (Mpa)										8,6
Desvio Padrão (Mpa)										0,57
Coeficiente de Variação (%)										6,63
FCk estimado (Mpa)										7,7

 Requisitos para resistência à compressão (fb<sub>v</sub>) Mpa, NBR 6136: Classes (A<sub>26</sub>) = (B<sub>≥4,0</sub>) = (C<sub>≥3,0</sub>) = D<sub>≥2,0</sub>)

**5.COMENTÁRIOS ADVERSOS**

Os referidos blocos são exclusivos para estudo de pesquisa de trabalho de conclusão de curso (TCC II).

Prensa Classe 1 RL-Equipamentos  
 1MN, elétrica, com indicador digital.  
 Data calibração: 16/08/2016

José Humberto R. Foleto  
 CREA - 39641/D-TO


**LABORATÓRIO DE CONCRETO**

CNPJ: 18.121.134.0001-26 INSC. EST.15.409.678-4

308 SUL, ALAMEDA 07, LOTE 28, PALMAS-TO, FONE-63 8400-3075

**RELATÓRIO DE ENSAIO – ENSAIO DE COMPRESSÃO**

1/1 Laudo Nº 08/17 Data de Emissão 07/04/2017

EMPRESA SOLICITANTE: ANTENOR DA SILVA CIRQUEIRA

NA PESSOA DE: A MESMA

OBJETO DE ENSAIO: BLOCOS DE CONCRETO COMPOSTO COM 30% DE PEDRISCO E 70% DE PÓ DE SEIXO

OBJETIVO: ENSAIOS PARA PESQUISA DE TCC-II

**1. OBJETIVO DO ENSAIO**

Determinação de Resistência à Compressão Axial de Blocos de Concreto

**2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA**

Bloco: Blocos de Concreto Estruturais Procedência: N/I

Lote: não informado

Dimensões (Comp x Larg x Alt) mm: 390 x 140 x 190

Classe: "A"

**3. METODOLOGIA**

- Os ensaios seguiram as prescrições das normas da ABNT:

NRB 15961 – Alvenaria Estrutural Blocos de Concreto – Parte 2 Execução e controle de Obra;

NBR 6136: 2016 – Blocos vazados de Concreto simples para alvenaria; requisitos.

**4. DADOS DO ENSAIO**

Foram ensaiados à compressão axial:

DATA FABRICAÇÃO: 09/03/2017

07 Blocos vazados de concreto estrutural.

FCk ESPERADO – N/I

Os blocos foram capeados com pasta de cimento nas faces de aplicação de carga.

Data do capeamento: 04/04/2017 Data do Ensaio: 06/04/2017

idade: 28 dias

**Quadro 1 – Resultados de Resistência à Compressão Axial**

C.P	Data fab.	Dias	DIMENSÕES MÉDIAS (mm)			FOTO DO ENSAIO DO CORPO DE PROVA	Peso (Kg)	Área (mm²)	Força Ruptura (N)	Tensão de Rupt.(Mpa)
			Largura (L)	Comp.(C)	Altura (H)					
1	09/mar	28	140	390	190		11,835	54600	452000	8,3
2	09/mar	28	140	390	190		11,915	54600	434560	8,0
3	09/mar	28	140	390	190		12,170	54600	443560	8,1
4	09/mar	28	140	390	190		11,990	54600	465780	8,5
5	09/mar	28	140	390	190		12,390	54600	432100	7,9
6	09/mar	28	140	390	190		12,035	54600	402500	7,4
7	09/mar	28	140	390	190		11,985	54600	461450	8,5
Valor Médio (Mpa)									8,1	
Desvio Padrão (Mpa)									0,38	
Coeficiente de Variação (%)									4,78	
FCk estimado (Mpa)									7,5	

 Requisitos para resistência à compressão ( $f_{bk}$ ) Mpa, NBR 6136: Classes (A<sub>z6</sub>) = (B<sub>z4,0</sub>) = (C<sub>z3,0</sub>) = D<sub>z2,0</sub>)

**5.COMENTÁRIOS ADVERSOS**

Os referidos blocos são exclusivos para estudo de pesquisa de trabalho de conclusão de curso (TCC II)

 Prensa Classe 1 RL-Equipamentos  
 1MN, elétrica, com indicador digital.  
 Data calibração: 16/08/2016

  
 José Humberto R. Noleto  
 CREA-30247-D-TO


**LABORATÓRIO DE CONCRETO**

CNPJ: 18.121.134.0001-26 INSC. EST.15.409.678-4

308 SUL, ALAMEDA 07, LOTE 28, PALMAS-TO, FONE-63 8400-5075

**RELATÓRIO DE ENSAIO – ENSAIO DE COMPRESSÃO**

1/1 Laudo N° 09/17 Data de Emissão 07/04/2017

**EMPRESA SOLICITANTE:** ANTENOR DA SILVA CIRQUEIRA

**NA PESSOA DE:** A MESMA

**OBJETO DE ENSAIO:** BLOCOS DE CONCRETO COMPOSTO COM 100% DE PÓ DE SEIXO

**OBJETIVO:** ENSAIOS PARA PESQUISA DE TCC-II

**1. OBJETIVO DO ENSAIO**

Determinação de Resistência à Compressão Axial de Blocos de Concreto

**2. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA**
**Bloco:** Blocos de Concreto Estruturais Procedência: N/I

**Lote:** não informado

**Dimensões (Comp x Larg x Alt) mm:** 390 x 140 x 190

**Classe:** "A"

**3. METODOLOGIA**

- Os ensaios seguiram as prescrições das normas da ABNT:

NRB 15961 – Alvenaria Estrutural Blocos de Concreto – Parte 2 Execução e controle de Obra;

NBR 6136: 2016 – Blocos vazados de Concreto simples para alvenaria; requisitos.

**4. DADOS DO ENSAIO**

Foram ensaiados à compressão axial:

**DATA FABRICAÇÃO:** 09/03/2017

07 Blocos vazados de concreto estrutural.

**FCk ESPERADO – N/I**

Os blocos foram capeados com pasta de cimento nas faces de aplicação de carga.

Data do capeamento: 04/04/2017 Data do Ensaio: 06/04/2017

Idade: 28 dias

**Quadro 1 – Resultados de Resistência à Compressão Axial**

C.P	Data fab.	Dias	DIMENSÕES MÉDIAS (mm)			FOTO DO ENSAIO DO CORPO DE PROVA	Peso (Kg)	Área (mm <sup>2</sup> )	Força Ruptura (N)	Tensão de Rupt. (Mpa)
			Largura (L)	Comp.(C)	Altura (H)					
1	09/mar	28	140	390	190		10,750	54600	160200	2,9
2	09/mar	28	140	390	190		10,605	54600	173200	3,2
3	09/mar	28	140	390	190		10,735	54600	160240	2,9
4	09/mar	28	140	390	190		11,090	54600	199200	3,6
5	09/mar	28	140	390	190		10,970	54600	248800	4,6
6	09/mar	28	140	390	190		10,780	54600	188600	3,5
7	09/mar	28	140	390	190		10,365	54600	194700	3,6
Valor Médio (Mpa)									3,5	
Desvio Padrão (Mpa)									0,58	
Coeficiente de Variação (%)									16,77	
FCk estimado (Mpa)									2,5	


 Requisitos para resistência à compressão ( $f_{bk}$ ) Mpa, NBR 6136: Classes (A26) = (B≥4,0) = (C≥3,0) = (D≥2,0)

**5.COMENTÁRIOS ADVERSOS**

Os referidos blocos são exclusivos para estudo de pesquisa de trabalho de conclusão de curso (TCC II).

 Prensa Classe 1 RL-Equipamentos  
 1MN, elétrica, com indicador digital.  
 Data calibração: 16/08/2016


 José Humberto R. Leite  
 CREA - 308247 D-TO

 Fone: 98461-6842	Relatório de Ensaios Data de emissão: 19/04/2017	Documento Nº 0359/2017 Páginas 1 / 1
---	---	---

**Interessado:** Antenor da Silva Cirqueira

**Endereço:**

**Procedência:**

### Determinação da absorção de água

#### Material Ensaiado

Foram submetidos a ensaios de absorção de água 03 (três) exemplares de blocos vazados de concreto simples

#### Metodologia

Os ensaios foram procedidos segundo a NBR 12118:2013 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Método de ensaios

#### Resultados obtidos

Os resultados encontram na tabela a baixo

CP (nº) Bloco I	Massa Inicial (g)	Absorção (%)	Area Liquida (mm <sup>2</sup> )
01	12.353	6,25	26633
02	12.445	6,55	26525
03	12.378	6,69	26600
Media		6.50	26586

Temperatura da água para determinação da massa saturada 23°C

Temperatura da água para determinação da massa aparente 23°C

#### Parâmetros

Absorção media em %	Agregado normal	Agregado leve
Classe A	≤10,0 %	≤ 13,0 %


Os Resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.

Ensaio realizado em 19/04/2017

Miller Consultoria Técnica

  
 Miller Pereira Almeida  
 Técnico Laboratório II  
 Especializado  
 Geotecnia / Concreto



	Relatório de Ensaios	Documento Nº 0359/2017
Fone: 98461-6842	Data de emissão: 19/04/2017	Paginas 1 / 1

**Interessado:** Antenor da Silva Cirqueira  
**Endereço:**  
**Procedência:**

**Determinação da absorção de água**

**Material Ensaiado**  
Foram submetidos a ensaios de absorção de água 03 (três) exemplares de blocos vazados de concreto simples

**Metodologia**  
Os ensaios foram procedidos segundo a NBR 12118:2006 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Método de ensaios

**Resultados obtidos**  
Os resultados encontram na tabela a baixo

CP (nº) Bloco 30%	Massa Inicial (g)	Absorção (%)	Area Liquida (mm <sup>2</sup> )
01	11.600	7,15	26633
02	11.529	7,41	26525
03	11.610	7,61	26600
Media		7,39	26586

Temperatura da água para determinação da massa saturada 23°C  
Temperatura da água para determinação da massa aparente 23°C


**Parâmetros**


Absorção media em %	Agregado normal	Agregado leve
Classe A	≅10,0 %	≅ 13,0 %

Os **Resultados** apresentados no presente documento referem-se exclusivamente **à** amostra ensaiada.

Ensaio realizado em 19/04/2017

Miller **Consultoria Técnica**

  
Miller Fereira Almeida  
Técnico Laboratório II  
Especializado  
Geotecnia / Concreto

	Relatório de Ensaios	Documento N° 0359/2017
Fone: 98461-6842	Data de emissão: 19/04/2017	Páginas 1 / 1

**Interessado:** Antenor da Silva Cirqueira

**Endereço:**

**Procedência:**

### Determinação da absorção de água

#### Material Ensaiado

Foram submetidos a ensaios de absorção de água 03 (três) exemplares de blocos vazados de concreto simples

#### Metodologia

Os ensaios foram procedidos segundo a NBR 12118:2006 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Método de ensaios

#### Resultados obtidos

Os resultados encontram na tabela a baixo

CP (n°) Bloco 100%	Massa Inicial (g)	Absorção (%)	Area Liquida (mm <sup>2</sup> )
01	11.100	9,46	26633
02	11.125	9,87	26525
03	11.112	9,10	26600
Media		9,48	26586

Temperatura da água para determinação da massa saturada 23°C

Temperatura da água para determinação da massa aparente 23°C

#### Parâmetros

Absorção media em %	Agregado normal	Agregado leve
Classe A	≤10,0 %	≤ 13,0 %

Os **Resultados** apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.

Ensaio realizado em 19/04/2017

Miller ~~Consultoria~~ **Tecnica**

  
Miller Pereira Almeida  
Técnico Laboratório II  
Especializado  
Geotecnia / Concreto