



**FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE**

**CINDY DA SILVA BRESOLA**

**FABRICAÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO COM EMPREGO DE  
SERRAGEM DE MADEIRA.**

**ARIQUEMES- RO  
2020**

**CINDY DA SILVA BRESOLA**

**FABRICAÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO COM EMPREGO DE  
SERRAGEM DE MADEIRA.**

Trabalho de Conclusão de Curso para a obtenção do Grau em Engenharia Civil apresentado à Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA.

Orientador (a): Prof. (o)Esp. (o): Bruno Dias de Oliveira.

**ARIQUEMES- RO**

**2020**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Júlio Bordignon - FAEMA**

---

B842f	BRESOLA, Cindy da Silva.
	Fabricação de tijolo solo-cimento com emprego de serragem de madeira. / por Cindy da Silva Bresola. Ariquemes: FAEMA, 2020.
	54 p.; il.
	TCC (Graduação) - Bacharelado em Engenharia Civil - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.
	Orientador (a): Prof. Esp. Bruno Dias Oliveira.
	1. Tijolo Solo-Cimento. 2. Resistência a compressão. 3. Pó de Serragem . 4. Sustentabilidade. 5. Substituição de Cimento. I Oliveira, Bruno Dias. II. Título. III. FAEMA.
	CDD:620.1

---

**Bibliotecária Responsável**  
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro  
CRB 1114/11

**CINDY DA SILVA BRESOLA**

**FABRICAÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO COM EMPREGO DE  
SERRAGEM DE MADEIRA.**

Trabalho de Conclusão de Curso para a obtenção do Grau em Engenharia Civil apresentado á Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA.

Orientador (a): Prof. {o}Esp.(o): Bruno Dias de Oliveira.

**Banca Examinadora**

---

Prof. Ruan Iuri de Oliveira Guedes  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente-FAEMA.

---

Prof.Esp. Bruno de Oliveira Dias  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente-FAEMA.

---

Prof.Esp. João Victor da Silva Costa  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente-FAEMA.

**ARIQUEMES- RO**

**2020**

## DEDICATÓRIA

Agradeço a Deus por ter me dado forças, pois não foram dias fáceis, e a minha família por sempre me apoiar.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ser minha fonte de forças, inspirações e coragem.

A minha família, minha Mãe Marice por sempre me incentivar e demonstrar sua felicidade por cada conquista minha, a minha irmã Emanuely por sempre dizer que tudo é possível e que eu iria conseguir diante das dificuldades enfrentadas e em especial ao meu Pai Ironi um grande homem, um exemplo em minha vida, que nunca mediu esforços em me ajudar e fez de tudo para que esse sonho se tornasse realidade.

Ao Professor Ms. Jhonattas Muniz, pelo incentivo desde a seleção do tema até grande parte do desenvolvimento desse TCC, sua ajuda foi de grande encorajamento.

A Professora e Orientadora do curso Ms. Silenia Priscila, que diante de choros, nunca deixou de acreditar e sempre incentivou o nosso melhor.

O professor Bruno Dias que mesmo ao pegar o trabalho em andamento, me orientou no progresso deste trabalho.

À Faculdade Faema, pela oportunidade concedida de cursar a graduação.

Aos professores que diante desses cinco anos, pode nos dividir o conhecimento diante de cada matéria ministrada.

Aos funcionários e técnicos do Laboratório da instituição, por total a ajuda oferecida no decorrer deste trabalho.

As minhas amigas de trabalhos no decorrer do curso, que vou levar pra vida.

Enfim a todos que contribuíram e torceram para a conclusão deste trabalho, o meu muito obrigada!

## RESUMO

A busca pela sustentabilidade gera preocupação em todos os setores da economia, inclusive no ramo da construção civil, em que há uma demanda por materiais que causem menos impacto ambiental durante sua fabricação. O tijolo solo-cimento se torna uma escolha viável, visto que sua forma de fabricação não requer queimação em forno a lenha, impedindo o desmatamento e a poluição do ar. Existe, ainda, a possibilidade do aproveitamento de resíduos da construção civil, agrícolas e industriais na sua fabricação, contribuindo no descarte adequado desses materiais à natureza. O objetivo desse trabalho é fabricar tijolos confeccionados com resíduos de pó de madeira em substituição parcial com o cimento, em diferentes tempos de cura (idades). Na confecção dos tijolos, serão avaliadas as propriedades física e mecânica das matérias-primas, solo, cimento e pó de madeira. Foram estabelecidos os percentuais de pó de madeira entre 0%, 5%, e 10%. Os tijolos sustentáveis serão submetidos aos ensaios de absorção de água e compressão simples nas idades de 7 e 28 dias. Os resultados descobertos determinaram que a substituição parcial do cimento por pó de serragem teve um impacto nas propriedades físicas. Apenas o tratamento confeccionado com 5% de adição a pó de serragem foi o único a obter valores igual a 20%.

Dessa forma, pode-se perceber que a substituição de cimento por pó de serragem, do modo como foi preparado neste trabalho, apresentou resultados satisfatórios perante os requisitos normativos em idades diferentes, por tanto não se pode descartar a probabilidade de emprego desse resíduo, em junção ao solo-cimento. Recomenda-se que os novos estudos sejam elaborados de maneira otimizada no seu processo de produção, bem como, melhorias na compatibilidade dos materiais vegetais e cimento, como nos moldes para a sua fabricação.

**Palavra-chave:** Tijolo solo-cimento. Resistência a compressão. Pó de Serragem. Sustentabilidade. Substituição de cimento.

## ABSTRACT

The search for sustainability generates concern in all sectors of the economy, including the civil construction sector, in which there is a demand for materials that cause less environmental impact during their manufacture. The soil-cement brick becomes a viable choice, since its form of manufacture does not require burning in a wood oven, preventing deforestation and air pollution. There is also the possibility of using civil construction, agricultural and industrial residues in their manufacture, contributing to the proper disposal of these materials to nature. The objective of this work is to manufacture bricks made from wood powder residues in partial replacement with cement, at different curing times (ages). In making the bricks, the physical and mechanical properties of the raw materials, soil, cement and wood powder will be evaluated. The percentages of wood dust between 0%, 5%, and 10% were established. The sustainable bricks will be subjected to water absorption and simple compression tests at the ages of 7 and 28 days. The results found determined that the partial replacement of cement by sawdust had an impact on physical properties. Only the treatment made with a 5% addition to sawdust was the only one to obtain values equal to 20%.

Thus, it can be seen that the replacement of cement by sawdust powder, as prepared in this work, presented satisfactory results in view of the normative requirements at different ages, therefore, the likelihood of using this residue cannot be ruled out, in junction with soil-cement. It is recommended that the new studies are carried out in an optimizing manner in their production process, as well as improvements in the compatibility of plant materials and cement, as in the molds for their manufacture.

**Key words:** Soil cement brick. Compaction resistance. Sawdust powder. Sustainability. Cement replacement.



## **Lista de Siglas**

- ABCP- Associação Brasileira de Cimento Portland.
- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABRALPE- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.
- ABRECON- Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição.
- ATT- Área de Transbordo e Triagem.
- CAD- Concreto de Alto Desempenho.
- ETA- Estação de Tratamento de Água.
- ISO- Organização Internacional para Padronização.
- NBR- Norma Brasileira.
- RCD- Resíduos de Construção e Demolição.
- RSU- Resíduos Sólidos Urbanos.
- SEBREA- Serviço Brasileiro de Apoio as Micros e Pequenas Empresas.

## Lista de Figura

Figura 1 - Modelo De Tijolos Solo-Cimento.....	25
Figura 2- Serragem de Madeira no Setor Industrial.....	29
Figura 3-Secagem na Estufa.....	30
Figura 4-Solo peneirado.....	31
Figura 5 - Emboço experimental .....	32
Figura 6- Diagrama do processo .....	35
Figura 7- Prensagem dos Tijolos.....	36
Figura 8 - Processamento de cura dos tijolos .....	36
Figura 9 - Tijolos Estocados.....	37
Figura 10 - Ensaio de Absorção de Água.....	37
Figura 11 - Tijolo de Solo-cimento no ensaio de Compressão .....	38
Figura 12 - Curva Granulométrica Solo Natural .....	40
Figura 13 - Curva Granulométrica Solo Corrigido .....	41
Figura 14 - Curva de Compactação para todas as porcentagens do pó de madeira avaliada.....	43
Figura 15- Absorção Média de Água.....	45
Figura 16 - Gráfico demonstrativo das resistências obtidas nos ensaios.....	47

## Lista de Tabela

Tabela 1 Quantidade Total de RCD Coletados pelos Municípios do Brasil.....	18
Tabela 2 Coleta de RCD na Região Norte. ....	19
Tabela 3 Principais Compostos do Cimento.....	22
Tabela 4 Requisitos Para a Escolha do Solo. ....	26
Tabela 5 Características Técnicas .....	26
Tabela 6 Características Dimensionais .....	27
Tabela 7 Substituição Parcial dos Resíduos de Pó de Serragem. ....	32
Tabela 8 Ensaio dos Tijolos.....	33
Tabela 9 - Quantitativo do Material usado na Fabricação do Tijolo Solo-cimento.....	34
Tabela 10 Solo Natural.....	40
Tabela 11- Solo Corrigido.....	41
Tabela 12 – Massa Específica do Solo Natural e Corrigido. ....	42
Tabela 13- Valores ábdito para massa específica e umidade ótima para as composições adotada.....	42
Tabela 14 - Dimensões médias e desvio padrão dos tijolos produzidos de acordo com o tratamento e idade avaliados.....	44
Tabela 15 - Absorção Média de Água aos 28 Dias .....	45
Tabela 16 - Resistência média a compressão simples dos tijolos ensaiados .....	46
Tabela 17 - Comparativo do aumento de resistência a compressão entre 7 e 28 dias. .....	47
Tabela 18 - Resultados encontrados nas bibliografias para a resistência a compressão de tijolos solo-cimento com substituição parcial do cimento com resíduos.....	48

## SÚMARIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO .....	16
2.2 OBJETIVO SECUNDÁRIOS .....	16
<b>3. REVISÃO LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
3.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	16
<b>3.1.1 Sustentabilidade na Construção</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1.2 Resíduos de Construção Civil</b> .....	<b>18</b>
3.2 SOLO E SUAS PROPRIEDADES .....	19
<b>3.2.1 Granulometria do Solo</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2.2 Compactação do Solo</b> .....	<b>21</b>
3.3 CIMENTO PORTLAND .....	22
3.4 TIJOLO CONVENCIONAL .....	23
<b>3.4.1 Histórico e Composição</b> .....	<b>23</b>
<b>3.4.2 Fabricações</b> .....	<b>23</b>
3.5 TIJOLOS ECOLÓGICOS .....	24
<b>3.5.1 Tijolo Solo-Cimento</b> .....	<b>25</b>
<b>3.5.2 Tijolo Solo-Cimento e Partículas Vegetais</b> .....	<b>27</b>
3.6 RESÍDUOS DE MADEIRA .....	27
<b>3.6.1 Madeira Castanheira</b> .....	Erro! Indicador não definido.
3.7 METODOS DE FABICAÇÃO DE SOLO-CIMENTO .....	29
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
4.1 RESÍDUOS DE MADEIRA .....	29
4.2 CIMENTO .....	30
4.3 ÁGUA .....	30
4.4 SOLO .....	30
<b>4.4.1 Caracterização do Solo</b> .....	<b>31</b>
4.5 DELINIAMENTO EXPERIMENTAL .....	32
4.6 FABRICAÇÃO DOS TIJOLOS .....	33
<b>4.6.1 Caracterização dos Tijolos</b> .....	<b>33</b>
4.7 DEFINIÇÃO DO TRAÇO .....	33
4.8 PROCEDIMENTO DE ELABORAÇÃO, Prensagem e Recuperação dos Tijolos .....	34
4.9 PESQUISA DIMENSIONAL .....	37
4.10 VERIFICAÇÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA .....	37
4.11 ENSAIOS DE COMPRESSÃO .....	38

<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>40</b>
5.1 ANALISE GRANULOMÉTRICA.....	40
5.2 MASSA ESPECÍFICA DO SOLO .....	41
5.3 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO .....	42
5.4 ANALISE DIMENSIONAL .....	44
5.5 ABSORÇÃO DE ÁGUA.....	45
5.6 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO.....	46
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem transpassado na sociedade contemporânea e esse advento provoca mudanças na forma de consumir, de negociação e das construções na cidade. O setor de construção civil foi impactado com os novos modelos de desenvolvimento sustentável, o reaproveitamento de resíduos e o emprego viável de novas ferramentas, fazendo com que os novos materiais de desempenho sejam amplamente pesquisados e gradativamente averiguados os novos métodos de construir, reagindo de forma proativa adotando mudanças na forma de edificar e executar as obras e de otimização de suas matérias.

Nesse conceito surgiu em algumas décadas o desenvolvimento do tijolo solo-cimento, no qual é composto por solo, água e cimento e tem como vantagens aos tijolos tradicionais a não queima nas olarias, onde requer muita energia para sua fabricação, nesse sentido fabricar tijolo solo-cimento além de ser uma alternativa viável a probabilidade de incorporar outros resíduos da construção civil e de outros setores, que assegura uma alternativa nobre para esses resquícios. Os resíduos que podem ser acrescentados nos tijolos solo-cimento são de in tipos como casca de arroz, casca de café, fibras de bambu, resíduos moídos de demolições e de serragem.

Os resíduos de serragem na região do Vale do Jamari são excessivos, sendo assim, cada região deve analisar os resíduos disponíveis e assim utiliza-los de uma forma mais viável. Segundo (Biomassa, Br 2016.), após o levantamento de dados, no Brasil há uma estimativa de 30 milhões de toneladas de resíduos de madeiras que são gerados anualmente. A região de Rondônia-Ariquemes não fica atrás, também se sobre sai, fazer um gerenciamento desses resíduos vai de acordo com a legislação 12.305/2010- Política Nacional de Resíduos Sólidos, onde diz que todas as impressas devem reduzir os volumes de resíduos gerados e também aproveitar os resíduos como matérias prima.

O uso da madeira é um dos itens mais importantes na economia brasileira, tem vivenciado diversas modificações em consequência da sua remoção e de seu despojo inadequável na natureza, como a quantidade de serragem que são queimadas de forma irregular e destinados a rios.

Com isso o reaproveitamento dos resíduos de madeira e de suma importância, visto que sua contribuição para a reutilização é proporcionada a

alternativas socioeconômico, as empresas que gerenciam os resíduos de forma apropriada.

Dessa forma a aplicação de serragem em tijolo solo-cimento, destina-se a diminuir o impacto ambiental na reutilização dos insumos já extraído e descartado no ecossistema, buscando empregar novidades e soluções na amenização e perdas na construção civil, propondo a substituição total do tijolo cerâmico nas casas populares, adquirindo resistência altamente satisfatória e conservação através das reações de hidratação do cimento transformando um produto de fácil utilização e com perdas muito menores do que os tijolos convencionais.

Esse método revolucionário tem uma função de contribuição para o desenvolvimento sustentável, gerando novas formas de rendas, redução de custo, de energia e conseqüentemente diminuir o uso dos recursos naturais e por fim baixando o custo do produto final.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO**

Confeccionar tijolo ecológico solo-cimento empregando resíduos de madeira (serragem).

### **2.2 OBJETIVO SECUNDÁRIOS**

- Redigir um levantamento bibliográfico sobre a fabricação de tijolos convencionais e tijolo solo-cimento;
- Caracterizar o solo argiloso;
- Elaborar os parâmetros de fabricação por meio das Normas Técnicas ABNT 10833/89 Fabricação de Tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com utilização de prensa hidráulica;
- Determinar o teor de resíduos adequado a ser adicionado no tijolo solo-cimento;
- Avaliar o desempenho mecânico de resistência à compressão nos tijolos solo-cimento.

## **3. REVISÃO LITERATURA**

### **3.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

A descrição do Desenvolvimento Sustentável ocorreu no século XVII, onde sua única intenção era sensibilizar o planeta para o desperdício dos recursos naturais, a necessidade desse novo desfecho foi devido a imposições de sobrevivência da humanidade, com intenções de prevenção a dimensões ambientais, economias e sócias, de modo a cuidar para que as gerações futuras tenham o mesmo ensejo das gerações presentes de satisfazerem suas próprias necessidades (PEREIRA, 2009).

A aplicabilidade da conceituação do termo Sustentabilidade a realidade propõe um encadeamento de medidas por parte do poder público e de iniciativa privada, buscando um elevado nível de conscientização e de participação de ambos os lados.



(SANTOS, 2014). A Constituição Federal de 1998 (CF/88), declara que todas as pessoas possuem direitos ao meio ambiente ecologicamente balanceado, sendo então saciada a qualidade de vida, e determina que o poder público e a sociedade tenham o dever de defender e preservar o presente e futuras gerações.

Afinal, incontáveis são os impactos ambientais provocados pelo uso dos recursos naturais e pela geração de resíduos, o que requer que sejam seguidas instruções a partir da política que se destinam a implantação de uma referência prática de gestão, tanto para iniciativa privada quanto e essencialmente para o poder público (JULIATTO; CALVO; CARDOSO, 2011).

### **3.1.1 Sustentabilidade na Construção**

Segundo Carvalho (2019), conservar a Sustentabilidade no campo da construção requer todo um conhecimento prévio na parte do projeto além de ser imprescindível o entendimento da caracterização de uma edificação sustentável. A assembleia Internacional de Pesquisa e Inovação em Construção, expos o seu conceito, em relação a matéria de construção sustentável, “O método holístico para instaurar e permanecer com o equilíbrio entre os ambientes natural e construído, formam estabelecimentos que comprova a honestidade humana e encoraja obter a igualdade econômica” (Ministério do Meio Ambiente).

A construção sustentável se fazendo presente nas atualidades, com o intuito de ajudar o ser humano, a natureza e seus recursos naturais, garantindo então uma boa qualidade de vida. Uma estruturação sustentável não é modelo para resoluções de problemas atuais, trata-se de uma abordagem em busca de novas soluções de intervir no meio ambiente, perseverando-o e recuperando a harmonia no entorno. O conceito de uma construção moderna e sustentável tem de se enfrentar e achar possíveis resultados para a problematizações ambientais sem descartar as tecnologias atuais e as criações de edifícios que buscam atender a necessidades de seus usuários (ARAUJO, 2008).

Para a obtenção de excelentes resultados é importante atender todas as recomendações das normas ISO 21930/17 e ISO 15392/08 (Organização Internacional para a Padronização.) A população adotou esses novos métodos de edificação, empenhando-se a garantir um novo modelo de vida, pois quanto mais sustentável uma obra, mais marcante deve ser sua prevenção contra e quais quer tipo

de impactos que podem ser provocados antes, depois e durante uma vida útil.

### 3.1.2 Resíduos de Construção Civil

Os resíduos de construção civil se precipua na etapa de dimensão do material esperável no projeto como a quantia de utensílios usado na execução, os materiais em ausência ou em abundância constituem em ruínas, desperdiçamento e impacto negativo na estimativa prevista (PAIXÃO; ALBERTO; RITTER, 2007). Em consideração aos 50% dos desperdícios são eliminações incluídas e reutilizada na mesma obra, e o restante dos 50% retiram-se das obras em estado de escombros (ESPINELLI, 2005).

Nas últimas décadas os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) vem adquirindo-se uma atenção maior, ao simples fato que os RCDs se tornaram um principal agente para a poluição ambiental. No Brasil, os altos índices de processos construtivos se dão nos canteiros de obras, onde os RCD além de poluentes ao meio ambiente, causam sérios problemas logísticos e prejuízos financeiros, (NAGALLI,2016). A geração de RCD no Brasil é de 500kg/hab. Ano e apresenta de 41% a 70% do conjunto de todos as classes de resíduos sólidos urbanos (Pinto 1999).

Conforme os dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, Abrelpe (2018), estima-se que nos anos de 2017/2018 os números relativos à geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), chegou a 216.629 de toneladas diárias.

Os serviços de limpeza dos municípios apanharam, em 2018, 122.012 toneladas desse tipo de resíduo por dia, um pequeno recuo até 2017, como visto na tabela a seguir.

Tabela 1 Quantidade Total de RCD Coletados pelos Municípios do Brasil.

2017		2018	
Total (Tonelada/ dia)	Per Capital (kg/habitante/ dia)	Total (Tonelada/ dia)	Per Capital (kg/habitante/ dia)
123.421	0,594	122.012	0.585

Fonte: Abrelpe/IBGE, (2018.)

A região Norte teve um total de 0,005 de kg/t, reduzido do ano de 2017 a 2018, apresentado na tabela 2.

Tabela 2 Coleta de RCD na Região Norte.

2017		2018	
Total (Tonelada/ dia)	Per Capital (kg/habitante/ dia)	Total (Tonelada/ dia)	Per Capital (kg/habitante/ dia)
4.727	0,264	4.709	0.259

Fonte: Abrelpe/IBGE, (2018)

Na época atual existem empresas como ABRECON (Associação Brasileira Para a Reciclagem De Resíduos Da Construção Civil e Demolição), que dispõe um sistema que destina reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos de construção. A empresa oferece serviços de Uberização Do Transporte, tendo como ideia de destinação correta e adequada, fazendo com que o cliente tenha senso maior com a responsabilidade ambiental. Depois de retirado os entulhos o mesmo sucedeu por outro serviço disponibilizado que é ATT (Área De Transbordo e Triagem), a qual é uma incentivadora entre o negociador e o causador (fabricador ou gerador de resíduo) e o destruo de inertes ou extensão de reciclagem de entulho

Desta maneira, ATT tem uma performance crucial onde são feitas as escolhas de sobras da construção, que proporciona o seu reaproveitamento. Toda a organização que fica a frente para receber os resíduos da construção, estão habilitados, para a demanda desse serviço.

### 3.2 SOLO E SUAS PROPRIEDADES

O solo possui uma origem na dissociação da rocha e contém diversos minerais, sendo uma substancia densa e resistente, pois a mesma tem a capacidade de aguentar uma edificação (SANTIAGO, 2001).

As estruturas do solo são compostas por agregações de partículas primaria, areia, argila, silte e também é composta por outros componentes, calcário, matéria orgânica, sais e entre outros. O comportamento do solo é motivado pelo deslocamento de partículas solidas entre si, no qual gera modificações nas porcentagens de volume nas partes constituída solidas, ar e água (REBOUÇOS, 2008).

Para realizar esse método de estudo foi necessário todo um estudo para a escolha correta de cada elemento, a escolha do solo é fundamental, pois através dos ensaios e possível ter a previa de qual tipo de solo é resistente perante a esse estudo.

Sabe-se que antes do preparo de uma obra são necessários os estudos de cada etapa, para a facilitação de possíveis problemas, o solo não menos importante se deve uma atenção dobrada, para evitar danos futuros. Segundo, Da Silva, (2005) o uso de construção com solo-cimento não é aceitável quaisquer tipos de solo, por sua vez, é necessário que se faça um análise correto na escolha que influência à granulometria da condição do solo a ser empregado.

Ao realizar todo um estudo é permitido ter uma base dos quais tipos de solos podem ser agregados ao uso do solo-cimento, os solos compostos por argilas e siltes não são aconselháveis, por mais que a argila seja um componente importante devido suas composições, a mesma pode sofrer diversas rachaduras, fissuras depois de secas.

Para Lima; Alexandre (2009), os compósitos existentes no solo argiloso são responsáveis pelas misturas que é observada antes da prensagem e por sua resistência mecânica depois de feita a conformação do tijolo. E encontrável uma granulometria mais adequada no solo arenoso, à mesma proporciona, uma alta densidade na prensagem da mesclagem e se torna responsável pela diminuição ou não do teor do cimento e das prioridades mecânicas do tijolo.

A uma melhoria na resistência inicial formada por areia e silte, a areia se qualifica por ter uma boa persistência e por ser um elemento inerte e por fim tem uma grande contribuição para a melhor estabilidade e resistência finais (CEBRACE, 1981).

A estabilização ou melhoria de solos, segundo Gomes (2019), compõe-se na utilização de todo processo da natureza física, química, físico-química ou mecânica (natural ou artificial), com o intuito de alterar as propriedades dos solos efetivos de maneira a melhorar o seu procedimento quanto a utilização como material de engenharia, fazendo-se capaz de reaplicar de forma satisfatória às solicitações previstas.

### **3.2.1 Granulometria do Solo**

O ensaio de granulometria é utilizado para a determinação das distribuições do solo, o intuito do ensaio da NBR 7181 (ABNT, 1984b) é a obtenção da curva granulométrica do solo, através dessa curva podem-se alcançar as estimativas de porcentagens sob o peso seco total, correspondente a cada fração de solo.

Segantini (2000) considera de grande importância a participação de areia

grossa e pedregulhos no preparo do solo, visto que, são matérias inertes, com funções apenas de enchimento, por isso ao invés preencher os vazios, o cimento agira plenamente na ligação entre os grãos.

A granulometria da terra tem intervenção direta na qualidade e custo do solo-cimento, sendo possível ter uma breve conclusão que os solos mais indicados são os com características arenosas.

A análise granulométrica constitui-se na persistência das partículas que são constituídas as amostras (presentemente distintas dos sentimentos) e no análise estatísticos desse dado. Sobretudo o necessário a se fazer é determinar as medidas das partículas específicas e estudar sua distribuição, seja pelo peso de cada classe dimensional considerada, pelo volume ou pelo número de partículas integradas em cada classe (GOMES, 2019).

### **3.2.2 Compactação do Solo**

A compactação é um processo que visa melhorias nas propriedades do solo e no decorrer da redução de seus vazios, pela aplicação de pressão, impacto ou vibrações, além de que esses processos torna o maciço mais homogêneo resultando o aumento do peso específico aparente do solo.

Entenda-se que a compactação do solo são partículas forçadas a agruparem-se mais estreitamente através da redução nos vazios do ar, geralmente por meios mecânicos (BLUCHER, 1951).

A técnica de compactação surgiu no ano de 1933, pelo Engenheiro norte-americano R. Proctor, de modo que, por método de seus estudos, conclui-se que ao empregar determinada energia de compactação, a massa específica é resultante da função de umidade onde o solo existir. No momento em que a compactação sucede com a umidade baixa, a resistência entre as partículas é avantajado e não se atinge uma contenção de vazios significativos. Em compensação as umidades alta, faz com que a água viabilize efeitos de lubrificação entre as partículas que se deslizam e acomodasse de maneira mais compactada (PINTO, 2011).

Segundo Santos (2002), diz que a compactação dos solos é a danificação do solo por método mecânico, este método traz a estabilização e avanço, possibilitando a restrição dos volumes vazios. Desse modo, o procedimento, e de forma apropriada, os subleitos podem obter uma elevada continência de suporte.

Ao ser estudado, a Castro (2017), demonstra os resultados obtidos através de tabelas o percentual dos solos corrigidos, e dos valores retirados de umidade ótima e massa específica aparentemente seca. Com isso foi possível compreender que as inserções dos agregados na mistura do solo-cimento, tende conter a massa específica aparente seca, ao passo que aumenta a umidade ótima.

### 3.3 CIMENTO PORTLAND

O cimento Portland desencadeou uma verdadeira renovação na construção, ao longo do grupamento inédito de suas propriedades de maleabilidade, hidraulicidade (onde é endurecido de tal maneira na presença do ar como da água), consideradas as resistências aos esforços e a obtenção a partir de matérias-primas um tanto excessivo e disponíveis na natureza. A relevância deste material se desenvolveu em escala geométrica, desde o concreto simples até ao concreto armado e por fim, ao concreto protendido. A chegada de aditivos novos, com a sílica ativa, proporcionou a consecução do Concreto de Alto Desempenho (CAD), com resistência à compressão até dez vezes mais elevadas, inclusive aprovadas nos cálculos das estruturas (MASSA CINZENTA, 2008).

O cimento do tipo Portland ocorre através do método de calcinação, em temperaturas próximas as 1500 °C de uma combinação bem favorável de calcário, argila e gesso, onde atua no controle da pega (HELENE, P.A, 2007).

A temperatura alta faz com que os materiais reajam entre si elaborando produtos que, ao serem resfriados engloba em fragmentos com proporções bastante variável entre 2 mm a 20mm. Essa aglomeração é dominada clínquer, que ao ser moído da origem ao cimento Portland (SOUZA; RIPPER, 2001).

O clínquer Portland tem composições químicas e propriedades do cimento influentes pela proporção dos compostos anidros, dos quais se destacam, conforme a tabela 3.

Tabela 3 Principais Compostos do Cimento.

Compostos	Notações Químicas	Notações Químicas Condensadas
Silicato Tri cálcio	$3\text{CaO}.\text{SiO}_2$	$\text{C}_3\text{S}$

Silicato Bi cálcio	$2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$
Aluminato Tri cálcio	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}$
Ferro-Aluminato	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{AF}$
Tetro cálcio		
Gipsita	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_5\text{H}_2$

Fonte: Souza e Ripper (2001).

Ao estudo completo de um componente do solo-cimento, torna se interessante o conhecimento de como os compostos é encontrado no cimento e seus comportamentos durante a relação de hidratação e como eles influenciam nas propriedades finais do produto.

### 3.4 TIJOLO CONVENCIONAL

Os tijolos mais usados na construção civil são os tijolos cerâmicos, que são fabricados com argilas, por isso a cor avermelhada, logo, foram escolhidos para o presente estudo a comparação do tijolo solo-cimento.

#### 3.4.1 Histórico e Composição

Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, (Sebrae, 2008.), os registros de descobertas sobre o tijolo foram nas escavações dos arqueólogos em Jerico do Oriente Médio, na época neolítico inicial. A alvenaria se configurava como uma peça grande em forma de pão, seca diante do sol, com o peso em torno de 15 kg.

No Brasil, os seus primeiros registros foram no período colonial, mas a parti do ano de 1549, que foi estimulado como produto de materiais de construção civil para ser desenvolvidas no crescimento da cidade (SEBRAE, 2008).

#### 3.4.2 Fabricações

Nota-se que o procedimento de fabricação de peças cerâmicas vermelhas é bem comum em empresas desse ramo, tendo pequenas variações, como as características particulares de cada matéria-prima ou produto final. De acordo com a empresas seus equipamentos podem ser rudimentares ou mais modernos

(OLIVEIRA, 2011).

De acordo com Vieira (2009), a argila após ser pega, passa por um processo no qual é feita as fases de laminação e destorroamento, para o apoucamento da granulometria do material, sendo então reduzido os possíveis rompimentos de peças. A massa formada é colocada a uma segunda laminação com acréscimo de água, caso necessário de aditivos para a correção nos aspectos químicos e mineralógicos da massa. Deste modo a um melhoramento na condição de plasticidade da massa, sendo então submetida a conformação, etapa de modelagem em máquinas extrusoras. O próximo passo na produção dos blocos é o corte, em que, de acordo com Oliveira (2011), os cortadores concedem as peças nas dimensões adequadas, sendo capaz de ser manuais ou automáticos.

Conforme Nunes e Resende (2013), depois de passar pelo processo de corte, passam pela secagem podendo ser natural ou artificial, tendo então as vantagens ao secar naturalmente com o baixo custo, já o processo artificial visa oferecer o menor tempo de secagem, maior produtividade redução de perdas e melhorias na produção.

Por fim as peças são levadas para serem cozidas a temperaturas que variam entre 800 a 1000 C°, após o termino de resfriamento podem ser submetidas a esmaltação e decoração, (SILVIA,2009).

### 3.5 TIJOLOS ECOLÓGICOS

O uso de terra (crua), segundo Copoari; de Oliveira (2016), tem se tornado cada vez mais usual no mundo da construção, fazendo com que se diminua o impacto ambiental ocasionado pelo ramo da construção civil. Ao obter a mistura de água e cimento chegasse à formação do tijolo ecológico, que são chamados deste modo, porque na sua fabricação é evitada a utilização do processo de queima de madeira e combustível.

São encontrados em diferentes tamanhos e modelos, sendo escolhidos de acordo com o projeto, mão de obra, equipamentos locais e condicionantes específico. Os tijolos podem ser configurados em maciços ou furados ou sem canaletas, durante seu processo de execução devem se atentar a inúmeros detalhes para que a qualidade do tijolo seja alcançada e por fim o resultado final conclua-se em um componente para alvenarias com menor impacto ambiental que os tradicionais (PISANI,2005). Essas variações de formatos de tijolos são de extrema importância



visto que se há melhorias para o atendimento de cada necessidade do projeto arquitetônico, como visto na figura 1.

Figura 1 - Modelo De Tijolos Solo-Cimento



Fonte: <http://www.tijolo.eco.br/tijolo-ecologico/>

Segundo a norma NBR 12.254/90, o solo-cimento é um elemento endurecido, resultante de um conjunto homogêneo, compactado e curado do solo, o cimento e a água são postos em dimensões estabelecidas, através de dosagem executada conforme a NBR 12254(1990).

O componente principal da mistura é o solo, o cimento retrata uma quantia que varia entre 5% a 10% do peso do solo, sendo suficiente para promover a estabilização e averiguar as propriedades de resistência desejada (ABCP, 1985).

De acordo com Caputo (1988), a adição de cimento ao solo tem como função haver uma estabilidade, fazendo com que sua coesão aumente, é vantajoso o uso do aglutinante, por sua vez, a maioria do solo pode ser estabilizada de maneira eficiente e econômica com seu emprego.

### 3.5.1 Tijolo Solo-Cimento

Os tijolos solo-cimento têm uma concordância com o desenvolvimento sustentável, pois sua fabricação requer baixa consumação de energia na remoção de matérias prima, onde é dispensável o processo de queima e limitam a necessidade do deslocamento, uma vez que os tijolos podem ser fabricados com o solo do próprio local da edificação. O proveito do tijolo ecológico assegura maior rapidez no sistema construtivo e na economia de materiais e mão-de-obra, eliminando a necessidade de rasgos na parede para a passagem de tubulações, sendo que, os tijolos contêm furos que ficam aplicado no assentamento e formam dutos por onde são passados os fios e as tubulações hidráulicas, diminuindo o consumo de argamassa e de regularização. Suas vantagens são de proporcionar conforto térmico e acústico superior ao das construções convencionais (SEGANTINI; ALCANTARA, 2007).

Outro benefício que diz respeito à sustentabilidade ocorre no canteiro de obras, visto que por conta dos encaixes a uma facilitação na execução do tijolo, fazendo com que há uma redução no consumo de outras matérias, como argamassa, concreto e o aço. Por conta de os tijolos conterem furos e encaixes é produzido menos entulhos, em razão de que não é necessária a quebra de paredes para as instalações de encanação, diminuindo o custo e tempo de construção. Esses furos contidos nos tijolos servem para a facilitação de passagem das instalações elétricas e hidráulicas, com inclusão de encaixar as colunas de sustentação, (SILVA, 2008).

Conforme a ABCP (2016), a doseamento do solo-cimento tem de ser realizada por meio de ensaios laboratoriais, seguindo as interpretações das resoluções, com base em critérios pré-estabelecido, fazendo com que os resultados finais consistem na fixação de três parâmetros: quantidade de água, cimento e massa específica aparentemente seca máxima.

A Tabela 4 possui as especificações estabelecidos pela NBR 10833 (ABNT, 2012c), que têm como finalidade definir as condições apresentas, para a produção de tijolos maciços e blocos vazados de solo-cimento, usados em alvenaria.

Tabela 4 Requisitos Para a Escolha do Solo.

CARACTERÍSTICA	REQUISITOS
% de solo que passa na peneira ABNT 4,75 mm (n°4)	100%
% de solo que passa na peneira ABNT 0,075 mm (n° 200)	10 a 50%
Limite de Liquidez	≤ 45 %
Índice de Plasticidade	≤ 18 %

Fonte: NBR 10833 (ABNT, 2012c).

As combinações de solo-cimento precisam ser preparadas de forma que os tijolos e blocos produzidos, cumpram aos requisitos mínimos determinados pela NBR 8491 (ABNT, 2012a), para o caso de tijolos, definidos na Tabela 5. A Tabela 6 retrata da tipologia dos tijolos, conforme com suas dimensões.

Tabela 5 Características Técnicas

CLASSIFICAÇÃO	OBSERVAÇÃO
---------------	------------

Tolerâncias Dimensionais	Largura Altura Comprimento	± 1 mm
Resistencia a Compressão	Valores médios Valores individuais	Maior ou igual a 2,0 Mpa Maior ou igual a 1,7 Mpa
Absorção de água	Bloco e Tijolos	Menor igual a 20 % para valores médios Menor igual a 22% para valores individuais

Fonte: NBR 8491 (ABNT, 2012a).

Tabela 6 Características Dimensionais

Material	Tipos	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)
Tijolos	A	200	100	50
	B	240	120	70

Fonte: NBR 8491(ABNT, 2012a).

### 3.5.2 Tijolo Solo-Cimento e Partículas Vegetais

O crescente desperdício de resíduos vem sendo preocupante ao decorrer dos anos, com isso há estudos de técnicas que consideram mais ecológicas por provocarem menos impactos ambientais e vem obtendo um espaço tanto no mercado quanto no campo de pesquisa. Com isso várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas, na utilização de solo cimento com inúmeros agregados.

Ferrari, (2014) analisou a viabilidade de estudo do solo da região de Arenito Caiuá, situado no Noroeste do Paraná, o intuito da pesquisa era a substituição fracionária do cimento por cinza de bagaço da cana-de-açúcar, com base nos resultados, os autores concluiu que o solo da localidade cumpriu aos limites estabelecidos da NBR 10833 (ABNT, 2012c) e o teor 7% de cimento, acrescentado à mistura, evidenciou os melhores desfechos, para a resistência à compressão em todas as idades. Já a junção das cinzas, em substituição parcial do cimento, os

resultados determinaram que a resistência à compressão diminuiu, em todos os tratamentos, contudo o teor de 10% alcançou aos requisitos mínimos da norma, com idade de 21 dias, analisando então, a possibilidade de sua utilização.

Nascimento (2011) reproduziu tijolos de solo-cimento reforçados com fibra de casca de coco e analisou dentre outras propriedades, o isolamento térmico deste material. Do ponto de vista térmico, todos os tratamentos, em que as fibras de coco foram introduzidas, apresentaram valores de isolamento térmico maior que o tratamento controle, as outras propriedades estudadas, resistência à compressão, absorção de água, massa específica, também, apresentaram valores satisfatórios, indicando, assim, a viabilidade dessas incorporações.

Da Silva (2005), ressaltou que nos seus estudos, suas porcentagens de análise com os resíduos de madeira foram de 0 a 3 %, onde poderia ser analisada uma porcentagem a mais para o teste de sua resistência, a fim de obter melhores resultados.

### 3.6 RESÍDUOS DE MADEIRA

A utilização desta matéria-prima apresenta vantagens como a disponibilidades de propriedades térmicas elevadas com bom controle de umidade do ambiente, gerando o mínimo de consumo energético e poluição nos ares em seu processo de fabricação. Quanto a introdução dos resíduos de madeira, existem pontos positivos que dão melhorias as propriedades dos tijolos. (SILVA, 2005).

No fragmento da construção civil no Brasil é normal não haver a separação da madeira dos resíduos sólidos, e sua finalização é no aterro sanitário. Na circunstância em que acontece a separação da madeira no local da obra, estes resíduos são reduzidos na categoria dos resíduos designados à reutilização, reciclagem ou armazenamento temporário. O motivo restritivo para a reciclagem da madeira empregada na construção civil é a condição desta estar normalmente “contaminada” com outros insumos como concreto/argamassa, metais (pregos, arames, grampos, parafusos, dobradiças, etc.) e além disso os agentes desmoldantes; (Ministério do Meio Ambiente, 2009).

Existe um alto índice de desperdícios de pó de madeira na região do Vale do Jamari, com um grande número de serralheria pela cidade de Ariquemes-RO, o intuito da utilização desses resíduos é acabar com as causas prejudiciais do ambiente, saúde

e dando um melhor descarte para o mesmo.

### 3.7 METODOS DE FABICAÇÃO DE SOLO-CIMENTO

Os desenvolvimentos de confecção do solo cimento são feitos manualmente ou mecanizados, na caracterização geotécnica do solo foram utilizados os equipamentos específicos pela norma ABNT. Para o efetramento dos ensaios de compressão simples são empregadas as prensas, a máquina universal possibilita variados tipos de ensaios para a visualização dos resultados do produto final (Da Silva, 2005).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 RESÍDUOS DE MADEIRA

Os resíduos coletados foram as sobras de serragem do setor industrial de Ariquemes/RO, conforme a figura 2.

Figura 2- Serragem de Madeira no Setor Industrial.



Fonte: Autora, (2020).

Caso estivessem molhadas, seriam destinadas à estufa modelo 0531717M-92, marca Solotest, para o processo de secagem, de 105 a 110°C durante 24h, a mesma estava seca.

## 4.2 CIMENTO

O cimento aplicado foi o Portland CP II Z 32, adquirido em lojas de materiais de construção do município de Ariquemes/RO. A definição do tipo e qualidade do cimento foi pelo fato da sua resistência e de ser um dos mais comuns no município.

## 4.3 ÁGUA

A água utilizada nos processos é proveniente de poço semi-artesiano construído nas dependências da Faculdade de Educação e Meio Ambiente Faema e águas de Ariquemes, da minha residência.

## 4.4 SOLO

Ao iniciar os estudos a partir da revisão da literatura, entende-se que há diversos tipos de solos com suas granulometrias diferenciadas, podendo então ser utilizadas na confecção dos tijolos solo-cimento. O solo utilizado nessa pesquisa foi o solo argiloso, coletado no setor industrial de Ariquemes. Após a sua extração foi destinado à estufa modelo 0531717M-92, marca Solotest, para o processo de secagem, de 105 a 110 °C durante 24h e peneirado com finalidade de eliminar o máximo possível de resíduos inutilizáveis, de acordo com a figura 3 e 4.

Figura 3-Secagem na Estufa.



Fonte: Autora, (2020).

Figura 4-Solo peneirado



Fonte: Autora, (2020).

#### 4.4.1 Caracterização do Solo

Os ensaios contribuintes do solo têm um dimensionamento mais racional das obras a serem realizadas. As análises laboratoriais do solo foram avaliadas as suas características físicas e mecânicas.

Dessa forma, foram avaliadas as seguintes propriedades com suas respectivas normas, a saber:

- Massa específica NBR 6508 (ABNT, 1984a), com o alvo de obtenção a massa específica dos grãos de solo.
- Granulometria por peneiramento e sedimentação, NBR 7181 (ABNT, 1984b), com o intuito de definir a curva granulométrica do solo.
- Ensaio de Compactação Proctor Normal, NBR 7182 (ABNT, 1986), com o propósito de determinar a massa específica aparente máxima e o teor de umidade ótimo.
- Umidade, NBR 6457 (ABNT, 2016a), com a intenção de avaliar o teor de umidade do solo.

O ensaio de compactação do solo foi utilizado os moldes proctor normal, com cilindros e soquetes, baseado na NBR 7182.

#### 4.5 DELINIAMENTO EXPERIMENTAL

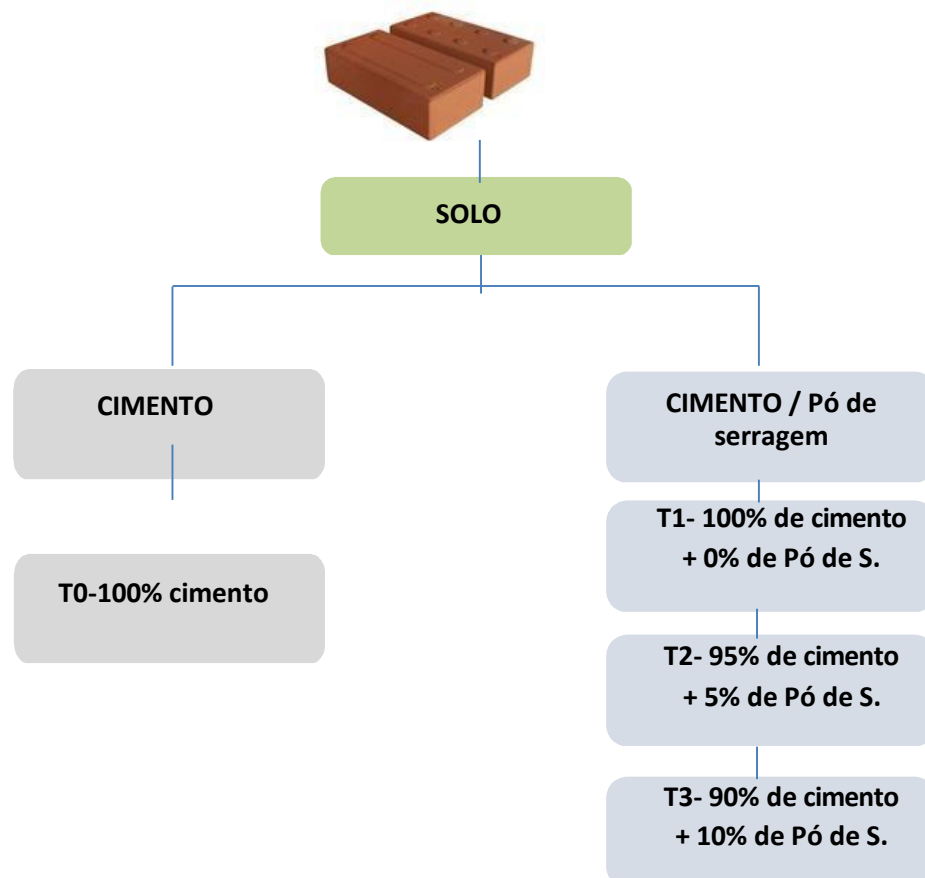
Os ensaios que avaliaram os tijolos com partículas de pó de madeira têm três fragmentações diferentes na comutação do cimento sendo 0%, 5% e 10% e idade de 7, 14 e 28, Conforme Tabela 7. A Figura 5 apresenta as proporções que serão substituídas em passo a passo.

Tabela 7 Substituição Parcial dos Resíduos de Pó de Serragem.

Composição da amostra	0	5	10
7	T7-0	T7-5	T7-10
14	T14-0	T14-5	T14-10
28	T28-0	T28-5	T28-10

Fonte: Autora (2020).

Figura 5 - Emboço experimental





Fonte: Adaptado, Castro (2017).

## 4.6 FABRICAÇÃO DOS TIJOLOS

A produção dos tijolos foi realizada de forma manual no laboratório de construção civil, Faculdade Educação e Meio Ambiente Faema.

Para a fabricação do tijolo solo-cimento foi usado uma mistura formada por solo, cimento e água, com agregados de resíduos de pó de madeira em seguida foi devidamente prensado. A prensagem é realizada dentro dos moldes com suas variações que possibilita produzir diversos tipos de tijolos.

### 4.6.1 Caracterização dos Tijolos

Os tijolos processados foram submetidos aos ensaios descritos na Tabela 8 para determinação de suas propriedades.

Tabela 8 Ensaio dos Tijolos

<b>Ensaio</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Idades dos Tijolos (dias)</b>
<b>Análise dimensional</b>	NBR 8492 (ABNT, 2012b)	7, 14, 28 dias
<b>Resistência à compressão</b>	NBR 8492 (ABNT, 2012b)	7,14, 28 dias
<b>Absorção de Água</b>	NBR 8492 (ABNT, 2012b)	7,14, 28 dias

Fonte: Autora (2020).

## 4.7 DEFINIÇÃO DO TRAÇO

A porção inserida do cimento na combinação foi definida a partir dos ensaios de caracterização do solo e suas classificações em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela norma NBR 10833 (ABNT, 2012c).

O traço de orientação para a fabricação do solo cimento é de 1:10, sendo que uma parte de cimento e dez do solo, conforme o Guia da Associação Brasileira do Cimento Portland.

#### 4.8 PROCEDIMENTO DE ELABORAÇÃO, PRENSAGEM E RECUPERAÇÃO DOS TIJOLOS

Mediante o ensaio de Fabricação de Tijolo e bloco solo-cimento com o uso de prensa manual ou hidráulica, a NBR 10.833 (ABNT, 2012), e a classificação do solo, são comprováveis a obtenção de identificação do percentual do cimento a ser complementado na mistura. Os tratamentos foram definidos considerando um percentual do cimento em ligação à quantidade do solo, onde a substituição do cimento por partículas de pó de madeira, foram em teores de 0%, 5% e 10%.

O aumento dos materiais empregados foi estabelecido, com base nos valores descobertos, no ensaio de compactação, os quais são: massa específica aparente seca e teor de umidade ótima, a cada tratamento os resultados estão descritos na tabela 9. O procedimento de produção dos tijolos seguiu os passos ilustrados no diagrama da figura 6.

Tabela 9 - Quantitativo do Material usado na Fabricação do Tijolo Solo-cimento.

<b>Tratamento</b>	<b>Solo (g)</b>	<b>Água (g)</b>	<b>Cimento (g)</b>	<b>Pó de Serragem (g)</b>
T0	1300	882,76	433,63	-
T5	1275	842,39	312,08	9,98
T10	1199	841,70	276,51	19,77

Fonte: Autora, (2020).

Figura 6- Diagrama do processo



Fonte: Autora, (2020).

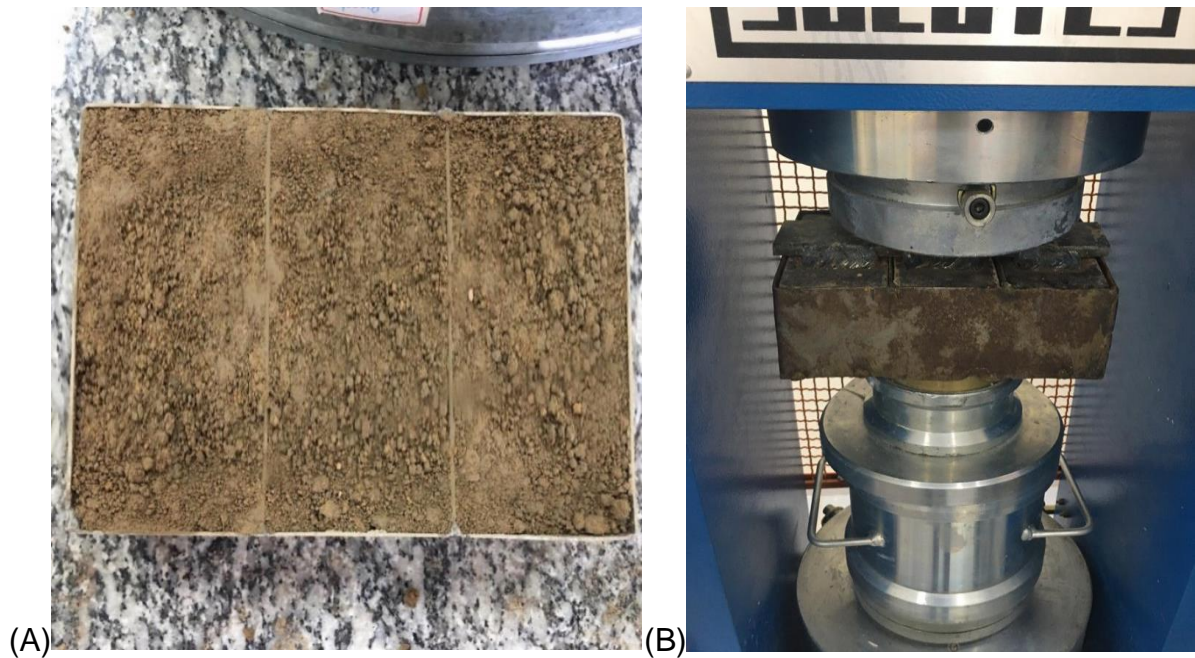
Legenda: (a) Deposição do solo, (b) homogeneização do solo e cimento, (c) homogeneização solo, cimento e pó de serragem e (d) adição de água.

Ao ser efetivado a homogeneização de todos os itens, o próximo passo foi prensar as misturas, por uma adaptação de prensa, onde o prazo máximo desse procedimento é dentre uma hora, conforme (ABCP, 2000).

Os tijolos conforme a NBR 8491 (ABNT, 2012a), foi dimensionado por 20 x 10 x 5 cm (comprimento, largura e altura), os blocos de tijolos foram prensados (figura 7)

a parti da pressão padrão de moldagem de tijolos solo-cimento com o valor de 2 Mpa.

Figura 7- Prensagem dos Tijolos



Fonte: Autora, (2020).

Legenda: (a) Colocação de mistura no molde e (b) Prensagem da mistura.

Após os processos produzidos, nos primeiros sete dias de idade, tende-se ocorrer à cura, onde é preciso obter um ciclo de molhagem três vezes ao dia (figura 8). Logo após a cura, os tijolos se mantiveram estocados, em locais cobertos, até a data dos ensaios como visto na figura 9.

Figura 8 - Processamento de cura dos tijolos



Fonte: Autora, (2020).

Figura 9 - Tijolos Estocados



Fonte: Autora, (2020).

#### 4.9 PESQUISA DIMENSIONAL

Constitui as determinações das dimensões dos blocos do tijolo (comprimento, largura e altura), para quaisquer tratamentos produzidos a NBR 8492 (ABNT, 2012b), possui uma tolerância máxima de um mm nas variações dimensionais supracitadas.

#### 4.10 VERIFICAÇÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

Em concordância com a NBR 8492 (ABNT, 2012b), o treinamento de absorção de água é aconselhado realizar os do procedimento em três tijolos diferentes de cada tratamento, com idades de 7, 14 e 28 dias.

Para a obtenção de consistência da massa dos tijolos seco foi levado em estufas, nas temperaturas variando de 105°C a 110° C. Seguidamente o tijolo foram absorvidos em água por um tempo de 24 horas, conforme a figura 11. Após esse prazo, os tijolos foram retirados, enxugados superficialmente e mais uma vez pesados para obtenção do resultado da massa saturada. A modificação do percentual entre a massa seca e a massa saturada coincide a um valor de sua eficácia total de absorção de água. Os valores expressos em porcentagens são atingidos pela seguinte

equação.

Equação 1 Absorção de Água

$$A = \frac{M1 - M2}{M1} \cdot 100\% \quad (1)$$

Onde:

M1 = massa do tijolo seco em estufa

M2= massa do tijolo saturado

A= Absorção de água (%)

Para cada lote a média é de três repetições aritmética onde não deverá ser maior que 20% nem conter valores individuais menores que 22%.

Figura 10 - Ensaio de Absorção de Água



Fonte: Autora, (2020).

Legenda: (A) secagem dos tijolos na estufa;(B) imersão em água

#### 4.11 ENSAIOS DE COMPRESSÃO

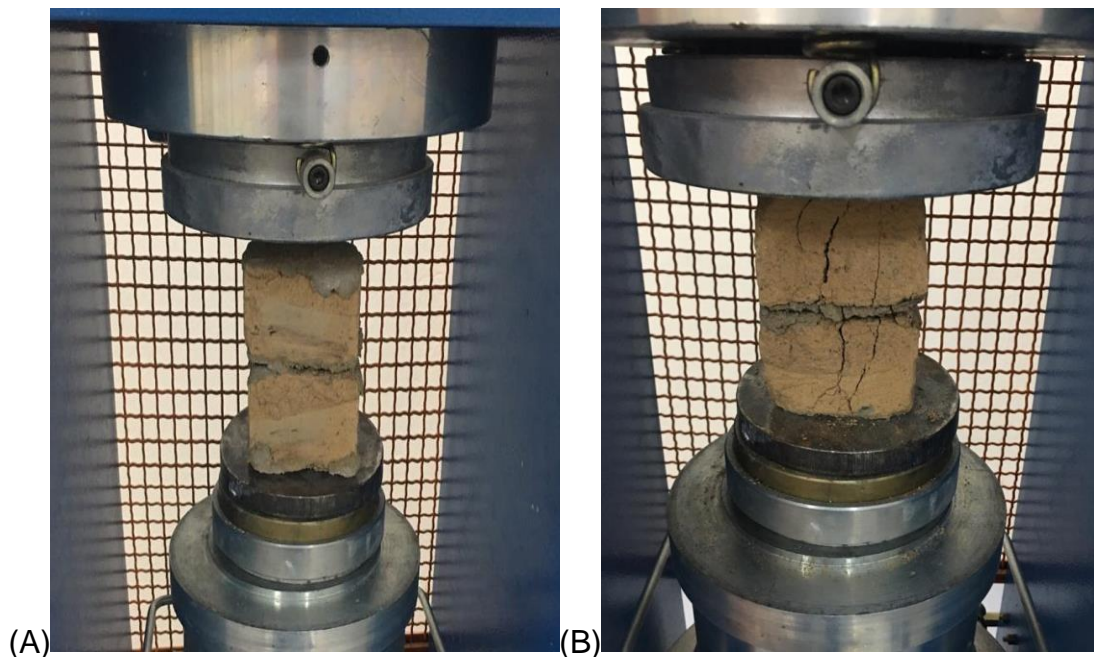
Para o análise da resistência à compressão ocorreu a separação de cada tratamento dos tijolos com seus dias de idade diversificados. Com base na NBR 8492 (ABNT, 2012b), os tijolos passaram pelo processo de secção ao meio, obtendo

perpendicularmente a sua maior dimensão e as duas metades foram unidas por uma camada fina de argamassa pré-fabricada, de 2 a 3 mm de espessura, esperando o endurecimento da pasta.

As frentes dos tijolos que ficaram em junção com a prensa, onde receberam uma finalização de 2 a 3 mm de pasta de argamassa pré-fabricada. Esse processo durou cerca de 24 horas, logo após o endurecimento das camadas de regularização, os tijolos ficaram submersos em água, por um tempo de 24 horas e ao decorrer desse período, eles foram enxugados superficialmente e levados para ser ensaiado (figura 11), no Laboratório de Construção Civil, pertencente ao Departamento de Laboratórios da Faema, o aplicação de carga aconteceu de maneira uniforme à razão de 500N/s (50 kgf/s), com o aumento da carga até que sucedeu a ruptura do corpo-de-prova.

Com relação à resistência a compressão os valores individuais são obtidos conforme a divisão da carga máxima identificada no ensaio pela média das duas faces trabalhadas. O resultado da resistência média a compressão é atingida por meio da média aritmética das repetições obtidas no ensaio, a realização para cada tijolo não deverá apresentar valores menor que 2,0 Mpa e nem valores individuais menores que 1,7 Mpa.

Figura 11 - Tijolo de Solo-cimento no ensaio de Compressão



Fonte: Autora, (2020).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

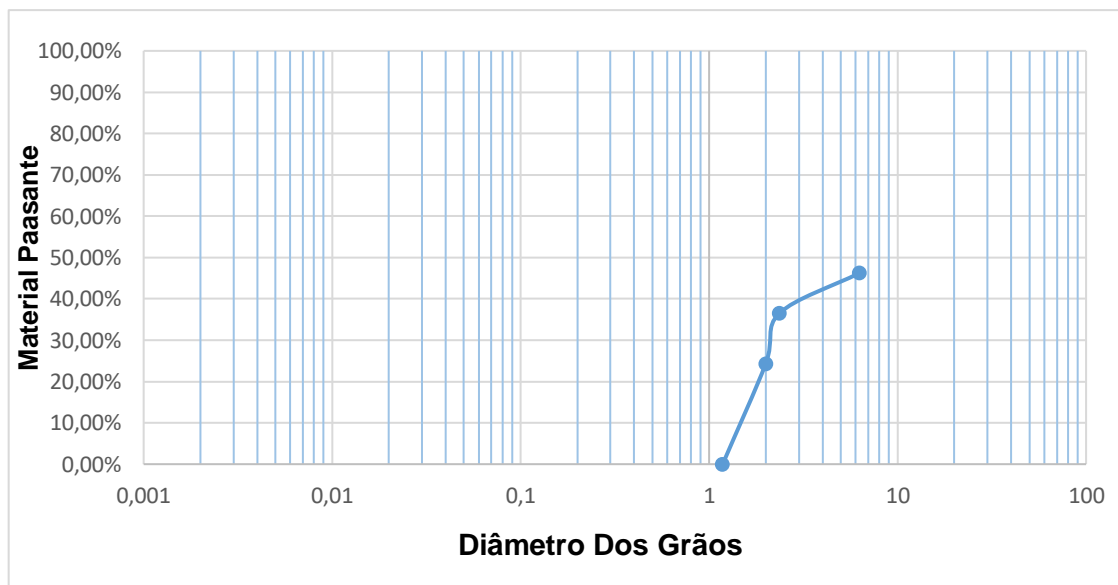
Na tabela 10 e 11 mostram os resultados obtidos nos ensaios da curva granulométrica do solo natural e do solo corrigido, que também está representada pelas figuras 12 e 13, com os preceitos da NBR 7181 (ABNT, 1984b), e pelas informações da classificação granulométrica, segundo a NBR 6502 (ABNT, 1995).

Tabela 10 Solo Natural

Parâmetro		Composição		
	Abertura das Peneiras (mm)	Retida %	Retida Acumulada%	Retida Passante%
Granulometria:	25	0,00%	0,00%	46,67%
	12,5	0,00%	0,00%	46,67%
	9,5	26,67%	26,67%	20,00%
	4,75	20,00%	46,67%	0,00%
	FUNDO:	750		

Fonte: Autora, 2020.

Figura 12 - Curva Granulométrica Solo Natural



Fonte: Autora, (2020).

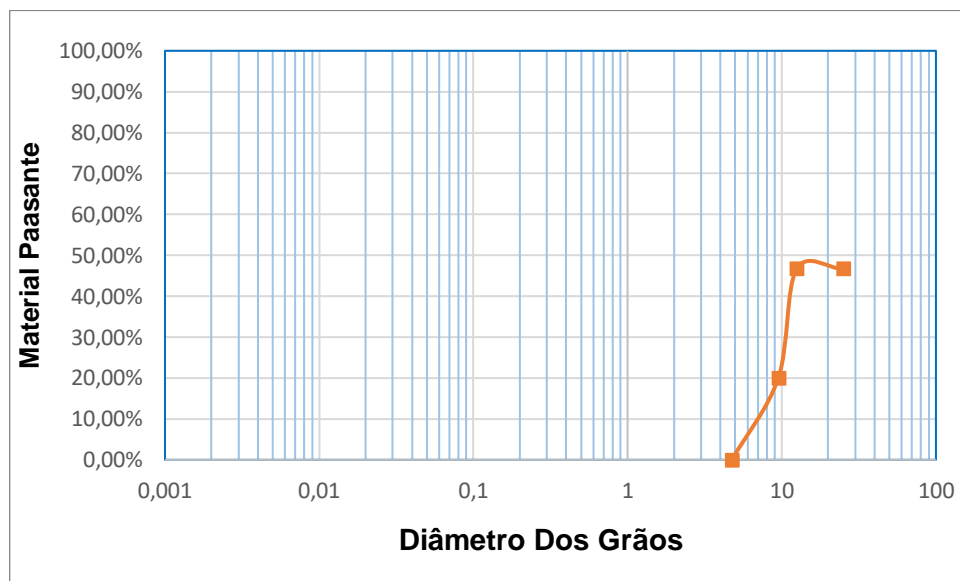


Tabela 11- Solo Corrigido

Parâmetro	Composição			
	Abertura das Peneiras (mm)	Retida %	Retida Acumulada%	Retida Passante%
Granulometria:	6,3	7,99%	7,99%	46,28%
	2,36	9,78%	17,77%	36,50%
	2,00	12,11%	29,88%	24,39%
	1,18	24,39%	54,27%	0,00%
	FUNDO:	1230		

Fonte: Autora (2020).

Figura 13 - Curva Granulométrica Solo Corrigido



Fonte: Autora, (2020).

De acordo com a curva granulométrica, é possível obter a identificação do maior e menor porcentagem do solo retido e passante.

## 5.2 MASSA ESPECÍFICA DO SOLO

De acordo com a tabela 12, os desfechos encontrados para a massa específica do solo natural e corrigido, o solo natural foi mais elevado que o solo

corrigido. Por tanto os valores que formam a média da massa específica dos insumos, que estabelecem a fase estão postos dentro de 2,60 e 2,90 g/cm<sup>3</sup>. (BRAJA,2007).

Tabela 12 – Massa Específica do Solo Natural e Corrigido.

<b>Tipo de Solo</b>	<b><math>\delta</math> (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Solo Natural	2,76
Solo Corrigido	2,56

### 5.3 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

Com a finalidade da averiguação da modificação da umidade ótima e da massa específica aparente seca, em virtude da recolocação parcial do pó de serragem, ao realizar os ensaios nos tijolos com seus tratamentos avaliados, alcançaram-se os valores encontrados para umidade ótima e massa específica aparente seca, conseqüente as composições estudadas, visto na tabela 13.

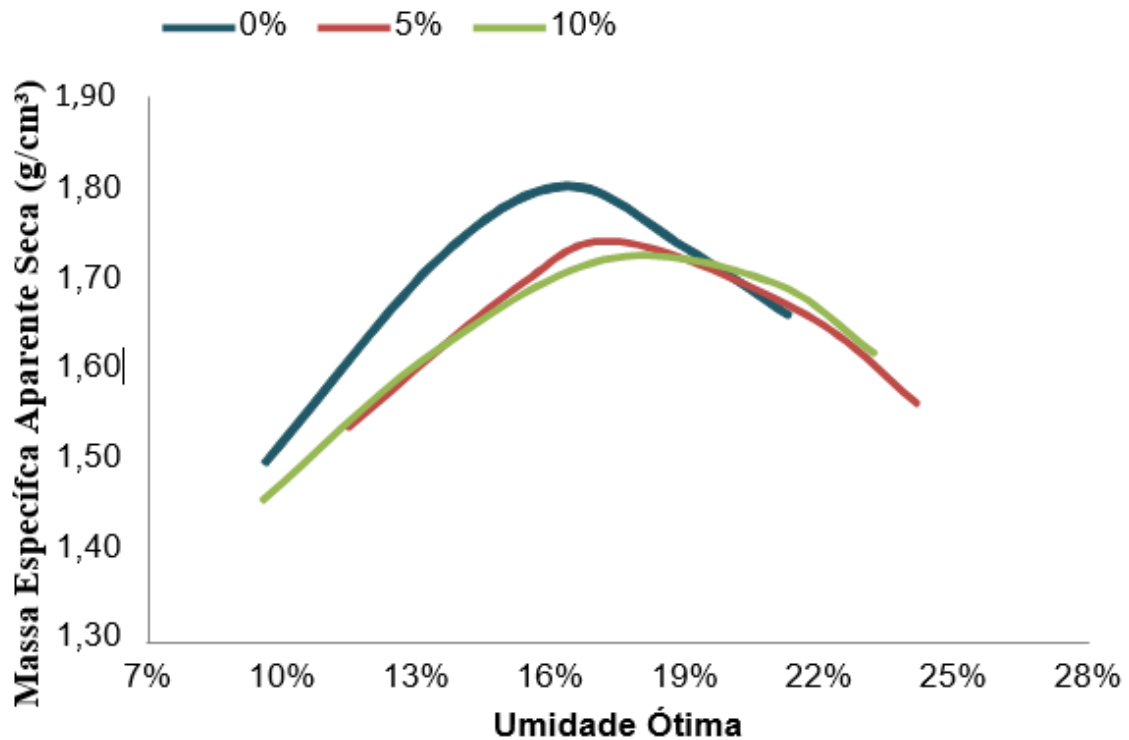
A figura 14, apresenta as curvas de compactação atingidas, com base nos valores que foram ábditos na umidade ótima e massa específica aparente seca. Destaca-se que os ensaios foram efetuados om o solo precedentemente corrigido.

Tabela 13- Valores ábdito para massa específica e umidade ótima para as composições adotada.

<b>Pó de Serragem/ Cimento</b>	<b>Composição</b>				
	<b>Solo Corrigido (%)</b>	<b>Cimento (%)</b>	<b>Pó de Serragem (%)</b>	<b>Wot (%)</b>	<b><math>\gamma_{dmax}</math> (g/cm<sup>3</sup>)</b>
0%	90%	10%	0%	16,70%	1,90
5%	90%	9,5%	0,5%	18,00%	1,75
10%	90%	9,0%	1%	18,30%	1,70

Fonte: Autora, (2020).

Figura 14 - Curva de Compactação para todas as porcentagens do pó de madeira avaliada



Fonte: Autora, (2020).

De acordo com os resultados achados, conclui que o emprego do pó de serragem na junção de solo-cimento, tende a diminuir a massa específica aparente seca, ao caso que aumenta a umidade ótima. Ao verificar os tratamentos 0 e 5, constata-se que ocorreu uma continência de 10% na massa específica e uma elevação de 9,79% na umidade ótima da mistura.

Em análise dissertativo de Milani (2005), o seu trabalho sobre confecção de tijolos com solos argilosos e arenosos, misturado com cal, cimento e casca de arroz, compreendeu que quanto maior a fração de casca de arroz colocada na mistura, maior era a umidade ótima exibida e, por consequência menor era a massa específica aparente seca. Um dos principais pontos que cooperou para essa conclusão, é o problema encontrado na compactação da mistura, para proporções de casca excessivas, onde faz com que há uma quantia de vazios crescem no sistema compactado.

(RODRIGUES,2014). A sua pesquisa sobre tijolos de solo-cimento produzido com resíduos de Estação de Tratamento de Água (ETA), sendo que o solo utilizado, teve correção granulométrica com areia, onde obteve valores para a massa específica aparente seca e o teor de umidade ótima iguais a 1,708 g/cm³ e 18%, para a junta

de cimento e solo, o que confirma a proximidade dos valores atingidos nesse estudo.

#### 5.4 ANALISE DIMENSIONAL

A tabela 14 retrata das medidas identificada para cada tijolo, conforme cada idade tratamento analisado. Consta-se que uns valores obtidos não acataram ao limite variante oferecido pela norma e essa colocação ocorreu especialmente, com a medida de altura, que apontou valores alternados entre 5,22 e 5,67.

Tabela 14 - Dimensões médias dos tijolos produzidos de acordo com o tratamento e idade avaliados

Pó de Serragem/ Cimento	Composição			
	Idade	C (cm)	L (cm)	A (cm)
0%	7	28,29	10,24	5,65
5%	7	20,26	10,28	5,54
10%	7	20,28	10,28	5,67
0%	14	20,23	10,25	5,48
5%	14	20,25	10,27	5,25
10%	14	20,25	10,27	5,34
0%	28	20,17	10,20	5,22
5%	28	20,26	10,25	5,22
10%	28	20,24	10,26	5,45

Fonte: Autora, (2020).

O procedimento de prensagem, se realizou por meio de uma prensa hidráulica da marca Solest série 24333, do qual a aplicabilidade da carga aconteceu de modo centrado, visto que foram prensados 3 tijolos por parte e foi usado uma chapa de ferro para a dividir a carga entre os componentes. Uma condição, para as alternâncias das alturas encontradas, é a distribuição desigual da carga de prensagem, isto é, alguns pontos foram mais apertados que outros, ocasionado modificação nas espessuras obtidas.

Alguns autores, descreveram sobre o impasse em igualar a altura dos tijolos solo-cimento realizado em prensas manuais. Rodrigues (2014), Porras, Isaac e Morita (2008), fabricando tijolos do tipo II de solo-cimento com lodo de ETA e resíduos de construção civil, obteve então espessuras variando de 5,4 a 6,0 cm e 7,37 a 7,80 cm,

nesta ordem, valores além do estabelecido pela norma NBR 8492 de 5 cm.

## 5.5 ABSORÇÃO DE ÁGUA

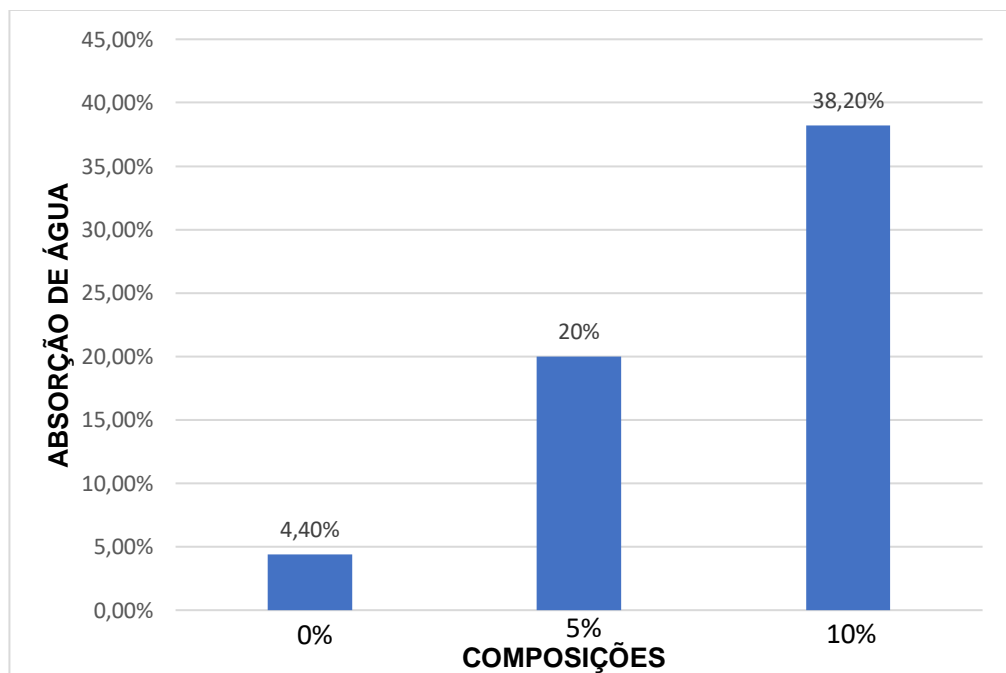
A NBR 8492 (ABNT, 2012b) estabelece o valor médio limite para a absorção de água é maior ou igual a 20%. Dessa forma, a única composição que atendeu ao requisito da norma foi o tijolo de 5%, que mostrou absorção média entre as amostras, visto na tabela e figura 15.

Tabela 15 - Absorção Média de Água aos 28 Dias

<b>Absorção de Água</b>			
<b>Composição</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>
<b>Absorção de Água Média</b>	4,4%	20%	38,2%

Fonte: Autora, (2020).

Figura 15- Absorção Média de Água



Fonte: Autora, (2020).

Souza (2011), achou valores de absorção de água iguais a 19,47% e 21,53%, tendo em conta a alteração parcial do cimento, por casca de arroz em percentuais de 20% a 40% da parte inicial de cimento na mistura de solo-cimento.

Ferreira, Gobo e Cunha (2008), ao quantificar a interferência de alteração

parcial do cimento por casca de arroz e braquiária, em mistura com solo-cimento se depararam com valores de absorção de água iguais a 12,97% e 13,78% para a casca de arroz e 12,33% e 12,71% para a casca de braquiária, tendo em consideração a substituição pelas cascas de 10 a 20%, de modo retrativo ao teor inicial do cimento.

## 5.6 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

Os resultados apresentados foram obtidos através dos ensaios em tijolos de diferentes dias, nas idades de 7 e 28 dias conforme a NBR 10834(1994), nem um resultado individual exibido pode ser menor que 1,7 Mpa, e a média dos demais resultados não tem de ser menor do que 2,0 Mpa, isto é, são valores limites demonstrados pela norma aos 28 dias. Os valores obtidos se encontram-se na tabela 16.

Tabela 16 - Resistência média a compressão simples dos tijolos ensaiados

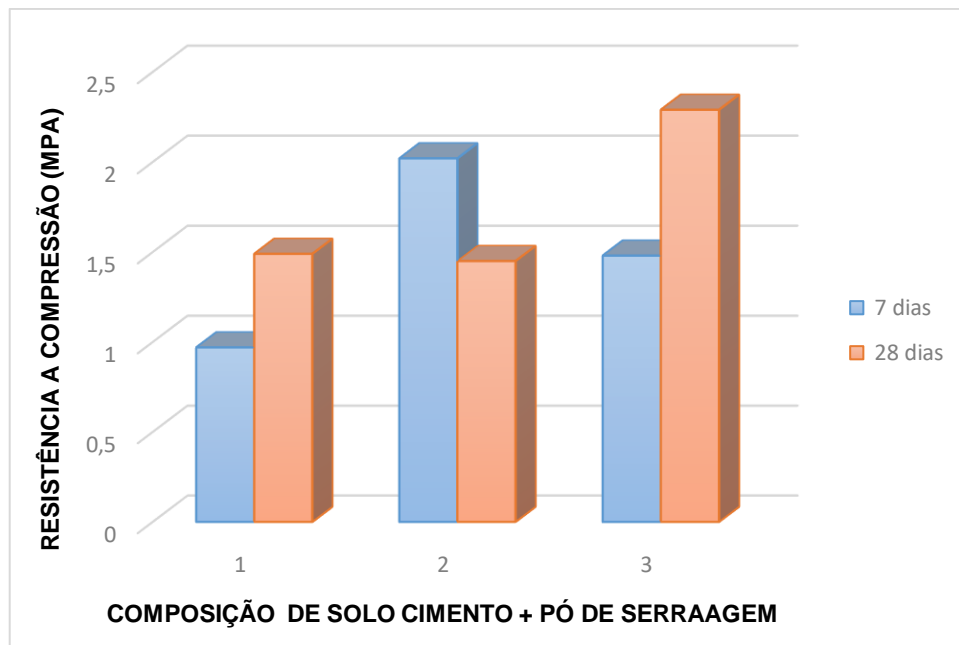
<b>Composição</b>	<b>Resistência aos 7 dias</b>	<b>DV</b>	<b>CV</b>	<b>Resistência aos 28 dias</b>	<b>DV</b>	<b>CV</b>
0%	0,97	0,096	0,100	1,49	0,058	0,039
5%	2,02	0,072	0,036	1,45	0,008	0,006
10%	1,48	0,041	0,028	2,29	0,174	0,076

Fonte: Autora, (2020).

Legenda: DV: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação.

Os resultados dos ensaios obtidos, indicam que dentre todos os tijolos que passaram pela resistência a compressão, apenas a composição de 5%, aos 7 dias, e o de 0% e 10% aos 28 dias, obteve valores de resistência a compressão simples, elevado aos impostos pela norma, segundo a figura 16. Os demais ensaios apresentam valores abaixo do especificado.

Figura 16 - Gráfico demonstrativo das resistências obtidas nos ensaios.



Fonte: Autora, (2020).

Tabela 17 - Comparativo do aumento de resistência a compressão entre 7 e 28 dias.

Composição	Resistência aos 7 dias	Resistência aos 28 dias	Ganho de Resistência (%)
0%	0,97	1,49	5,26
5%	2,02	1,45	-
10%	1,48	2,29	55,61

Fonte: Autora, (2020).

Em conformidade com a tabela 17, a composição que demonstra reação fora do previsto, ou seja, com valores de resistência inferior aos 28 dias foi a composição de 5%, valores nos quais são justificados por questões de moldagens, em virtude da autora não ter experiência na confecção de tijolos solo-cimento. No entanto a composição de 5%, pode ser considerada de sucesso quanto a resistência a compressão simples, já que aos 7 dias apresentou uma resistência média acima de 2 Mpa.

O caimento na resistências dos tijolos já era uma causa esperável, em razão de que aos extensos tratamentos, o quanto de cimento efetivado na mistura foi contida, mas os demais trabalhos, levando em conta o mesmo princípio e utilização de resíduos, alcançaram bons desfechos para um percentual superior de substituição do cimento até 30%, como visto na tabela 18.

Tabela 18 - Resultados encontrados nas bibliografias para a resistência a compressão de tijolos solo-cimento com substituição parcial do cimento com resíduos

<b>Autores</b>	<b>Tipo de Resíduo</b>	<b>Teor de Cimento %</b>	<b>Teor de Cimento/Resíduos</b>	<b>Resistência a Compressão (Mpa)</b>	<b>Idade</b>
<b>Souza (2011)</b>	Casca de Arroz	10%	10%	2,16	28
<b>Milani e Freire (2006)</b>	Casca de Arroz	12%	30% 20%	2,18 281	28
<b>Ferreira Gobo e Cunha (2008)</b>	Casca de Arroz Casca de braquiária	10% 10%	10% 10%	2,25 2,16	28
<b>Bresola (2020)</b>	Pó de Serragem	10%	10%	2,02	7

Fonte: Autora, (2020).

Ao relacionar os resultados obtidos neste trabalho, nota-se que eles ficam abaixo dos demais estudos, sendo assim, a algumas circunstâncias que podem ser avaliadas como a compactação não proveitosa da mistura e também a divergência da matéria de substituição com o cimento, o tipo de tratamento realizado e o tipo de cimento empregado.



## 6. CONCLUSÃO

A substituição parcial do cimento por pó de serragem, na mistura para a fabricação do solo-cimento, obteve um impacto diretamente nas propriedades físicas do material.

De acordo com as propriedades físicas, o acréscimo no teor das partículas possibilitou uma queda, na massa específica aparentemente seca e no aumento de absorção da água. O tratamento confeccionado com 5% de adição a pó de serragem foi o único a obter valores igual a 20% na absorção de água, segundo a recomendação da NBR 8492, (ABNT,2012 b).

Com mais acerto no resultado para a resistência a compressão, foi observado para tratamento de 5% aos 7 dias e 0% e 10% aos 28 dias, ambos tiveram valores de resistência a compressão simples superiores exigidos pela norma 10843 (1994).

Por tanto as recomendações para a fabricação de tijolos solo-cimento são para a utilização do pó de serragem um pouco preparado, em relação ao um peneiramento severo e usos de moldes mais adequados ou até mesmo maquinas específicas para esse tipo de fabricação.

Entretanto, não se pode desconsiderar o uso desse resíduo, na fabricação de tijolo solo-cimento, uma vez que, sua utilização pode ser viável para a sustentabilidade. Deste modo, os tijolos confeccionados neste estudo, podem ser utilizados, em substituição a estes, em construções mais simples.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável**. IDHEA-Instituto para o Desenvolvimento da, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508: grãos de solos que passam na peneira de 4, 8 mm: determinação da massa específica: método de ensaio**. ABNT, 1984.

TÉCNICAS-ABNT, A. B. D. N. **NBR 7181/84: Análise granulométrica: solo**. Rio de Janeiro, 1984.

- **NBR 6459: solo: determinação do limite de liquidez**. Rio de Janeiro, 2016b. 5 p.
- **NBR 7180: solo: determinação do limite de plasticidade**. Rio de Janeiro, 2016c. 3 p.
- **NBR 7182: solo: ensaio de compactação**. Rio de Janeiro, 1986. 9 p.
- **NBR 6457: solo: determinação do teor de umidade do solo**. Rio de Janeiro, 2016a. 8 p.
- **NBR 8492: tijolo de solo-cimento: análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção da água: método de Ensaio**. Rio de Janeiro, 2012b. 4 p.
- **NBR 13554: ensaio de durabilidade por molhagem e secagem: método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2012e. 4 p.
- **NBR 6502: rochas e solos**. Rio de Janeiro, 1995. 18 p.
- **NBR 10833: fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com a utilização de prensa manual ou hidráulica: procedimento**. Rio de Janeiro, 2012c. 3 p.
- **NBR 8491: tijolo de solo-cimento: requisitos**. Rio de Janeiro, 2012a. 5 p.
- **NBR 10004: Classificação de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Dosagem das Misturas de solo-cimento**: normas de dosagem e métodos de ensaio. São Paulo, 1986. 51 p. (ET-35).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Fabricação de Tijolos de solo-cimento com a utilização de prensas manuais**. São Paulo, 2000. 16 p.

ABCP. **Solo-Cimento**. Disponível em:  
<http://www.abcp.org.br/conteudo/basicosobrecimento/aplicacoes/solo-cimento>.  
 Acesso: Novembro, 2019.

BERTOLINI, M. S. **Painéis de resíduos madeireiros e de borracha de pneu associados à espuma poliuretana à base de mamona para a aplicação como composições termoacústicas**. 2014. 256 p. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

BLUCHER, E. **Mecânica dos solos para engenheiros rodoviários**. São Paulo: Blucher, 1951. v. 1, 620 p.

BRAJA, M. das. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**. São Paulo: Thomson Learning, 2007, 559 p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm): Acesso em: novembro. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

PEREIRA, Patrícia Isabel. **Construção Sustentável**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso. [sn].

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos e suas Aplicações: Mecânica das rochas Fundações** – Obras de Terra. Rio de Janeiro: LTC, 1988.

CARVALHO, Liandra Melo et al. **Sustentabilidade nas etapas da construção civil**. 2019.

CASTRO, Eliziane Denize de. **Análise da aplicação de casca de café nas propriedades de tijolos de solo-cimento**. 2017.

CEBRACE - Centro Brasileiro de Construções e Equipamentos Escolares. **Solo-cimento na construção de escolas** – SC01. 2ª ed. Rio de Janeiro, MEC/CEBRACE, 1981. 39p. il. (sistemas construtivos 2).

COPARI, Vinícius Pereira; DE OLIVEIRA, Muriel Batista. **CONFECÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA PARA REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS POR CENTRAIS DOSADORAS DE CONCRETO**. REINPEC-Revista Interdisciplinar Pensamento Científico, v. 2, n. 1, 2016.

DA SILVA, Sandra Regina. **Tijolos de solo-cimento reforçado com serragem de madeira**. 2005.

ESPINELLI, U. 2005. **A gestão do consumo de materiais como instrumento para a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras**. In: **Seminário de Gestão e Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição – Avanços e Desafios**. São Paulo, PCC USP. CD-ROM.

FERREIRA, R. C.; GOBO, J. C.; CUNHA, A. H. N. A. **Incorporação de casca de arroz e de braquiária e seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas de tijolos de solo-cimento.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 1-11, 2008.

FERRARI, Vladimir José et al. **Tijolos vazados de solo-cimento produzidos com solo da Região do Arenito Caiuá do Paraná.** Ambiente Construído, v. 14, n. 3, p. 131-148, 2014.

GOMES, Rafaela Gomes et al. **Estudo do bloco solo cimento.** 2019.

HELENE, Paulo; ANDRADE, Tibério. Concreto de cimento Portland. Isaia, Geraldo Cechella. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** São Paulo: IBRACON, v. 2, p. 905-944, 2007.

JULIATTO, D. L.; CALVO, M. J.; CARDOSO, T. E. **Gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de ensino superior.** Revista Gestão Universitária na América Latina - G.U.A.L., v. 4, n. 3, p. 170-193, 2011.

LIMA, Thiago V.; ALEXANDRE, Jonas; ALVES, Maria G. **Estabilização de solos argilosos para a produção de blocos ecológicos.** Revista de Engenharia Civil da Universidade do Minho, v. 34, p. 1-12.

MILANI, Ana Paula da Silva et al. **Avaliação físico-mecânica de tijolos de solo-cimento e de solo-cal adicionados de casca de arroz.** 2005.

MILANI, A. P. da S.; FREIRE, W. J. **Características físicas e mecânicas de misturas de solo, cimento e casca de arroz.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 1-10, 2006.

MASSA CINZENTA. **Origem do cimento.** Itambé. Paraná, 2008. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/origem-documento/>>. Acesso em: novembro de 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção Sustentável.** Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo\\_sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html](http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo_sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html)>. Acesso em: novembro de 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Aproveitamento De Resíduos E Subprodutos Florestais, Alternativas Tecnológicas E Propostas De Políticas Ao Uso De Resíduos Florestais Para Fins Energéticos.** Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/164/\\_publicacao/164\\_publicacao10012011033501.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao10012011033501.pdf)> Acesso em: Novembro de 2019.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil.** Oficina de Textos, 2016.

NASCIMENTO, Cláudio Mário. **Estudo da fibra de coco como reforço em tijolo de solo-cimento.** 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

NUNES, A. C. N.; RESENDE, S. S. Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica

Vermelha. Belo Horizonte: Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) e Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM), 2013.

OLIVEIRA, F. E. M. d. **Acompanhamento da produção industrial em cerâmica da microrregião do Vale do Assu: estudo de caso.** Angicos, 2011.

OLIVEIRA, C. R. **AVALIAÇÃO DE SOLO-CIMENTO REFORÇADO COM FIBRAS DO COCO DE BABAÇU PARA PRODUÇÃO DE TIJOLO MODULAR ECOLÓGICO.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal do Pará, Câmpus Universitário de Marabá, Faculdade de Engenharia de Materiais, Marabá, 2011.

**Os resíduos de madeira gerados anualmente no Brasil são estimados em 30 milhões de toneladas.** Biomassa Br.2016. Disponível em: <<https://www.biomassabioenergia.com.br/imprensa/os-residuos-de-madeira-gerados-anualmente-no-brasil-sao-estimados-em-30-milhoes/20160211-103419-x618>> Acesso em: 06 de out de 2019.

PAIXÃO, S. L.; ALBERTO, J. F.; RITTER, E. **Avaliação da implantação da resolução n. 307/2002 do CONAMA sobre gerenciamento dos resíduos de construção civil.** Estudos tecnológicos em engenharia, Rio de Janeiro, n.3, p.176-194, 2007.

**Panorama Dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017.** São Paulo. Abrelpe,2018. p.14.

PINTO, C. de S. **Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas.** 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 367 p.

PISANI, J. M. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo cimento.** São Paulo: Sinergia, 2005. 53-59 p  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. **Solo-cimento na habitação popular.** São Paulo: ABCP, 1985.  
SALOMÃO, Rafael de Paiva. **A castanheira: história natural e importância socioeconômica.** Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, 2014.

PORRAS, Álvaro Chávez; DE LIMA ISAAC, Ricardo; MORITA, Dione. **Incorporação do lodo das estações de tratamento de água e agregado reciclado de resíduo da construção civil em elementos de alvenaria-tijolos estabilizados com cimento.** Ciencia e Ingeniería Neogranadina, v. 18, n. 2, p. 5-28, 2008.

RODRIGUES, F. N. **Caracterização dos resíduos da estação de tratamento de água da UFLA e aproveitamento na confecção de tijolos de solo-cimento,** 2014.

SEBRAE; ESPM. **Cerâmica vermelha: estudos de mercado.** São Paulo: SEBRAE Nacional, 2008. Relatório Completo.

SANTIAGO, Cybèle Celestino. **O solo como material de construção.** 2001.  
REBOUÇAS, Paulo Henrique B. **Alvenaria de Bloco de Terra Comprimida: Avaliação da Tecnologia focada na gestão dos processos,** 2008.

SANTOS, A. R. **Geologia de engenharia: conceitos, método e prática**. São Paulo: IPT/ABGE, 2002.

SANTOS, C. A. R. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos na perspectiva das políticas públicas ambientais: um olhar na Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão**. 2014.

SANTOS, R. C. et al. **Utilização de resíduos da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish) na produção de painéis aglomerados com adição de PET**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 149-158, jan./mar. 2011.

SEGANTINI, A. A. S.; ALCANTARA, M. A. M. Solocimento e solo-cal. In: ISAIA, G. C. (Ed.). **Materiais de construção civil e princípios da ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2007. V. 2, p. 834-861.

SEGANTINI, A. A. S. **Utilização de solo-cimento plástico em estacas escavadas com trado mecânico em Ilha Solteira-SP**. Campinas: UNICAMP, 2000. 176p. Tese Doutorado

SILVA, F. S.; CASTRO, A. P. **Incentivo ao uso de produtos de baixo impacto ambiental através da disciplina de materiais de construção civil**. 2009. CEUNSP - Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio. Salto – SP.

SILVA, Geciane et al. Tijolo ecológico? EUR" **tecnologias sustentáveis em sistemas construtivos convencionais**. Anuário de Produções Acadêmico-científicas dos discentes da Faculdade Araguaia, v. 7, n. 1, p. 96-103, 2018.

SOUZA, F. **Estudo da durabilidade de blocos de solo-cimento com a incorporação de casca de arroz**. 2011. 227 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2001. 255 p.





## RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTES:** Cindy da Silva Bresola

**CURSO:** Engenharia Civil

**DATA DE ANÁLISE:** 05.11.2020

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estatísticas

Suspeitas na Internet: **6,72%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet ⚠️

Suspeitas confirmadas: **5,54%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados ⚠️

Texto analisado: **85,86%**

*Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).*

Sucesso da análise: **100%**

*Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.*

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.4.11  
quinta-feira, 5 de novembro de 2020 12:33

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **CINDY DA SILVA BRESOLA**, n. de matrícula **23254**, do curso de Engenharia Civil, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 6,72%. Devendo a aluna fazer as correções que se fizerem necessárias.

(assinado eletronicamente)  
**HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO**  
Bibliotecária CRB 1114/11  
Biblioteca Júlio Bordignon  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente