

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

FERNANDO RENATO DIOGO JACINTO DE OLIVEIRA

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE BLOCOS CERÂMICOS DE  
VEDAÇÃO PRODUZIDOS NA REGIÃO DE SÃO CARLOS-SC

São Carlos

2022

FERNANDO RENATO DIOGO JACINTO DE OLIVEIRA

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE BLOCOS CERÂMICOS DE  
VEDAÇÃO PRODUZIDOS NA REGIÃO DE SÃO CARLOS-SC

Monografia apresentada ao Campus São Carlos do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Johnny Gilberto Moraes Coelho

São Carlos

2022

Oliveira, Fernando Renato Diogo Jacinto de

Análise da resistência à compressão de blocos cerâmicos de vedação produzidos na região de São Carlos-SC / Fernando Renato Diogo Jacinto de Oliveira ; orientador Johnny Gilberto Moraes Coelho. -- São Carlos, SC, 2022.

32 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, Curso de Graduação em Engenharia Civil, São Carlos, SC, 2022.

Inclui bibliografias.

1. Alvenaria. 2. Tijolos cerâmicos. 3. Resistência à compressão. I. Coelho, Johnny Gilberto Moraes. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. III. Título.

FERNANDO RENATO DIOGO JACINTO DE OLIVEIRA

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE BLOCOS CERÂMICOS DE  
VEDAÇÃO PRODUZIDOS NA REGIÃO DE SÃO CARLOS-SC

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em bacharelado em Engenharia Civil, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

São Carlos, 6 de dezembro de 2022.

---

Prof. Dr. Johnny Gilberto Moraes Coelho

Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

---

Prof. Allan Guimarães Borçato

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

---

Profa. Ma. Débora Fátima Alberici

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

## RESUMO

Os blocos cerâmicos são, predominantemente, de fabricação artesanal e têm uma matéria-prima fácil obtenção: a argila, encontrada em ampla quantidade e barata na região, quando comparada ao cimento portland. A tecnologia empregada na fabricação é simples, na maioria das vezes, porém, podem existir erros durante o processo, variando a resistência do material entre os fabricantes e indo em desacordo com a NBR 15270:2. O objetivo desta pesquisa é analisar a resistência à compressão dos blocos cerâmicos para alvenaria de vedação com furos horizontais produzidos na região de São Carlos/SC, verificar as características visuais e comparar a resistência à compressão entre as amostras e a NBR 15270:2. Foram coletados comercialmente 45 corpos de prova de 3 olarias (olaria A, B e C), atingindo resistência à compressão média de 4,62 MPa, 2,73 MPa e 0,94 MPa, respectivamente. Além disso, as amostras obtidas da olaria C não atingiram o valor mínimo de resistência à compressão de 1,5 MPa descrito na NBR 15270:2.

**Palavras-chave:** Alvenaria. Tijolos Cerâmicos. Resistência à Compressão.

## ABSTRACT

Ceramic blocks are predominantly handmade and have a raw material that is easy to obtain: clay, found in large quantities and cheap in the region, when compared to portland cement. The technology used in manufacturing is simple, most of the time, however, there may be errors during the process, varying the resistance of the material between manufacturers and going against the NBR 15270:2. The objective of this research is to analyze the resistance to compression of ceramic blocks for sealing masonry with horizontal holes produced in the region of São Carlos/SC, verify the visual characteristics and compare the compressive strength between the samples and the NBR 15270:2. 45 specimens were commercially collected from 3 brickworks (pottery A, B and C), reaching average compressive strength of 4.62 MPa, 2.73 MPa and 0.94 MPa, respectively. Furthermore, the samples obtained from pottery C did not reach the minimum value of compressive strength of 1.5 MPa described in NBR 15270:2.

**Keywords:** Masonry. Ceramic Bricks. Compressive Strength.

## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 – Distribuição geográfica dos principais tipos de rochas que ocorrem em Santa Catarina .....	13
Figura 2 – Armazenamento e Separação da Argila .....	14
Figura 3 – Extrusão e Moldagem do Bloco.....	14
Figura 4 – Secagem controlada de blocos cerâmicos .....	15
Figura 5 – Mensuração Medidas Bloco: H x L x C, em mm.....	16
Figura 6 – Fissura vertical .....	17
Figura 7 – Identificação e capeamento em base .....	18
Figura 8 – Paquimetria digital .....	19
Figura 9 – Capeamento.....	19
Figura 10 – Prensa de compressão com distribuição uniforme e carga .....	20
Figura 11 – Defeitos visuais, a) quebra e b) trinca transversal .....	22
Gráfico 1 – Resistência à Compressão x Amostra.....	26

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Características físico-químicas.....	12
Tabela 1 – Valores de correção de $f_{bk}$ .....	21
Tabela 2 – Resultados Amostra/Empresa A.....	23
Tabela 3 – Resultados Amostra/Empresa B.....	24
Tabela 4 – Resultados Amostra/Empresa C .....	25
Tabela 5 – Teste T de Student.....	26

## LISTA DE SIGLAS

ABCERAM	Associação Brasileira de Cerâmica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA	Análise de Variância
CONTEM	Controle de Materiais e Tecnologias de Materiais
CP	Corpo de Prova
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICC	Índice da Construção Civil
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PIB	Produto Interno Bruto
RBLE	Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio
SC	Santa Catarina
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
VED	Vedação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Revisão de Literatura</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Etapas da Produção dos Blocos Cerâmicos</b> .....	<b>13</b>
2.2.1	Extração da Argila .....	13
2.2.2	Preparação da Matéria-Prima.....	13
2.2.3	Moldagem.....	14
2.2.4	Secagem .....	14
2.2.5	Queima.....	15
2.2.6	Resfriamento .....	15
<b>2.3</b>	<b>NBR 15270:2</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Análise da Compressão por Prensa Mecânica</b> .....	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Resistência à Compressão</b> .....	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>28</b>
	<b>ANEXO 1 – ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO REALIZADA NA</b> <b>CONTEM</b> .....	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

“São Carlos se destaca, economicamente, por um perfil bastante direcionado à agropecuária” (SEBRAE/SC, 2019, p. 13). Além disso, com pouca expressão na fabricação de materiais voltados à construção é dependente da produção vinda das mais distantes partes do Brasil e exterior. Entretanto, um material é gerado em grande quantidade com a capacidade de alimentar as obras da região quase em sua totalidade, o bloco cerâmico, alimentado pela grande quantidade de matéria-prima local, e conforme estudos de Veiga *et al.* (2012, p. 63) “o teor de argila aumenta no sentido do Litoral para o Planalto, continua alto até o Oeste”. Em sua maioria, trata-se de indústrias de pequeno e médio porte e realizar uma testagem das características do material pode ser considerada custosa por envolver o envio dos blocos a outras regiões.

Independentemente da empresa e de como são avaliados os blocos, elas deverão seguir os preceitos da norma regulamentadora garantindo assim a confiabilidade do produto aos usuários das edificações em que este material é empregado. Mas, será que a resistência mecânica dos blocos fabricados na região de São Carlos/SC atende a essa norma? Referente a este questionamento o objetivo geral desta pesquisa é analisar a resistência à compressão dos blocos cerâmicos para alvenaria de vedação com furos horizontais produzidos na região de São Carlos/SC utilizando, para isso, os parâmetros de testes inseridos na NBR 15270:1 (ABNT, 2017a). E seus objetivos específicos consistem em identificar as olarias da região de São Carlos/SC; verificar as características visuais e comparar a resistência à compressão das amostras à norma vigente.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Revisão de Literatura

Os blocos cerâmicos são, predominantemente, de fabricação artesanal e têm argila como uma matéria-prima barata (comparada ao cimento portland usado em blocos de concreto) e é encontrada em ampla quantidade na região. A tecnologia empregada na fabricação é simples, na maioria das vezes, porém, podem existir erros durante o processo, variando a resistência do material entre os fabricantes e indo em desacordo com o mínimo da NBR 15270:2 (ABNT, 2017b) que é 1,5 MPa.

Um estudo conduzido por Garcia Sobrinho e Dias (2018) revelou que até mesmo a posição em que são colocadas na queima influencia na resistência final da amostra. Corroborando com esta ideia, foi realizado uma avaliação dos processos produtivos por Rêgo e Soares (2015), na qual conclui-se que das 3 empresas estudadas somente 1 estava dentro da capacidade esperada de resistência mecânica preconizada pela NBR 15270:1 (ABNT, 2017a), onde observaram que os resultados foram influenciados pelo forno e ciclo térmico adotado.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), o setor ceramista participa com uma média de 4,8% do Produto Interno Bruto (PIB) do Índice da Construção Civil (ICC), com faturamento anual de 18 bilhões de reais que, por sua vez, representa entre 9,7% do PIB nacional, trata-se de uma indústria, principalmente, de empresas de pequeno porte e com pouca tecnologia, podendo levar a uma menor qualidade do material e conseqüentemente a quebra precoce dos mesmos, acarretando em um maior custo final na obra.

A alvenaria de vedação é uma das principais responsáveis pelo desempenho de um edifício, por, normalmente, constituir a maior parcela da envoltória exterior. Além disso, possui uma estreita relação com revestimentos, instalações, impermeabilizações, esquadrias e estrutura, influenciando de 20 a 40% do custo total da obra (BARROS, 1998).

Para Smith e Hashemi (2012), as principais vantagens encontradas nos materiais cerâmicos para utilizá-los na engenharia estão diretamente ligadas a grande resistência e dureza, baixo peso, boa resistência ao calor e ao desgaste, propriedades isolantes e atrito reduzido. “O bloco cerâmico deve ser fabricado por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e

queimado a temperaturas elevadas” (ABNT, 2017a, p. 11).

Segundo Gaspareto (2017), os principais componentes encontrados na argila são os silicatos de alumínio e magnésio hidratados com resíduos como ferro e potássio. A argila é formada por minerais terrosos, de granulometria fina e quando adicionada a água com certa quantidade, adquire mais plasticidade, o suficiente para ser moldável (OLIVEIRA, 2011).

“Os minerais são responsáveis pelas características específicas das argilas, como a plasticidade, a retração linear e a resistência mecânica” (GASPARETO, 2017, p. 13). Para Flores (2006), óxido de ferro é importante para a plasticidade da argila, também sendo responsável pela cor avermelhada/achocolatada do bloco; entretanto, para Nociti (2012), o alto teor de ferro pode contribuir para a diminuição do poder refratário e da temperatura de fusão da cerâmica. Outro material amplamente encontrado na argila são os silicatos que, conforme Pereira (2019), têm por objetivo contribuir para que a cerâmica possua capacidade térmica, acústica, resistência química e mecânica, a depender do mineral de origem.

Orlandin (2018), relaciona alguns minerais com suas contribuições físico-químicas para a cerâmica:

Quadro 1 – Características físico-químicas

<b>MINERAIS</b>	<b>FÍSICO-QUÍMICAS</b>
Caulinita	resistência mecânica
Ilita	plasticidade
Montmorilonita	plasticidade, fusibilidade e a sinterização
Óxido de ferro	plasticidade e cor avermelhada
Alumina	resistência térmica
Sílica livre	diminuir retração e facilitar moldagem

Fonte: Adaptado de Orlandin (2018).

Adicionalmente a estes minerais temos o quartzo, feldspato, filitos cerâmicos, silicato de magnésio, silicato de cálcio fibroso, dolomita e calcita que estão comumente associados à cerâmica e produzem efeitos sobre a resistência do produto (ABCERAM, 2022).

Um estudo conduzido por Veiga *et al.* (2012) mostra que no Planalto Serrano, Meio-Oeste e Oeste predominam solos com alto teor de argila, formados a partir de basaltos, dacitos e riolitos que afloram na região, contrapondo o litoral Sul e Centro que são predominantemente constituídos de areias quartzosas, conferindo características diferentes a argila encontrada nas regiões anteriores.

Figura 1 – Distribuição geográfica dos principais tipos de rochas que ocorrem em Santa Catarina



Fonte: Brasil (1987 *apud* VEIGA *et al.*, 2012, p. 65).

## 2.2 Etapas da Produção dos Blocos Cerâmicos

### 2.2.1 Extração da Argila

Para a produção de blocos cerâmicos, é necessário escolher um tipo ideal de argila com composições granulométricas e umidade ideais, geralmente sem a presença de carbonatos calcários (BAUER, 1994).

### 2.2.2 Preparação da Matéria-Prima

Nesta fase, é vantajoso retirar as impurezas grosseiras e as partículas orgânicas, para que posteriormente possam ser armazenadas em um local adequado conforme a Figura 2. A seguir, a massa segue para a maceração, que é efetuada de forma a obter grãos mais finos e aumentando assim a sua plasticidade (BAUER, 1994). Para Pimenta (2020), deve-se estudar as diferentes argilas e minerais disponíveis próximos às fábricas e desenvolver composições de massa que resultem em melhores resultados. O arranjo granulométrico, fator de empacotamento, composição química e mineralógica da massa cerâmica conduzem suas amplitudes de resistência. Preparada a argila, segue para a próxima etapa que é a moldagem vista na Figura 3.

Figura 2 – Armazenamento e Separação da Argila



Fonte: Acervo do autor (2022).

### 2.2.3 Moldagem

O processo de extrusão para conformação da pasta confere a configuração e quantidade de furos, além dos frisos laterais. Os blocos com deformações ou defeitos não são desperdiçados, sendo extrusados novamente (BAUER, 1994); na Figura 3 podemos observar a moldagem automática sendo executada.

Figura 3 – Extrusão e Moldagem do Bloco



Fonte: Acervo do autor (2022).

### 2.2.4 Secagem

A secagem serve para eliminar uma parcela de água remanescente na peça. Um bloco cerâmico tem aproximadamente 1 kg de água após a moldagem, e a secagem é feita ao ar livre e leva de 3 a 6 semanas, em pequenas olarias. Nas olarias com maiores tecnologias pode-se utilizar a secagem por ar quente-úmido e por radiação infravermelha, o que dá um controle rigoroso e eficiente, contudo, o custo elevado leva as olarias de pequeno porte a não utilizar esse método, secando-

os até mesmo ao ar livre sob as intempéries, comprometendo assim a qualidade (BAUER, 1994).

Para Pimenta (2020), a secagem controlada aumenta a qualidade do material e amplia a produtividade, diminuindo a quantidade de imperfeições; a Figura 4 traz uma moderna estufa de secagem com temperatura controlada.

Figura 4 – Secagem controlada de blocos cerâmicos



Fonte: Bela Vista Tijolos (2022, n.p.).

### 2.2.5 Queima

Essa etapa pode ser feita em fornos contínuos ou descontínuos, geralmente são utilizadas lenhas e serragem como combustível. A temperatura varia entre 900°C e 1000°C (BAUER, 1994).

### 2.2.6 Resfriamento

Os blocos são deixados nas prateleiras até atingirem a temperatura adequada para o manuseio, podendo levar até dias para que isso ocorra sem danificar o material (BAUER, 1994).

## 2.3 NBR 15270:2

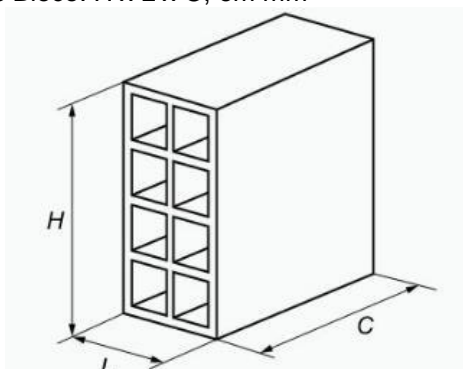
A NBR 15270:2 (ABNT, 2017b), em seu “Anexo A”, padronizou os métodos de

ensaio para obtenção da resistência mecânica dos blocos cerâmicos. Tendo em seu escopo a aparelhagem necessária para a realização dos testes, dimensões aceitáveis dos blocos, número mínimo de corpos de prova (CP) e demais aspectos relevantes a aplicação dos testes mecânicos de resistência à compressão, massa seca, índice de absorção d'água, eflorescência e densidade aparente, contudo, o presente estudo tem como foco somente na resistência à compressão.

Em caso de eventuais dúvidas com relação aos resultados dos ensaios, devem ser dirimidas em laboratórios pertencentes à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE). Tendo duas unidades no estado de Santa Catarina: Criciúma e São Bento do Sul (INMETRO, 2022).

As medidas devem ser verificadas seguindo a orientação da Figura 5.

Figura 5 – Mensuração Medidas Bloco: H x L x C, em mm



Fonte: NBR 15270:1 (2017a, p. 13).

O objetivo final de todo o processo é que o bloco atenda a resistência mecânica à compressão mínima de 1,5 MPa para blocos de vedação (ABNT, 2017a).

Franco (1998) apontou que a resistência da alvenaria aumenta com a resistência do bloco, mas não linearmente, e é proporcional à raiz quadrada da resistência dos blocos. Este mesmo autor evidenciou que os blocos cerâmicos trazem a vantagem de resistir às tensões, dividir ambientes e atuar positivamente no isolamento térmico. Para Eldridge (1982) e Thomaz (1989) a baixa resistência à compressão dos blocos é uma das principais causas de aparecimento de fissuras nas paredes, diferenciando-se visualmente pelo trajeto da fissura, tal qual a Figura 6.

Figura 6 – Fissura vertical



Fonte: Antunes (2011, p. 68).

Segundo Antunes (2011), quando se adiciona a má qualidade do bloco o fato de que a parede passa por diversos danos ao longo da construção, como quebra para eletrodutos, canos e modificações; a chance de aparecimento de patologias aumenta consideravelmente. Qualquer estrutura receberá cargas e receberá uma série de esforços, deformando-se (BOTELHO, 2013).

### 3 METODOLOGIA

Foram realizadas pesquisas bibliográficas e de campo com coleta de amostras in loco. Para a aquisição das amostras foram identificadas as olarias na região fronteira de São Carlos/SC, adquiridos 15 corpos de prova (CP) de cada amostra de bloco cerâmico de furação horizontal e de dimensões com o maior número de vendas informada pelo fabricante e sem determinar classe de resistência (VED15 ou VED30). E coletadas aleatoriamente dentro do estoque disponível, pelo próprio avaliador, não sendo revelado ao vendedor o destino final do produto. Após adquiridos, os CP foram identificados e armazenados em ambiente que manteve suas características até o início dos testes em prensa.

#### 3.1 Análise da Compressão por Prensa Mecânica

O método de ensaio seguiu as determinações contidas no escopo da NBR 15270:2 (ABNT, 2017b) para resistência à compressão de blocos cerâmicos de vedação. Os CP foram destinados à empresa especializada em ensaios de materiais destinados à construção civil a Controle de Materiais e Tecnologias de Materiais (CONTEM) situada em Chapecó/SC; foram recebidos, inspecionados, limpos e retiradas as rebarbas antes de iniciar os testes.

Figura 7 – Identificação e capeamento em base



Fonte: CONTEM (2022)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Imagem concedida pela empresa ao autor via mensagem telefônica.

Posteriormente, as amostras passaram por inspeção visual e medição através de um paquímetro digital (tendo tolerância individual de 5 mm e 3mm na média entre os CP e informado pelo fabricante), com os CP colocados em uma superfície plana e indeformável, as mensurações sempre ocorrerão no meio das dimensões da peça (largura/2, altura/2 e comprimento/2) e conforme a NBR 15270:1 (ABNT, 2017a) e Figura 8.

Figura 8 – Paquimetria digital



Fonte: Acervo do autor (2022).

Após as etapas anteriores, foi realizado o capeamento de regularização com argamassa ou nata de cimento, não podendo exceder 3 milímetros de espessura.

Figura 9 – Capeamento



Fonte: Acervo do autor (2022).

Antes do teste de compressão em prensa mecânica, os blocos foram totalmente submersos por no mínimo 6 horas. A prensa foi capaz de distribuir uniformemente a carga no CP aplicando uma tensão progressiva entre 0,01 a 0,05 MPa/s.

Figura 10 – Prensa de compressão com distribuição uniforme e carga



Fonte: CONTEM (2022)<sup>2</sup>.

A estimativa da resistência à compressão será dada pela fórmula contida na NBR 15270:1 (ABNT, 2017a):

$$f_{bk,est} = 2 \left[ \frac{f_{b(1)} + f_{b(2)} + \dots + f_{b(i-1)}}{i-1} \right] - f_{bi} \quad (1)$$

Onde,

$f_{bk,est}$  é a resistência característica estimada da amostra, expressa em MPa;

<sup>2</sup>Imagem concedida pela empresa ao autor via mensagem telefônica.

$f_b(1), f_b(2), \dots, f_{bi}$  são os valores de resistência à compressão individual, ordenados crescentemente;

$i = n/2$  se  $n$  for par;

$i = (n-1)/2$  se  $n$  for ímpar;

$n$  é a quantidade de blocos da amostra;

$f_{bm}$  = média simples feita entre os corpos de prova de cada amostra.

Caso o valor de  $f_{bk,est} < f_{bm}$  adota-se  $f_{bm}$ , caso contrário  $f_{bk,est}$  terá um valor multiplicativo conforme a Tabela 1:

Tabela 1 – Valores de correção de  $f_{bk}$

Quant. Blocos	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	≥18
Ø	0,89	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	1	1,01	1,02	1,04

Fonte: NBR 15270:1 (ABNT, 2017a, p. 28).

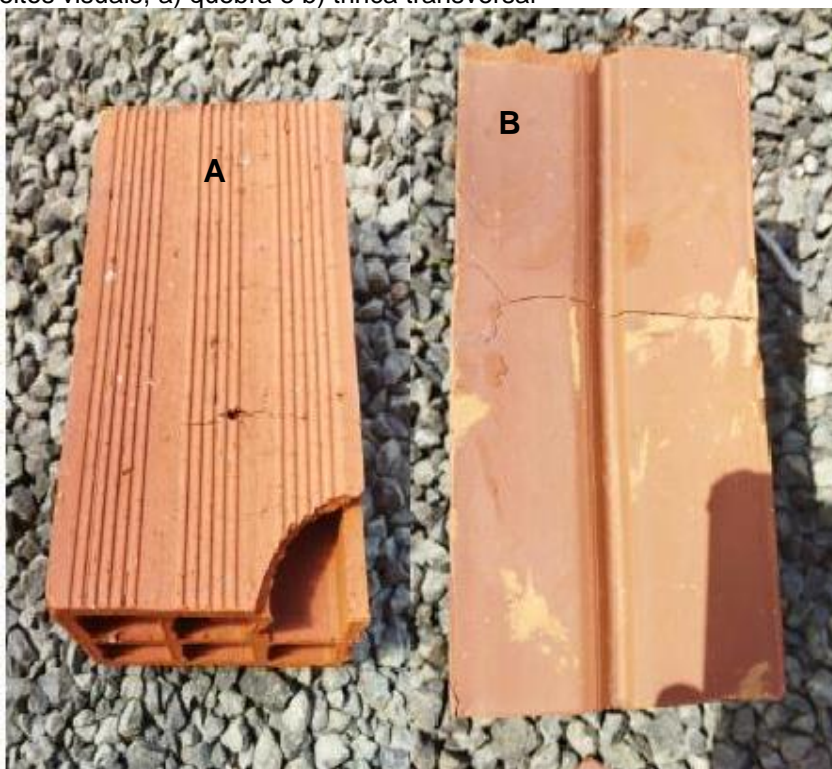
Foram analisadas estatisticamente as amostras entre si (A com B, A com C e B com C) utilizando o Teste T de Student, pois, segundo Spiegel, Schiller e Srinivasan (2013) e em caso de amostras pequenas (<30) é um dos testes com maior eficácia para identificar se existe diferença significativa ao longo delas.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os CP não traziam impressas as classes: vedação VED15 ou VED30, referentes a 1,5 MPa e 3,0 MPa, respectivamente, mínimo de resistência à compressão ditos na NBR 15270:1 (ABNT, 2017a). Portanto, adotou-se o menor valor de aceitação: 1,5 MPa.

Consoante a Figura 11, foi possível observar alguns defeitos, tais como: trincas, rachaduras e quebras, tornando-as passíveis de alteração na resistência final do material. Sendo retiradas tais amostras da análise mecânica. Entretanto, nenhuma amostra apresentou erro aparente na queima, visível através da diferença na cor na lateral do bloco (ABITANTE; LISBOA, 2017). Segundo Bauer (1994), e como já mencionado, a temperatura ideal para cozimento seria entre 900°C e 1000°C, por 24 horas. Também não se observou deformações em septos. Estudo conduzido por Unamuno, Bilinski e Izzo (2013) demonstrou que defeitos nos septos são grandes causadores de uma má distribuição de carga em blocos cerâmicos, concentrando carga no local e, conseqüentemente, ocasionando a quebra.

Figura 11 – Defeitos visuais, a) quebra e b) trinca transversal



Fonte: Acervo do autor (2022).

#### 4.1 Resistência à Compressão

Foram adquiridos 15 CP de cada empresa, entretanto, após análise visual, 3 amostras apresentaram defeitos, como visto na Figura 11, portanto, somente 12 de cada empresa foram aptos a prosseguir com os testes mecânicos de compressão, totalizando 36 corpos de prova no geral. Estes passaram por todas as etapas expressas na NBR 15270:2 (ABNT, 2017b), tais como: medição das dimensões, tempo de 6 horas mínimas de submersão, capeamento, medições e, por fim, centralizados na prensa com equipamentos capazes de distribuir uniformemente a força aplicada a uma taxa compressiva entre 0,01 e 0,05 MPa/s. A cada ensaio a máquina era reconfigurada para o próximo CP. Os resultados estão evidenciados nas tabelas a seguir:

Tabela 2 – Resultados Amostra/Empresa A

CP	EMPRESA A		
	Área de Aplicação da Carga (mm <sup>2</sup> )	Carga Aplicada(N)	Resistência (MPa)
1	28007,19	119.682	4,27
2	27980,34	104.771	3,74
3	28146,85	174.912	6,21
4	27912,58	111.344	3,99
5	28245,13	122.625	4,34
6	27733,01	163.729	5,90
7	27906,82	155.881	5,59
8	28312,01	115.169	4,07
9	27780,14	162.159	5,84
10	27837,72	178.836	6,42
11	27846,53	95.549	3,43
12	27715,85	44.832	1,62
Resistência Média (MPa)			4,62
Desvio Padrão (s)			1,41
Coeficiente de Variação			30,58%

Fonte: Dados extraídos do Anexo 1.

Analisando os resultados da empresa A, que teve o melhor desempenho das amostras avaliadas, foi possível verificar que ela obteve uma resistência média de 4,62 MPa, porém, um dado relevante está na diferença entre a menor resistência, de 1,62 MPa, e a média. Tal disparidade deve-se, provavelmente, a algum defeito individual não identificado visualmente, acarretando um coeficiente de variação alto, podendo ser classificado como uma amostra heterogênea, contudo, num contexto geral, a empresa obteve êxito na resistência mecânica.

Tabela 3 – Resultados Amostra/Empresa B

<b>EMPRESA B</b>			
<b>CP</b>	<b>Área de Aplicação da Carga (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Aplicada(N)</b>	<b>Resistência (MPa)</b>
1	21823,14	46.696	2,14
2	22149,30	71.907	3,25
3	22218,76	77.009	3,47
4	22301,60	88.781	3,98
5	22169,70	74.752	3,37
6	22309,73	47.284	2,12
7	22493,02	47.775	2,12
8	22230,49	67.100	3,02
9	22362,29	49.442	2,21
10	22451,67	55.427	2,47
11	22068,10	66.708	3,02
12	21908,08	35.708	1,63
Resistência Média (MPa)			2,73
Desvio Padrão (s)			0,71
Coeficiente de Variação			26,08%

Fonte: Dados extraídos do Anexo 1.

A empresa B chegou à média geral de 2,73 MPa, estando as amostras acima do valor ínfimo e se enquadrou ao mínimo de 1,5 MPa previsto em norma para blocos de vedação, mesmo estando quase 60% abaixo da empresa A. Outro dado relevante visualizado nas empresas A e B são os altos coeficientes de variação (30,58% e 26,08%, respectivamente) contraposto a empresa C (14%). Para Rossi (2017), tal fato deve-se a algum erro no processo de fabricação que afete diferentemente os blocos, como manipulação, queima, humidade residual e/ou secagem, ocasionando produtos com qualidades inferiores.

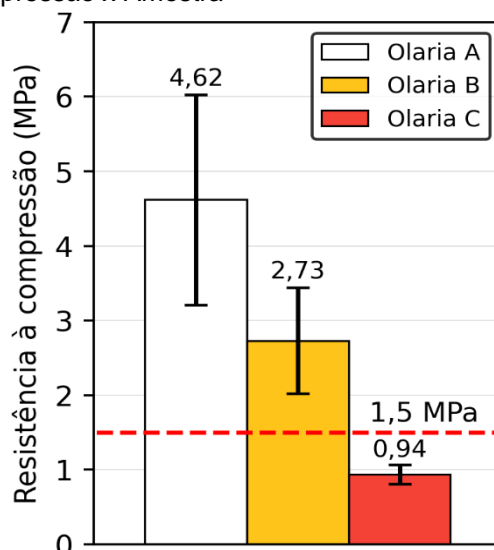
Tabela 4 – Resultados Amostra/Empresa C

EMPRESA C			
CP	Área de Aplicação da Carga (mm <sup>2</sup> )	Carga Aplicada(N)	Resistência (MPa)
1	26903,43	28.743	1,07
2	27424,00	22.563	0,82
3	27218,14	21.680	0,80
4	26875,80	26.193	0,97
5	27215,96	27.370	1,01
6	26948,93	26.781	0,99
7	26967,24	22.857	0,85
8	27148,80	24.623	0,91
9	27241,36	23.544	0,86
10	27168,10	29.626	1,09
11	27276,11	31.883	1,17
12	27910,67	20.601	0,74
Resistência Média (MPa)			0,94
Desvio Padrão (s)			0,13
Coeficiente de Variação			14,00%

Fonte: Dados extraídos do Anexo 1.

Destoando das empresas A e B, a empresa C não alcançou normativos e atingiu 0,94 MPa de média, não conquistando em nenhum dos CP o valor minoritário. O trabalho apresentado por Ruy e Cerri (2004), que analisou blocos cerâmicos de vedação da região metropolitana de Curitiba/PR, encontrou uma resistência máxima de 1,39 MPa, aprovados na época por norma, entretanto, abaixo dos valores mínimos atuais. Demonstrando que as atualizações normativas são mutáveis e as empresas devem se adequar a elas. Estudos conduzidos por Rossi (2017) com 5 olarias na Região de Santa Rosa/RS, somente 3 obteve resultados satisfatórios na média geral da compressão. Segundo Pimenta (2020), existem diferenças enormes entre os produtos no mercado, do mesmo tamanho e geometria, mas com resistências à compressão muito diferentes.

Gráfico 1 – Resistência à Compressão x Amostra



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O gráfico acima demonstra a heterogeneidade na resistência dos blocos cerâmicos encontrados na região de São Carlos/SC, Ratificados pela teste T de Student na Tabela 5, entretanto, a empresa A, apesar da baixa resistência média, seu processo fabril demonstrou-se mais homogêneo quando comparado as demais, identificado pelo menor desvio padrão (0,13) dentre as empresas avaliadas. Para Spiegel, Schiller e Srinivasan (2013), isso significa dizer que entre os corpos de prova houve pouca variância ou dispersão dos valores com relação a linha média. Diante deste fato, ressalta-se as necessidades diferentes de autoavaliação nas empresas buscando um material resistente, uniforme e de qualidade (ROSSI, 2017).

Tabela 5– Teste T de Student

GRUPOS	A X B	A X C	B X C
<b>t de Student</b>	0,00039	1,06385E-6	9,29927E-7
<b>Existe Diferença Significativa</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para Assis, Souza e Linhares (2020, p. 128), “o nível de significância de 5% é muito usado na maioria das pesquisas científicas como um valor padrão, isso mostra que o pesquisador acerta 19 vezes em cada vinte”. Tendo como base esta porcentagem de erro e os valores do teste T de Student terem ficado bem abaixo (conforme tabela acima), pode-se afirmar que existe diferença significativa entre todas as amostras.

## 5 CONCLUSÃO

Ao término deste trabalho, verificou-se que os objetivos propostos foram alcançados. Em síntese:

- Foram identificadas 5 olarias na região, sendo adquiridas amostras das 3 mais próximas ao município;
- Foi possível realizar a análise visual em que se verificou imperfeições em amostras de todas as empresas, tais como rachaduras, quebras e trincas;
- Em relação à resistência, somente duas empresas alcançaram os valores mínimos de norma. As empresas A,B e C atingiram 4,62 MPa, 2,73 MPa e 0,94 MPa, respectivamente, demonstrando a heterogeneidade na resistência dos blocos cerâmicos estudados;
- O teste T de Student comprovou a diferença significativa entre as amostras estudadas.

Mínimos erros em qualquer fase da fabricação dos blocos cerâmicos podem causar alterações nos valores de resistência, incidindo nos custos da obra e segurança do material. Portanto, propõe-se uma ampliação destes estudos para todas as amostras de blocos comercializadas na região, estendendo-se os testes demassa seca, índice de absorção d'água, eflorescência e densidade aparente, contidos na NBR 15270:2 (ABNT, 2017b). A fim de melhorar a produtividade e qualidade dos insumos locais voltados à construção civil.

## REFERÊNCIAS

ABITANTE, A. L.; LISBOA, E. L. S. **Materiais de Construção**. Porto Alegre: GrupoA, 2017.

ANTUNES, E. G. P. **Análise de manifestações patológicas em edifícios de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em empreendimentos de interesse social de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ASSIS, J. P.; SOUZA, R. P.; LINHARES, P. C. F. **Testes de Hipóteses Estatísticas**. Mossoró: EdUFERSA, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA (ABCERAM). **Informações Técnicas: Definição e Classificação**. São Paulo: ABCERAM, 2022. Disponível em: <https://abceram.org.br/materias-primas-naturais>. Acesso em: 12 dez. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15270:1: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15270:2: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 2: Métodos de ensaios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017b.

BARROS, M.M.S.B. O processo de produção das alvenarias racionalizadas. *In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1.*, 1998. **Anais [...]**. São Paulo: GEPE TGP, 1998. p. 21-48.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: ABDR, 1994.

BELA VISTA TIJOLOS. **Processo de Produção**. Ituporanga: Bela Vista Tijolos, 2022. Disponível em: <https://belavistatijolos.com.br/processo.html>. Acesso em: 12 dez. 2022.

BOTELHO, M. H. C. **Resistência dos materiais**. São Paulo: Blucher, 2013.

ELDRIDGE, H. J. **Construcción, defectos comunes**. Barcelona: Gustavo Gili, 1982.

FLORES, A. **Glossário matérias-primas cerâmica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, [2006?]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/lacad/matprglossario.html>. Acesso em: 29 out. 2022.

FRANCO, L.S. **Desempenho da alvenaria à compressão**. São Paulo: USP, 1988.

GARCIA SOBRINHO, R. A ; DIAS, A. J. F. Estudo da Variação de Propriedades de Blocos Cerâmicos de Vedação Conforme a Variação da Posição de Queima, na

Vertical, em Fornos do Tipo Abóboda de Chama Invertida. **Cerâmica Industrial: Revista do Técnico Cerâmico Brasileiro**, v. 23, n. 2, p. 31-35, abr./jun. 2018.

GASPARETO, M. G. T. **Utilização de Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCD) como material não plástico para a produção de tijolos cerâmicos**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Fabricação de Produtos Cerâmicos Não-Refratários para Uso Estrutural na Construção, excluídas as palavras pisos e azulejos da razão social**. Seção C, Divisão 23, Grupo 234, Classe 2342-7. Brasília: IBGE, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Lista laboratório RBLE**. Rio de Janeiro: INMETRO, 2003. Disponível em: <https://inmetro.gov.br/laboratorios/rble/lista>. Acesso em: 23 maio 2022.

NOCITI, D. M. **Aproveitamento de Rejeitos Oriundos da Extração de Minério de Ferro na Fabricação de Cerâmicas Vermelhas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

OLIVEIRA, A. A. **Tecnologia em cerâmica**. Criciúma: Nova Lara, 2011.

ORLANDIN, M. H. **Avaliação Tecnológica de Argila Utilizada na Fabricação de Produtos de Cerâmica Vermelha**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2018.

PEREIRA, D. C. **Desenvolvimento de formulações de isolantes cerâmicos a base de geopolímeros de silicato de alumínio com resíduos de madeira para controle da densidade e porosidade após queima**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

PIMENTA, A. Como aumentar a resistência dos blocos e tijolos cerâmicos estruturais. **Revista ANICER**, nov. 2020. Disponível em: <https://revista.anicer.com.br/como-aumentar-a-resistencia-dos-blocos-e-tijolos-ceramicos-estruturais>. Acesso em: 8 out. 2022.

RÊGO, V. R.; SOARES, R. A. L. Avaliação do processo produtivo e das propriedades tecnológicas de blocos cerâmicos produzidos na Região da Grande Teresina. **Cerâmica Industrial: Revista do Técnico Cerâmico Brasileiro**, v. 20, n. 3, p. 42-45, 2015.

ROSSI, C. T. **Análise técnica dos tijolos maciços e blocos cerâmicos de vedação 6 furos produzidos na região da grande Santa Rosa/RS**. Trabalho de

Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2017.

RUY, W. A.; CERRI, J. A. Diagnóstico da Qualidade dos Blocos Cerâmicos de Vedação da Região Metropolitana de Curitiba (RMC). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA*, 48., 2004. **Anais [...]**. São Paulo: TECART, 2004. v. 1. p. 1-12.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE SANTA CATARINA (SEBRAE/SC). **Cadernos de Desenvolvimento de Santa Catarina: São Carlos. São Carlos: SEBRAE/SC, 2019.** Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Sao%20Carlos%20%20Cadernos%20de%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2022.

SMITH, W. F.; HASHEMI, J. **Fundamentos de engenharia e ciência dos materiais**. Porto Alegre: AMGH, 2012.

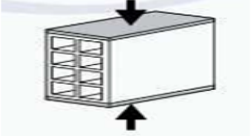
THOMAZ, E. **Manual Técnico de Alvenaria: Patologia**. São Paulo: ABCI, 1990.

UNAMUNO, D.; BILINSKI, F.; IZZO, R. **Estudo da influência dos furos na resistência à compressão de blocos cerâmicos de vedação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

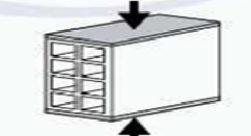
VEIGA, M. *et al.* Distribuição espacial dos teores de argila, silte e areia na camada superficial do solo em Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.25, n.1, p. 63-68, 2012.

SPIEGEL, M. R.; SCHILLER, J. J.; SRINIVASAN, R. A. **Probabilidade e estatística**. São Paulo: Bookman, 2012.

## ANEXO1- ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO REALIZADA NA CONTEM<sup>3</sup>

Aplicação da Força						
						
RESULTADOS				LOTE A		
Amostra Nº	Dimensões (mm)			Área de Aplicação da Carga (mm <sup>2</sup> )	Carga Aplicada(N)	Resistência (Mpa)
	Altura	Largura	Comprimento			
31286	139,1	117,3	238,8	28007,19	119.682	4,27
	140,5	116,6	239,9	27980,34	104.771	3,74
	139,9	116,1	242,4	28146,85	174.912	6,21
	138,8	115,9	240,8	27912,58	111.344	3,99
	138,5	115,3	244,9	28245,13	122.625	4,34
	139,5	115,7	239,8	27733,01	163.729	5,90
	139,9	115,3	242,0	27906,82	155.881	5,59
	140,5	116,4	243,3	28312,01	115.169	4,07
	138,6	115,8	240,0	27780,14	162.159	5,84
	139,1	115,7	240,5	27837,72	178.836	6,42
	139,8	115,1	241,9	27846,53	95.549	3,43
	139,1	115,5	240,0	27715,85	44.832	1,62
	Média	139,5	115,9	241,2	Resistência Média (Mpa) Fem	
Desvio Padrão (s)	0,67	0,62	1,74	Desvio Padrão (s)		1,41
				Coeficiente de Variação		30,58%

Aplicação da Força							
							
RESULTADOS				LOTE B			
Amostra Nº	Dimensões (mm)			Área de Aplicação da Carga (mm <sup>2</sup> )	Carga Aplicada(N)	Resistência (Mpa)	
	Altura	Largura	Comprimento				
31286	138,4	90,9	240,2	21823,14	46.696	2,14	
	139,3	90,9	243,7	22149,30	71.907	3,25	
	138,9	92,1	241,3	22218,76	77.009	3,47	
	140,0	91,4	244,0	22301,60	88.781	3,98	
	139,6	91,2	243,0	22169,70	74.752	3,37	
	139,4	91,4	244,0	22309,73	47.284	2,12	
	138,6	91,9	244,7	22493,02	47.775	2,12	
	139,5	91,4	243,1	22230,49	67.100	3,02	
	139,8	92,9	240,8	22362,29	49.442	2,21	
	140,0	92,5	242,6	22451,67	55.427	2,47	
	139,0	91,4	241,5	22068,10	66.708	3,02	
	139,0	90,6	241,9	21908,08	35.708	1,63	
	Média	139,3	91,6	242,6	Resistência Média (Mpa) Fem		2,73
	Desvio Padrão (s)	0,51	0,68	1,42	Desvio Padrão (s)		0,71
				Coeficiente de Variação		26,08%	

<sup>3</sup>Dados concedidos pela empresa ao autor via mensagem telefônica.

RESULTADOS				LOTE C		
Amostra Nº	Dimensões (mm)			Área de Aplicação da Carga (mm <sup>2</sup> )	Carga Aplicada(N)	Resistência (Mpa)
	Altura	Largura	Comprimento			
31286	139,3	112,6	239,0	26903,43	28.743	1,07
	139,5	114,3	240,0	27424,00	22.563	0,82
	141,5	113,6	239,7	27218,14	21.680	0,80
	140,8	113,4	237,0	26875,80	26.193	0,97
	140,2	114,0	238,7	27215,96	27.370	1,01
	139,9	112,6	239,3	26948,93	26.781	0,99
	140,5	113,5	237,7	26967,24	22.857	0,85
	140,3	115,2	235,7	27148,80	24.623	0,91
	139,5	115,3	236,3	27241,36	23.544	0,86
	140,7	114,6	237,0	27168,10	29.626	1,09
	142,8	112,9	241,7	27276,11	31.883	1,17
	140,8	115,3	242,0	27910,67	20.601	0,74
	Média	140,5	113,9	238,7	Resistência Média (Mpa) Fem	
Desvio Padrão (s)	0,98	1,02	2,01	Desvio Padrão (s)		0,13
				Coeficiente de Variação		14,00%

Eu, **Deivid Willian Preis**, declaro para os devidos fins, que os ensaios em blocos cerâmicos de 3 empresas, com 12 corpos de prova cada, em anexo foram realizados pela empresa Controle Tecnológico de Materiais – Contem em sua dependências na cidade de Chapecó – sc. No regime de *Pro Bono*, sem custos, para Fernando Renato Diogo Jacinto de Oliveira, estudante do Instituto Federal de Santa Catarina – campus São Carlos, graduando de Engenharia Civil, devido a relevância acadêmica e comprometimento da empresa com o ensino, pesquisa e qualidade dos materiais empregados na construção Civil.

Chapecó-SC, 28 de novembro de 2022.



Nome: Deivid Willian Preis

Cargo: Gerente de Qualidade

CREA: 186166/D

29.303.698/0001-04  
 CONTEM CONTROLE TECNOLÓGICO  
 DE MATERIAIS LTDA  
 AC Plínio Arlindo de Nes, 2275  
 Letra D Sala 01  
 Belverde - CEP 89810-460  
 Chapeco - SC