



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

MARÍLIA SILVA COSTA

**ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO COM ADIÇÃO
DOS RESÍDUOS DE PVC**

ARIQUEMES - RO

2020

MARÍLIA SILVA COSTA

**ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO COM ADIÇÃO
DOS RESÍDUOS DE PVC**

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

Orientador: Prof. Ms. Felipe Cordeiro de Lima.

ARIQUEMES - RO

2020

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

| | |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C837a | COSTA, Marília Silva . Análise das propriedades mecânicas do concreto com adição dos resíduos de PVC. / por Marília Silva Costa. Ariquemes: FAEMA, 2020. 50 p.; il. TCC (Graduação) - Bacharelado em Engenharia Civil - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA. Orientador (a): Prof. Me. Felipe Cordeiro de Lima. Coorientador (a): Profa. Ma. Silênia Priscila da Silva Lemes. 1. Resíduos . 2. PVC. 3. Construção Civil. 4. Reciclagem . 5. Concreto . I Lima, Felipe Cordeiro de . II. Título. III. FAEMA. |
| | CDD:620.1 |

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

MARÍLIA SILVA COSTA

**ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO COM ADIÇÃO
DOS RESÍDUOS DE PVC**

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

Banca examinadora

Orientador: Prof. Ms. Felipe Cordeiro de Lima
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof^a. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof^a. Ms. Helena Gouvêia Rocha Alves
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

**ARIQUEMES - RO
2020**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me proporcionado capacidade e sabedoria. Aos meus pais por estar sempre comigo e principalmente meu filho, minha maior riqueza.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que me deu oportunidades, força de vontade e coragem para superar todos os desafios;

À minha família, em especial aos meus pais, por terem me incentivado, por todos apoios e compreensão para não desistir.

Ao meu Filho, minha maior motivação e fonte de luz que ilumina todo o meu caminho.

Aos professores que através dos seus ensinamentos permitiram que eu pudesse hoje estar concluindo este trabalho.

Gratidão a todos.

RESUMO

Em vista do impacto negativo que a abundância de resíduos originados da produção humana ocasiona ao meio ambiente, é fundamental buscar novas alternativas de utilização do material descartado. No ramo da construção civil, a utilização do material PVC descartado se mostra uma opção para reciclagem, pois evita danos ao meio ambiente. Este trabalho tem como objetivo analisar o comportamento mecânico do concreto com o uso do PVC como material granular em sua composição para aplicação em projetos de construção civil. A metodologia utilizada foi através de uma pesquisa experimental que analisou o reaproveitamento de resíduos de PVC na criação de materiais de construção civil. Os resultados obtidos com o teste de slump test, observa-se que ocorreu perda de trabalhabilidade principalmente na porcentagem de 30%. No teste de absorção de água foi superior a resistência da amostra de referência, especialmente na de 15% em 7 dias que alcançou 30,55%. A resistência à compressão é possível verificar que os valores foram inferiores a amostra de referência, quase 50% abaixo. A tração à flexão dos corpos de prova também foi inferior, somente com 30% aos 28 dias foi a que conseguiu a porcentagem maior de 1,0%. Portanto, em relação ao slump test, o teste de resistência a compressão, a tração de compressão diametral os valores foram menores que o valor de referência. Já na absorção de água por imersão os valores foram superiores a amostra de referência. Portanto, a substituição dos agregados pelo PVC não é considerada viável nesse estudo, precisa de mais estudos, porque segundo outras pesquisas averiguadas, foi considerado viável essa substituição na realização de calçadas.

Palavras-chave: Resíduos. PVC. Construção Cível. Reciclagem. Concreto.

ABSTRACT

In view of the negative impact that the abundance of waste originating from human production causes to the environment, it is essential to seek new alternatives for the use of discarded material. In the construction industry, the use of discarded PVC material is an option for recycling, as it avoids damage to the environment. This work aims to analyze the mechanical behavior of concrete with the use of PVC as a granular material in its composition for application in civil construction projects. The methodology used was through an experimental research that analyzed the reuse of PVC waste in the creation of civil construction materials. The results obtained with the slump test, it is observed that there was a loss of workability mainly in the percentage of 30%. In the water absorption test, the resistance of the reference sample was higher, especially in the 15% in 7 days, which reached 30.55%. The compressive strength can be verified that the values were lower than the reference sample, almost 50% below. The flexural traction of the specimens was also lower, with only 30% at 28 days, which achieved the highest percentage of 1.0%. Therefore, in relation to the slump test, the compressive strength test, the diametrical compression tensile, the values were lower than the reference value. In the case of water absorption by immersion, the values were higher than the reference sample. Therefore, the substitution of aggregates by PVC is not considered feasible in this study, it needs further studies, because according to other investigated investigations, this substitution was considered viable in the construction of sidewalks.

Keywords: Waste. PVC. Construction. Recycling. Concrete.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Porcentagem de usinas que tratam RCC por estado..... | 21 |
| Figura 2 - Percentual de usinas privadas e públicas | 21 |
| Figura 3 - Processo de polimerização em suspensão..... | 24 |
| Figura 4 - Triturador MF 500 | 30 |
| Figura 5 - Corpo de prova com adição de pvc pronto para ir a estufa..... | 33 |
| Figura 6 – Teste do slump test | 34 |
| Figura 7 - Instrumentação do ensaio de resistência à compressão com o corpo de prova..... | 35 |
| Figura 8 - Instrumentação do ensaio de resistência à tração por compressão diametral | 36 |
| Figura 9 - Slump test 30%..... | 38 |
| Figura 10 - Slump test 15%..... | 39 |
| Figura 11 - Valores relacionados a média da absorção de água por imersão..... | 40 |
| Figura 12 - Valores referentes a média da resistência á compressão..... | 41 |
| Figura 13 - Valores referentes a média da resistência á tração | 43 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Quantidade total de RCC recolhidos pelos municípios do Brasil | 17 |
| Quadro 2 - Quantidade total de RCC recolhidos na Região Norte | 18 |
| Quadro 3 - Coleta de RCC em Rondônia | 18 |
| Quadro 4 - Composição granulométrica e massa específica da areia | 29 |
| Quadro 5 - Composição granulométrica e massa específica da brita | 29 |
| Quadro 6 - Composição granulométrica e massa específica do PVC..... | 30 |
| Quadro 7 - Massa específica do Agregado Seco PVC..... | 31 |
| Quadro 8 - Massa específica do Agregado na condição saturado superfície seca - PVC | 31 |
| Quadro 9 - Massa específica aparente | 31 |
| Quadro 10 - Substituição Parcial dos Resíduos do PVC..... | 32 |
| Quadro 11 – Slump test | 38 |
| Quadro 12 – Valores referentes a média da resistência á compressão | 39 |
| Quadro 13 – Valores referentes a média da resistência á tração..... | 41 |
| Quadro 14 – Valores relacionados a média da absorção de água por imersão | 42 |

LISTA DE EQUAÇÕES

| | |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Equação 1 - Resistência à compressão | 35 |
| Equação 2 - Resistência à tração por compressão diametral | 37 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|-----------------------------------------------|
| A | Área do Corpo de Prova |
| d | Diâmetro do Corpo de Prova |
| F | Carga Máxima Obtida no Ensaio |
| ft,d | Resistência à Tração por Compressão Diametral |
| fc | Resistência à compressão |
| kg | Quilograma |
| L | Largura do Corpo de Prova |
| Mpa | Mega Pascal |
| mm | Milímetros |
| RCC | Resíduos de Construção Civil |
| t | Tonelada |
| µm | Micrometro |

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 OBJETIVOS | 15 |
| 2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO | 15 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 15 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA | 16 |
| 3.1 RESÍDUOS GERADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL | 16 |
| 3.1.1 Conceito e as Características de Resíduos da Construção Civil | 16 |
| 3.1.2 Quantitativo dos resíduos | 17 |
| 3.1.3 Custo/Lucro de resíduos | 18 |
| 3.2 USINAS DE RECICLAGEM..... | 18 |
| 3.2.1 Funcionamento | 19 |
| 3.2.2 Benefícios | 20 |
| 3.2.3 Quantitativo de Usinas de Reciclagem no Brasil | 20 |
| 3.3 PVC..... | 22 |
| 3.3.1 Obtenção do PVC | 22 |
| 3.3.2 As principais formas de reaproveitamento/reciclagem | 24 |
| 3.3.3 O emprego de PVC reciclado na construção civil | 25 |
| 4 METODOLOGIA PROPOSTA | 27 |
| 4.1 MATERIAIS | 27 |
| 4.1.1 Cimento Portland | 28 |
| 4.1.2 Água | 28 |
| 4.1.3 Agregados Miúdos e Graúdos | 28 |
| 4.1.4 PVC | 29 |
| 4.1.5 Ensaios de Caracterização Física dos Agregados | 30 |
| 4.2 DOSAGEM DO CONCRETO, MOLDAGEM E CURA..... | 31 |
| 4.3 CARACTERIZAÇÃO DO CONCRETO NO ESTADO FRESCO..... | 33 |
| 4.3.1 Índice de consistência | 33 |
| 4.4 CARACTERIZAÇÃO DO CONCRETO REFORÇADO COM PVC NO ESTADO ENDURECIDO | 34 |
| 4.4.1 Absorção d'água | 34 |
| 4.4.2 Resistência à compressão | 35 |
| 4.4.3 Resistência a tração por compressão diametral | 36 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 38 |
| 4.1 ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA | 38 |
| 4.2 ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO..... | 39 |
| 4.3 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO | 41 |
| 4.4 RESISTÊNCIA A TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL | 42 |
| CONCLUSÃO | 44 |
| REFERÊNCIAS | 45 |
| ANEXOS | 51 |
| ANEXO A - RELATÓRIO DE PLÁGIO..... | 51 |

1 INTRODUÇÃO

O aumento relevante da geração dos resíduos sólidos tem sido um dos sérios problemas enfrentados pelos municípios brasileiros, porque eles são causadores de grandes impactos, sejam eles de ordem social, econômico, ambiental e sanitário. Desse modo, torna-se fundamental a atuação do poder público para diminuir, reaproveitar ou reciclar os resíduos produzidos pelo homem, além de recomendar que as empresas se responsabilizem pela destinação final do resíduo formado pelo seu produto (OLIVEIRA; BRITO; SANTOS; 2012).

Além disso, deve-se levar em conta que o planeta é um sistema fechado, isto é, em que não ocorre troca de matérias com o meio e, sendo assim, o resíduo é o resultado de um procedimento de transformação da natureza. Desse modo, ao considerar a Terra como um sistema fechado, devemos observar que os resíduos sólidos são as matérias-primas para geração de outros artefatos, prevenindo, a exploração de recursos naturais, que são limitados (ANDREOLI et al., 2014).

Nessa premissa, como instrumento da gestão sustentável dos resíduos sólidos podemos destacar as políticas públicas. No Brasil foi aprovada no ano de 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos, por meio da Lei nº 12.305/2010, a qual estabelece a maneira como o país deve dispor os seus resíduos, estimulando a reciclagem e a sustentabilidade (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

A reciclagem é uma fundamental alternativa para controlar o problema da disposição incorreto de resíduos, haja vista que ela diminui o volume final dos resíduos, entre eles o PVC que necessitam ser aterrados ou incinerados, além de produzir renda aos catadores de produtos recicláveis, normalmente famílias e pessoas marginalizadas pela exclusão social, como modo de minimizar os impactos ambientais formados pelos resíduos e colabora para produção de materiais que serão usados em novas construções reduzindo, assim, o custo das novas construções, bem como diminuindo a necessidade de compra de matérias primas naturais (FRASSON, 2017; LOPES; POMPEU, 2014).

O PVC, pode ocasionar diversas complicações ao meio ambiente, porque demora muitos anos para se decompor, trazendo bastante problemas para os indivíduos e o meio ambiente. Além de ser o único no grupo dos termoplásticos que faz parte da cadeia de provenientes orgânicos do cloro, causando acentuadas preocupações e pressões por parte de autoridades e organizações governamentais

relacionadas ao controle ambiental, pois foi comprovado várias substâncias organocloradas produzem efeitos adversos ao meio-ambiente e a saúde humana, dessa forma, a reciclagem é a melhor forma de prevenir danos (ANDRADE, 2019; ZARZAR JÚNIOR; HOLANDA, 2011).

Diante do exposto, devido os vários problemas que o PVC ocasiona ao meio ambiente, a reciclagem é uma forma fundamental, desse modo, neste estudo pretende-se por meio de uma pesquisa experimental, determinar o comportamento mecânico do concreto com a utilização do PVC como material granular em sua constituição para ser usado em construções.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

Analisar o comportamento mecânico do concreto com o uso do PVC como material granular em sua composição para aplicação em projetos de construção civil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o índice de consistência dos corpos-de-prova;
- Identificar a absorção de água por imersão dos corpos-de-prova.
- Determinar a resistência a compressão e a resistência a tração de compressão diametral.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 RESÍDUOS GERADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1.1 Conceito e as Características de Resíduos da Construção Civil

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) são designados frequentemente de entulhos e tecnicamente são conceituados como todo resíduo de material utilizado na execução de etapas de obras em tarefas de construção civil, podendo ser decorrentes de obras de infraestrutura, construções novas, reformas, reparos, demolições, restaurações, etc., assim como um grupo de fragmentos ou restos de areias, pedregulhos, argamassa, materiais cerâmicos, madeira, aço, dentre outros (FERREIRA et al., 2014; PASCHOALIN FILHO; DIAS; CORTES).

O resíduo possui forma sólida, com características físicas modificáveis, que dependem do seu método gerador, podendo apresentar-se geometrias e dimensões já conhecidas dos produtos de construção, como também ter dimensões e formatos irregulares. É primordial destacar, a importância de conhecer ou classificar a fonte produtora desse entulho (construção, demolição, reforma ou desastres naturais) e o porte da construção sem deixar de relatar a tipologia da obra. A composição do resíduo, é alterável em função da época do ano, da região geográfica, do tipo de obra, dentre outros elementos (ALVES et al., 2015; MATUTI; SANTANA, 2019).

Embora os Resíduos de Construção Civil (RCC) serem classificados como resíduos inertes (Classe II B), apresentam resoluções específicas, Resolução n.º 307/2002 (Determina procedimentos, critérios e diretrizes para a gestão dos RCC) e Resolução CONAMA n.º 348/2004 (envolve o amianto na lista de resíduos perigosos), apresentando a seguinte classificação (PASCHOALIN FILHO; DIAS; CORTES):

- Classe A: resíduos recicláveis ou reutilizáveis como agregados. São aqueles decorrentes de demolição, reformas, construção e reparos de pavimentação ou imóveis como também daqueles oriundos da produção ou demolição de peças pré-moldadas em concreto, como por exemplo, restos de argamassa, resíduos de alvenaria, resíduos de peças cerâmicas, pedras, entre outros (ANDREOLI et al., 2014).

- Classe B: são os resíduos recicláveis para outras utilidades, tais como: papéis e papelões (documentos de embalagens de argamassa, embalagens em geral),

plásticos (PVC de instalações, embalagens), madeiras (forma), metais (perfis metálicos, marmiteix de alumínio, tubos de ferro galvanizado, aço, grades de ferro, esquadrias de alumínio e resíduos de ferro em geral, latas, fios de cobre) e vidro (HELENA, 2018).

- Classe C: são os resíduos que não foram determinadas as tecnologias ou aplicações economicamente possíveis que possibilitam a sua recuperação ou reciclagem, como: gesso, isopor, estopas, lixas, massas de vidro, sacos de cimento, mantas asfálticas e tubos de poliuretano (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

- Classe D: são os resíduos perigosos originados do processo de demolições ou construção como por exemplo: tintas, óleos, solventes, resíduos de clínicas radiológicas, telhas e outros materiais de amianto, latas e sobras de aditivos e desmoldantes, tintas e sobras de material de pintura (ANDREOLI et al., 2014).

3.1.2 Quantitativo dos resíduos

Segundo os dados no Brasil do Panorama dos resíduos sólidos, os serviços urbanos de limpeza recolheram 122.012 toneladas desse resíduo por dia, no Brasil todo. A região Centro-Oeste sofreu a maior queda, em relação as outras regiões, justamente onde o volume por pessoa é maior (0,824 quilo por dia). Evidencia-se que tais informações relacionam-se à quantidade recolhida pelos municípios. Como nesse setor o responsável por coletar os resíduos é o gestor da construção, os números aqui mencionados refletem, na maior parte, somente aquilo que foi abandonado em logradouros e vias públicas. Para melhor visualização das informações, seguem os quadros (ABRELPE, 2019):

Quadro 1 – Quantidade total de RCC recolhidos pelos municípios do Brasil

| 2017 | | 2018 | |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Total (toneladas/dia) | Per capita (kg/habitante/dia) | Total (toneladas/dia) | Per capita (kg/habitante/dia) |
| 123.421 | 0,594 | 122.012 | 0,585 |

Fonte: ABRELPE (2019).

Quadro 2 – Quantidade total de RCC recolhidos na Região Norte

| 2017 | | 2018 | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Total (toneladas/dia) | Per capita (kg/habitante/dia) | Total (toneladas/dia) | Per capita (kg/habitante/dia) |
| 4.727 | 0,264 | 4.709 | 0,259 |

Fonte: ABRELPE (2019).

Quadro 3 – Coleta de RCC em Rondônia

| 2008 | | | | |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Total de municípios participantes da pesquisa | Quantidade coletada de RCC de origem pública (t/ano) | Quantidade coletada de RCC de origem privada (t/ano) | Número de município com coleta executada pela prefeitura | Número de município que cobra pelo serviço de coleta |
| 5 | 56.674,4 | 19.550 | 3 | - |

Fonte: ABRELPE (2019).

3.1.3 Custo/Lucro de resíduos

A disposição dos resíduos deve ser realizada em aterros, o que tem significado elevado custo, devido a sua localização e distância dos grandes centros. Também a normalização desses aterros precisa receber aperfeiçoamento contínuo, objetivando controlar o risco de acidentes, então ocasiona o aumento do preço dessas atividades (MATUTI; SANTANA, 2019).

A reciclagem desses resíduos fornece benefícios econômicos para as cidades, causando a diminuição dos custos com a coleta do material depositado clandestinamente nos terrenos baldios, vias públicas, encostas e cursos d'água, redução nos custos de operação dos aterros, pela diminuição do resíduo, minimização nos custos de infraestrutura urbana e pavimentação. Além disso, o custo do material reciclado é bem menor em relação ao agregado natural, desse modo, os custos com as obras são menores e por diminuir os desperdícios de materiais (BRASILEIRO; MATOS, 2015; MATUTI; SANTANA, 2019).

3.2 USINAS DE RECICLAGEM

A usina de reciclagem de RCC é considerada um espaço físico composto de equipamentos precisos para reciclagem dos resíduos, dividida em pátios para estocagem, recebimento, manuseio e acondicionamento dos materiais criados, além

de acessos para manobras de veículos e de local para administração. Desse modo, sua instalação e sua operação necessitam planejamento, infraestrutura urbana e administrativa, locais de apoio para organização, equipamentos, área para a triagem do resíduo e a estação de reciclagem (BOHNENBERGER et al., 2018).

As usinas surgiram com a finalidade de reduzir o impacto ambiental ocasionado pela produção de RCC e possibilitando a valorização dos resíduos, estabelecendo-se uma alternativa sustentável. Constituem o ponto de partida para a modificação dos resíduos produzidos pelos serviços de construção, em matéria-prima para obras novas, assim como, minimizando os impactos acarretados pela necessidade de extração em jazidas naturais e gastos de transporte e destinação; e também elevar a vida útil de aterros licenciados (KUHN et al., 2017).

No Brasil, diversas usinas estão paralisadas ou desativadas. Os principais motivos são: ausência de reposição de peças e equipamentos; má administração; dificuldades de operação e manutenção da usina (que várias vezes acontece pela falta de pessoas tecnicamente preparadas) (KUHN et al., 2017).

3.2.1 Funcionamento

As principais fases de operação averiguadas nas usinas brasileiras são: recepção; triagem primária; despejo dos resíduos RCC no alimentador vibratório. Em seguida realiza a britagem dos resíduos e separação magnética de metais provavelmente existentes; triagem secundária (por catação); dando sequência, peneiramento e classificação do produto; estocagem segregada dos materiais finais para a venda (TEIXEIRA JÚNIOR et al., 2020).

1º Etapa - Os resíduos são colocados na usina, logo após, são submetidos à triagem com a finalidade de separar os materiais que serão reciclados. Nesta fase os resíduos são selecionados de acordo com a sua classe, objetivando fornecer a destinação adequada para cada um deles, direcionando-os para os devidos processo de reciclagem (SILVA; MACHADO; PASCHOALIN FILHO, 2019).

2º Etapa - Os resíduos, após triagem, são introduzidos e levados, através de caçambas metálicas ao equipamento de moagem, os quais serão diminuídos conforme a granulometria desejada, nesta fase, prováveis resíduos de aço são separados da massa de resíduos RCC por intermédio de eletroímãs. Em seguida,

passam pelo processo de moagem com o propósito de fragmentar os resíduos em partes menores e uniformes (TEIXEIRA JÚNIOR et al., 2020).

3º Etapa - Neste procedimento os materiais são inseridos dentro de um britador de mandíbula para serem triturado, a máquina apresenta sistema de peneiramento, onde separa o agregado graúdo do agregado miúdo. Após, a moagem dos resíduos, são submetidos à trituração, em que o resíduo dá origem a um subproduto designado de agregado, que pode ser classificado como graúdo ou miúdo (SILVA; MACHADO; PASCHOALIN FILHO, 2019).

4º Etapa - Os agregados reciclados são separados através de peneiramento e classificados segundo a sua granulometria. Nesta fase os resíduos já se encontram como agregados, e serão selecionados por processo de peneiramento, objetivando classificar os mesmos conforme o seu diâmetro (TEIXEIRA JÚNIOR et al., 2020).

3.2.2 Benefícios

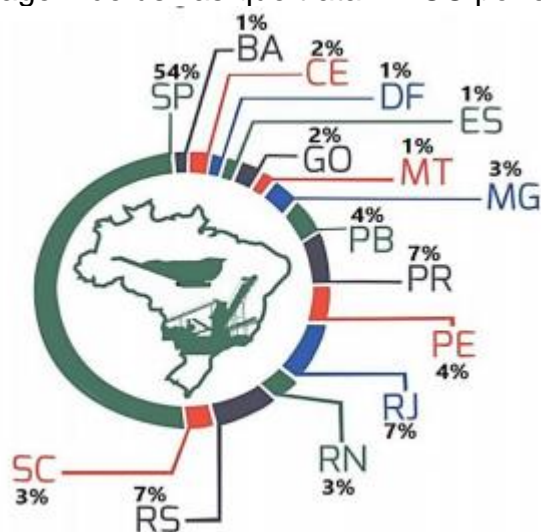
As vantagens da reciclagem do RCC são: economia pela diminuição dos custos de remoção dos resíduos, economia por dispensarem a aquisição de materiais novos, ganho ambiental, economia na compra de matéria-prima, em razão à substituição de materiais tradicionais pelo RCC, redução da poluição produzida pelo RCC e de suas consequências negativas como por exemplo, assoreamento de rios, córregos e enchentes, e preservação das reservas naturais de matéria-prima (MATUTI; SANTANA, 2019).

Além destas vantagens, minimização de locais para aterros, redução no consumo de energia direcionado a produção, diminuição na poluição como na indústria de cimento minimizando a emissão de gás carbônico, diminuindo também o custo de obras de infraestrutura e de edificações (SIMONI et al., 2015).

3.2.2 Quantitativo de Usinas de Reciclagem no Brasil

No Brasil existem aproximadamente 310 usinas implantadas em diversas regiões do país (Figura 1), sendo 83% comandada pelo setor privado, 10% por meio do setor público e 7% misto público/privado (BOHNENBERGER et al., 2018).

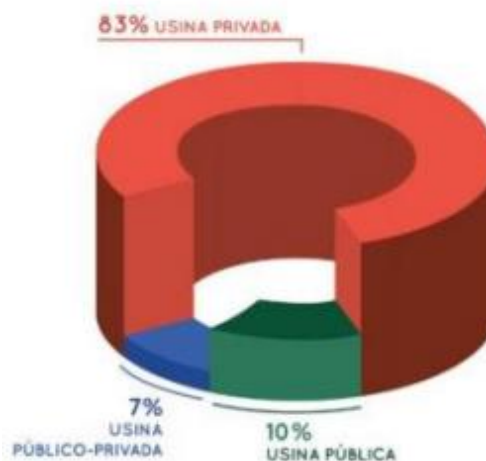
Figura 1 - Porcentagem de usinas que tratam RCC por estado



Fonte: Pereira et al. (2019).

Ao verificar a Figura 1, observa-se que o Estado de São Paulo possui a maior parte das usinas implantadas e em funcionamento (54%), já os demais estados não conseguem nem 10%. A quantidade de usinas privadas supera o número de usinas direcionadas pelo setor público, como averigua-se na Figura 2 (FRASSON, 2017).

Figura 2 - Percentual de usinas privadas e públicas



Fonte: Pereira et al. (2019).

Segundo os dados acima, pode se verificar que a porcentagem de usinas públicas é bastante baixa, mesmo que sua criação possa ser revertida em ganho para o município, porém ainda assim, não permanecem no mercado, por burocracia, captação de mão de obra especializada ou dificuldade no gerenciamento. Já os estados de Sul e Sudeste apresentam o maior percentual de usinas implantadas por

vários elementos, sendo os principais, a maior atividade no setor de construção civil e por ter fiscalização mais rígida na destinação de RCC (PEREIRA et al., 2019).

3.3 PVC

O cloreto de polivinila, PVC é considerado um plástico não 100% originário do petróleo. É constituído por cloro, obtido do sal marinho (57%), e eteno (43%), oriundo do petróleo. Está entre os três tipos de plásticos mais gerados no mundo (ARAÚJO; TOZATTO, 2012).

O PVC, um dos polímeros mais usados dentro da construção civil, especialmente para a produção de tubos e conexões hidráulicos para instalações prediais, também pode ser reciclado. Os resíduos de PVC constituem aproximadamente 0,8% do peso total do lixo domiciliar (HIPOLITO IS; HIPOLITO RS; LOPES GA, 2013).

As características principais do PVC são: materiais leves, de fácil aplicação e manuseio, resistentes a ação de bactérias, insetos, fungos e roedores, à maior parte dos choques, reagentes químicos e às intempéries, bom isolante elétrico, térmico e acústico, durável, sólido, impermeável a gases e líquidos, e sua vida útil é maior que 50 anos, versátil, não propaga chamas, reciclável e sua fabricação gasta baixo consumo de energia (BATISTA et al., 2018).

3.3.1 Obtenção do PVC

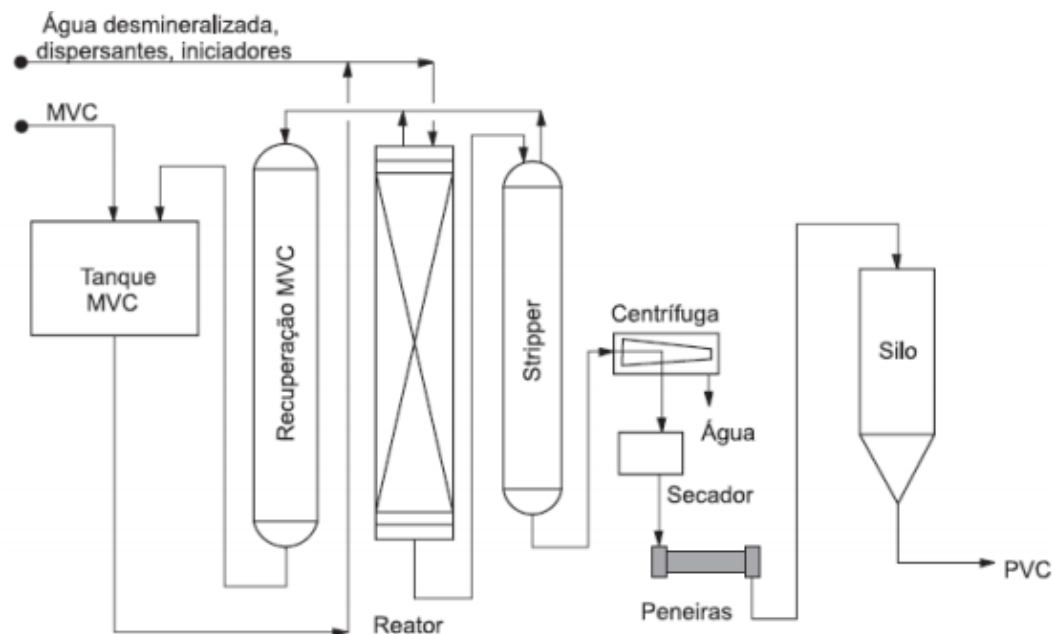
A obtenção do PVC, mais utilizada é através da polimerização do MVC em suspensão. No procedimento de polimerização em suspensão, o MVC é disperso na maneira de gotas apresentando diâmetro em torno de 50 e 250 μm , em meio a uma fase aquosa constante, por agitação vigorosa e na existência de um colóide protetor, também denominado de agente de suspensão ou dispersante. Um iniciador solúvel no monômero é utilizado, de modo que a reação de polimerização ocorra dentro das gotas em suspensão, por um mecanismo de reações em cadeia via radicais livres (VRENNNA; REIS, 2016).

O carregamento dos reatores empregados nesse processo, normalmente, é começado com água desmineralizada, dispersantes (no modo de solução), aditivos de polimerização e iniciadores. Desta forma, os reatores são, então, selados, e é usado elevado vácuo para exterminar ao máximo o oxigênio do espaço reacional, já que eventos adversos podem ocorrer no processo de polimerização, elevando o período de reação e prejudicando as propriedades do objeto final. Após processado o vácuo no reator, constitui-se a carga do MVC liquefeito e o esquentamento da camisa do reator com vapor sobre pressão, para começo da reação (SILVA; GÓIS, 2013).

Visto que a reação é iniciada, adiante o reator deixa de ser aquecido e agora passa a ser resfriado, porque a reação é exotérmica, então a temperatura reativa é parâmetro principal para determinação do peso molecular da resina, comumente expresso pelo valor K (medida empregada na caracterização da massa molar de um polímero). Alcançada a conversão da reação, frequentemente em torno de 75 e 95%, a reação é terminada, e o monômero remanescente é restaurado. O polímero conseguido no modo de lama (suspensão) passa, por um procedimento de stripping, onde o MVC remanescente é extraído através da utilização de vácuo e aumento de temperatura, em reatores comuns e em torres, em que a lama é constatada com o vapor d'água em contracorrente (ZARZAR JÚNIOR; HOLANDA, 2011; VRENNNA; REIS, 2016).

A lama passa, por um método de concentração por meio da centrifugação, e o material úmido decorrente é seco através de secadores de leito fluidizado. Dando sequência, a resina seca é peneirada para reter partículas exageradamente grosseiras e acondicionadas em silos, para consecutivo armazenamento nos diversos sistemas de distribuição, como por exemplo, sacaria de 25 kg, sacos grandes de 1,2t ou mais e, até em caminhões-silo. Assim sendo, a Figura 3 demonstra um esquema simplificado da técnica de polimerização em suspensão (SILVA; GÓIS, 2013).

Figura 3 – Processo de polimerização em suspensão



Fonte: Silva; Góis (2013).

3.3.2 As principais formas de reaproveitamento/reciclagem

O procedimento de reciclagem de objetos de PVC pode acontecer em três maneiras diferentes: química, mecânica e energética.

Reciclagem Mecânica - Baseia-se nas etapas de coleta seletiva, seleção dos tipos de plástico, em seguida, lavagem e moagem do plástico, extrusão e modificação em novos materiais. Desse modo, essa reciclagem consiste na junção de um ou mais métodos operacionais para aproveitamento do produto descartado, transformando-o em material apropriado para a produção de novos produtos (ZARZAR JÚNIOR; HOLANDA, 2011). Esta reciclagem é convencional e a mais usada na maior parte dos países em que os plásticos são reciclados, além de ter custo de operação baixo relativamente, mas necessita de um investimento inicial considerável (PÊSSOA, 2018).

A reciclagem mecânica pode ser separada em duas classes: a primária e a secundária. A distinção entre elas é que a primeira acontece após o primeiro processamento, reciclando, as propriedades do material reciclado são aproximadas do material virgem, já a reciclagem secundária ocorre logo após o emprego e descarte do material e possui propriedades inferiores ao da primária (ANDRADE, 2019).

Reciclagem Química - fundamenta na transformação do resíduo de PVC em matérias-primas petroquímicas normais. Alguns procedimentos encontram-se acessíveis para a reciclagem química do PVC, constituindo-se basicamente nas rotas seguintes: (ZARZAR JÚNIOR; HOLANDA, 2011).

Hidrogenação é quando as cadeias são quebradas por meio do tratamento com calor e hidrogênio, criando produtos aptos de serem processados em refinarias. Já a gaseificação, os plásticos são aquecidos com oxigênio ou ar, produzindo-se gás de síntese constituindo hidrogênio e monóxido de carbono. Na quimólise ocorre a quebra total ou parcial dos plásticos em monômeros na existência de Glicol/Metanol e água. Por fim a pirólise é considerada a quebra das moléculas por intermédio da ação do calor na falta de oxigênio. Este processo produz frações de hidrocarbonetos que conseguem serem processadas em refinaria (ANDRADE, 2019).

Reciclagem energética - é a incineração do polímero, ela é realizada com a finalidade de gerar energia, além de ser um dos meios mais eficientes de diminuição de volume dos produtos. Apesar de essa técnica produzir uma quantidade considerável de energia decorrente dos polímeros, é ecologicamente inadmissível do ponto de vista de saúde, uma vez que acontece o lançamento de substâncias nocivas, como enxofre e dióxidos de carbono, ao meio ambiente, e também toxinas existentes em alguns materiais, como o PVC. Desse modo, essa reciclagem deve ocorrer em altas temperaturas e deve ser equipado com algum método de tratamento de gases (ANDRADE, 2019; PÊSSOA, 2018).

3.3.3 O emprego de PVC reciclado na construção civil

O PVC reciclado apresenta diferentes aplicações. É usado na camada central de tubos de esgoto, juntas de dilatação para concreto, em reforços para calçados, perfis, cones de sinalização, etc. Quando empregado em tubos e conexões, possui uma vantagem sobre os tubos de aço galvanizado, pois não são passíveis de oxidação. Assim sendo, como se encontram geralmente protegidos pela estrutura dos edifícios, estão livres das ações das intempéries o que conserva suas características por bastantes anos (HIPOLITO IS; HIPOLITO RS; LOPES GA, 2013).

O uso do PVC reciclado como agregado miúdo no concreto para peças de pavimento intertravado é considerado tecnicamente viável, porque o PVC leva de 200

a 600 anos para se decompuser na natureza, á vista disso o seu aproveitamento como resíduo é primordial, ocasiona impacto ambiental positivo, visto que preveni o seu descarte no ambiente (BATISTA et al., 2018).

Além de o PVC reciclado da forma mecânica gerar menos poluição em comparação aos outros processos de reciclagem. Desse modo, colabora para a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente, assim como no aumento da reciclagem dos RCC. Então, como muitos resíduos são desprezados sem que todo o seu potencial seja reutilizado, a introdução do PVC no ciclo da construção civil possui importância fundamental para o desenvolvimento sustentável (SANTOS; FERRARI, 2019).

4 METODOLOGIA PROPOSTA

Para a elaboração desse programa experimental, analisou-se a reutilização de resíduos de PVC na fabricação de materiais para construção civil, conforme as normas brasileiras. Dessa forma, tendo como proposta a avaliação de desempenho do concreto, definiu-se as propriedades seguintes para serem averiguadas, através da NBR 7215/ 2019, esta norma define o método de determinação da resistência à compressão do cimento Portland em corpos de prova cilíndricos e NBR 5738 que define o Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Essas normas foram utilizadas, pois nesse trabalho foi realizado o processo de moldagem e cura dos corpos de prova e a determinação da resistência dos corpos de prova.

Os testes empregados foram:

- Resistência à tração por compressão diametral;
- Resistência a compressão;
- Absorção d'água.

Portanto, determinou os fatores controláveis a seguir:

- Substituição parcial do agregado miúdo para resíduo PVC nos percentuais de 15% e 30% no traço do concreto;
- Idade de ensaio de resistência à compressão e tração por compressão diametral, de absorção de água;
- Idade de ensaio de durabilidade de conforme a norma específica.

A produção dos artefatos, os ensaios no estado fresco, ensaios mecânicos, porosidade (volume total de vazios), foram realizados no laboratório da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), Ariquemes-RO.

4.1 MATERIAIS

Os materiais empregados na realização desse estudo foi cimento Portland, água, brita, areia e PVC, todos tem a função de fornecer resistência ao concreto.

4.1.1 Cimento Portland

Utilizou-se o cimento Portland CP II F 32, obtido nas lojas de materiais de construção no município de Ariquemes/RO. O preparo e recebimento do Cimento Portland foi executado de acordo com NBR 12655 - Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento (ABNT, 2006a).

4.1.2 Água

A água utilizada para a realização dos corpos de provas foi proveniente do poço semiartesiano, fornecida pela Faculdade e Meio Ambiente -FAEMA.

4.1.3 Agregados Miúdos e Graúdos

Os ensaios de caracterização física executados nos agregados miúdos naturais (areia), e agregados graúdos (brita) foi de acordo com a NBR NM 248 – Agregados - Determinação da composição granulométrica (ABNT,2003a). Em relação a caracterização de densidade da massa da areia, foi efetuado o ensaio segundo a NBR NM 52 - Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente (ABNT, 2003b).

Já em relação a caracterização de densidade da massa da brita, foi realizado o ensaio conforme a NBR NM 53 - Agregado graúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente (ABNT, 2003c).

Quadro 4 - Composição granulométrica e massa específica da areia

| PENEIRAS | | % RETIDA MÉDIA | % RETIDA ACUMULADA |
|----------|------|-------------------|-----------------------|
| Nº | mm | | |
| 1/2" | 12,5 | 0 | 0 |
| 3/8" | 9,5 | 0 | 0 |
| 1/4" | 6,30 | 0,33 | 0,33 |
| 4 | 4,80 | 0,99 | 1,32 |
| 8 | 2,40 | 5,99 | 7,31 |
| 16 | 1,20 | 13,41 | 20,72 |
| 30 | 0,60 | 22,49 | 43,21 |
| 50 | 0,30 | 32,45 | 75,66 |
| 100 | 0,15 | 19,97 | 95,63 |
| FUNDO | 0,01 | 4,37 | 100,00 |

Fonte: Aatoria Própria (2020).

Quadro 5 - Composição granulométrica e massa específica da brita

| PENEIRAS | | % RETIDA MÉDIA | % RETIDA ACUMULADA |
|----------|------|-------------------|-----------------------|
| Nº | mm | | |
| 3/8" | 9,5 | 0 | 0 |
| 1/4" | 6,30 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 4,80 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | 2,40 | 24,25 | 24,25 |
| 16 | 1,20 | 54,94 | 79,18 |
| 30 | 0,60 | 15,58 | 94,76 |
| 50 | 0,30 | 4,50 | 99,26 |
| 100 | 0,15 | 0,20 | 99,46 |
| FUNDO | 0,01 | 0,54 | 100,00 |

Fonte: Aatoria Própria (2020).

4.1.4 PVC

Para promover as ideologias sustentáveis nesse projeto, utilizou-se o reuso do PVC. O mesmo, resíduo foi obtido por uma empresa da cidade, na qual o material foi triturado pelo triturador MF 500, ao ponto de obter fibras para que juntamente com a areia, compoñham um novo tipo de agregado miúdo.

Figura 4 - Triturador MF 500



Fonte: Autoria Própria (2020).

4.1.5 Ensaios de Caracterização Física dos Agregados

Através da NBR NM 248 (ABNT, 2003a), os resíduos de PVC são composições granulométrica, com dimensão máxima característica e módulo de finura. Já a massa específica do agregado, obedece a NBR NM 52 (Quadro 6) (ABNT, 2003b). O PVC, passou por peneiras com abertura de 4,75 mm até 150 μm , antes dos ensaios de caracterização física. O estabelecimento da massa específica do agregado graúdo atendeu as prescrições da NBR NM 53/2003 (Quadro 7,8,9) (ABNT, 2006b).

Quadro 6 - Composição granulométrica e massa específica do PVC

| PENEIRAS | | % RETIDA | % RETIDA ACUMULADA |
|----------|------|----------|--------------------|
| Nº | mm | | |
| 3/8" | 9,5 | 0 | 0 |
| 1/4" | 6,30 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 4,80 | 0,69 | 0,69 |
| 8 | 2,40 | 55,35 | 56,04 |
| 16 | 1,20 | 38,41 | 94,44 |
| 30 | 0,60 | 4,02 | 98,46 |
| 50 | 0,30 | 1,07 | 99,54 |
| 100 | 0,15 | 0,33 | 99,87 |
| FUNDO | 0,01 | 0,13 | 100,00 |

Fonte: Autoria Própria (2020).

Quadro 7 - Massa específica do Agregado Seco PVC

| DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO AGREGADO SECO-PVC- NBR NM 53 | | | |
|-------------------------------------------------------------------------|------|--------|-------------|
| PVC | M(g) | Ma(g) | Ms(g) |
| AMOSTRA 1 | 500 | 309,93 | 502,06 |
| AMOSTRA2 | 500 | 308,69 | 502,03 |
| MÉDIA | | 309,31 | 502,045 |
| MASSA ESPECÍFICA DO AGREGADO (cm³) | | | 2,59 |

Fonte: Aatoria Própria (2020).

Quadro 8 - Massa específica do Agregado na condição saturado superfície seca - PVC

| Massa específica do agregado na condição saturado superfície seca-PVC - NBR NM 53 | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-------------|
| PVC | M(g) | Ms(g) | Ma(g) |
| AMOSTRA 1 | 500 | 502,06 | 309,93 |
| AMOSTRA2 | 500 | 502,03 | 308,69 |
| MÉDIA | | 502,045 | 309,31 |
| MASSA ESPECÍFICA (cm³) | | | 2,60 |

Fonte: Aatoria Própria (2020).

Quadro 9 - Massa específica aparente

| Massa específica aparente-PVC- NBR NM 53 | | |
|--------------------------------------------------|------|-------------|
| PVC | M(g) | Ma(g) |
| AMOSTRA 1 | 500 | 309,93 |
| AMOSTRA2 | 500 | 308,69 |
| MÉDIA | | 309,31 |
| MASSA ESPECÍFICA APARENTE(cm³) | | 2,62 |

Fonte: Aatoria Própria (2020).

4.2 DOSAGEM DO CONCRETO, MOLDAGEM E CURA

O estabelecimento do traço de concreto empregado neste estudo foi de 1:3:3 baseados no traço local na região de Ariquemes-RO. O traço da ordem é de 1:3:3(cimento, areia e brita), com fator a/c de 0,50 para todos os traços.

A moldagem das peças de concreto foi feita por corpos de provas cilíndricos no formato de 10x20cm, e revestidos internamente com a presença de uma fina camada de óleo mineral para facilitar a retirada do concreto da forma, atendendo a NBR 5738 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova (ABNT,2015).

O teor do resíduo PVC adotado foi de 0%, 15% e 30% com fator da brita e a/c de 0,50 fixada para todos os corpos de prova, para não interferir na comparação deles.

As proporções dos cenários empregados, apresentados no Quadro 10, foi estabelecido com base nos valores descobertos nos ensaios de caracterização dos materiais brutos e na literatura.

Quadro 10 - Substituição Parcial dos Resíduos do PVC

| Material | Mistura 01 | Mistura 02 | Mistura 03 |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Cimento | 1 | 1 | 1 |
| Areia | 3 | 3 | 3 |
| Brita | 3 | 3 | 3 |
| Água | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| PVC (%) | 0% | 15% | 30% |

Fonte: Autoria Própria (2020).

Para a realização da mistura dos materiais, utilizou-se a betoneira de 400 litros. O procedimento de fabricação, dosagem e cura do concreto, foram produzidos conforme a ABNT NBR 12655 (ABNT, 2006a).

De acordo com a NBR 12655 ,durante o processo de cura do concreto para o corpo de prova pelo menos as primeiras 24 horas, os corpos de prova devem ser acondicionados em lugar protegido de intempéries, sendo cobertos corretamente com material não absorvente e não reativo, com o objetivo de prevenir a perda de água do concreto (ABNT, 2006a). Foram confeccionados ao total 27 corpos de provas, 9 ensaios para os seguintes dias: 7, 14 e 28 dias.

Esses corpos de provas foram feitos em formas metálicas, em suas respectivas idades de ensaio, com as seguintes dimensões de 10x20 centímetros, e revestidos internamente com uma fina camada de óleo mineral para facilitar a retirada do concreto da forma. Após, os corpos de provas foram desmoldados, identificados e inseridos para cura, submerso na água com 7, 14 e 28 dias, e em seguida, direcionou-se para estufa por 24 horas (Figura 5).

Figura 5 - Corpo de prova com adição de PVC pronto para ir a estufa



Fonte: Autoria Própria (2020).

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO CONCRETO NO ESTADO FRESCO

4.3.1 Índice de consistência

Segundo a NBR NM 67 (ABNT,1998), o ensaio do abatimento do concreto, conhecido como Slump Test, foi efetuado para averiguar a trabalhabilidade do concreto em seu modo plástico, procurando medir sua consistência e analisar se estava adequado para o uso destinado.

No ensaio, inseriu-se uma massa de concreto em uma forma tronco-cônica, contendo três camadas igualmente adensadas, com 25 golpes cada uma. Retirou-se o molde vagarosamente, levantando-o verticalmente e foi medido a diferença da altura

do molde em comparação com a altura da massa de concreto após assentada (Figura 6).

Figura 6 – Teste do slump test



Fonte: Aatoria Própria (2020).

4.4 CARACTERIZAÇÃO DO CONCRETO REFORÇADO COM PVC NO ESTADO ENDURECIDO

4.4.1 Absorção d'água

É uma característica para estimar a durabilidade das peças de concreto. Quanto maior o percentual de absorção, maior o ataque químico e menor a durabilidade, por causa dos elementos químicos (SANTOS; FERRARI, 2019). Sendo assim, para a realização do ensaio dos 27 corpos-de-prova cilíndricos, após 24 horas, os mesmos foram desmoldados e posto para cura, submerso na água com 7, 14 e 28 dias, em seguida, foram para estufa onde ficaram por 24 horas. A medida de absorção das amostras foi estabelecida conforme a norma NBR 9778 – Argamassa e concreto endurecidos - Determinação de absorção de água índice de vazios e massa específica (ABNT, 2005).

4.4.2 Resistência à compressão

Os corpos de prova obedeceram aos itens padronizados na NBR 5739 para o ensaio de resistência mecânica à compressão. Ao atingir o seu tempo de cura (28 dias), os corpos de prova foram lixados para uniformizar as superfícies irregulares. Na NBR 5739, determina que o corpo-de-prova cilíndrico deve ser posicionado de maneira que, quando estiver centrado, seu eixo corresponda com o da máquina (Figura 7), desse modo, fazendo com que a resultante das forças transpasse pelo centro (ABNT, 1994).

Figura 7 - Instrumentação do ensaio de resistência à compressão com o corpo de prova



Fonte: Autorial Própria (2020).

Á vista disso, para cálculo da resistência à compressão, é usada a equação abaixo:

$$f_c = \frac{F}{A}$$

Sendo:

f_c = resistência à compressão (MPa);

F = carga máxima obtida no ensaio (N);

A = área do corpo de prova (mm)

Ensaiou-se três corpos de prova para cada traço, contendo dimensões de 10x20cm, na idade de 7, 14 e 28 dias.

4.4.3 Resistência a tração por compressão diametral

Para o ensaio de tração na compressão, adotou-se como referência a NBR 7222 (ABNT, 2011). O equipamento utilizado foi a prensa hidráulica.

Os corpos de prova moldados, segundo a NBR 7215 (ABNT, 1995) passaram por um processo de cura úmida ou satura por 28 dias, para a execução dos ensaios á compressão axial e diametral. Posteriormente, mediu as suas extremidades, a altura e o diâmetro, com o uso do paquímetro. Logo após, introduziu o corpo de prova deitado na horizontal (compressão diametral), de forma, que fique em repouso ao longo de uma geratriz, na superfície do prato da máquina de compressão (Figura 8), estabelecendo os critérios da NBR NM ISSO 7500-1, onde o peso foi direcionado ao meio do corpo de prova (ABNT, 2004).

Figura 8 - Instrumentação do ensaio de resistência à tração por compressão diametral



Fonte: Autoria Própria (2020).

A carga empregada continuamente, sem choque, com crescimento contínuo da tensão de tração, com uma velocidade de (0,05 +/- 0,02) Mpa/s, até a ruptura do corpo de prova. Dessa maneira, para definir a resistência à tração por meio da compressão diametral, usou os resultados das cargas máximas utilizadas, conseguidas pela prensa hidráulica, na equação seguinte, de acordo com a ABNT NBR 7222 (ABNT, 2011):

$$f_{t,d} = \frac{2 * F}{\pi * d * L}$$

Sendo:

$f_{t,d}$ = resistência à tração por compressão diametral (MPa);

F = carga máxima obtida no ensaio (kN);

d = diâmetro do corpo de prova (mm);

L = largura do corpo de prova (mm).

Assim sendo, obteve os resultados da resistência à tração por compressão diametral, para análise dos dados para o estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta etapa demonstra os resultados alcançados dos ensaios experimentais, objetivando atingir os objetivos do estudo.

4.1 ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA

A tabela mencionada abaixo demonstra os valores obtidos na consistência final do concreto de referência e no concreto com adição de PVC.

Quadro 11 – Ensaio slump test

| TRAÇO(CONCRETO) | CONSISTÊNCIA FINAL |
|-----------------------------------------------|---------------------------|
| TRAÇO 0% = 100% CIMENTO (TRAÇO DE REFERÊNCIA) | 99,50mm |
| TRAÇO 15% PVC = 85% CIMENTO + 15% PVC | 90,00mm |
| TRAÇO 30% PVC = 70% CIMENTO + 30% PVC | 50mm |

Fonte: Próprio Autor (2020).

Conforme pode-se observar teve perda de trabalhabilidade, principalmente no traço de 30%, foi o que obteve o menor índice de consistência.

Pietrobelli (2010), também teve perdas de trabalhabilidade, no seu estudo, sendo corrigidas facilmente com o emprego de aditivos. Na pesquisa Modro et al. (2009), também teve perda de trabalhabilidade e ele relata que parte desta perda pode ser resultante do material utilizado.

Figura 9 – Slump test de 30%



Fonte: Autoria Própria (2020).

Figura 10 – Slump test de 15%



Fonte: Autoria Própria (2020).

4.2 ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO

Os resultados da absorção de água por imersão do corpo de prova de referência e nas porcentagens de 15% e 30% estão apresentados no Quadro 11 e Figura 11. Os corpos de prova foram realizados nas idades de 7, 14 e 28 dias. O Quadro 12 mostra os valores associados à média da absorção de água por imersão.

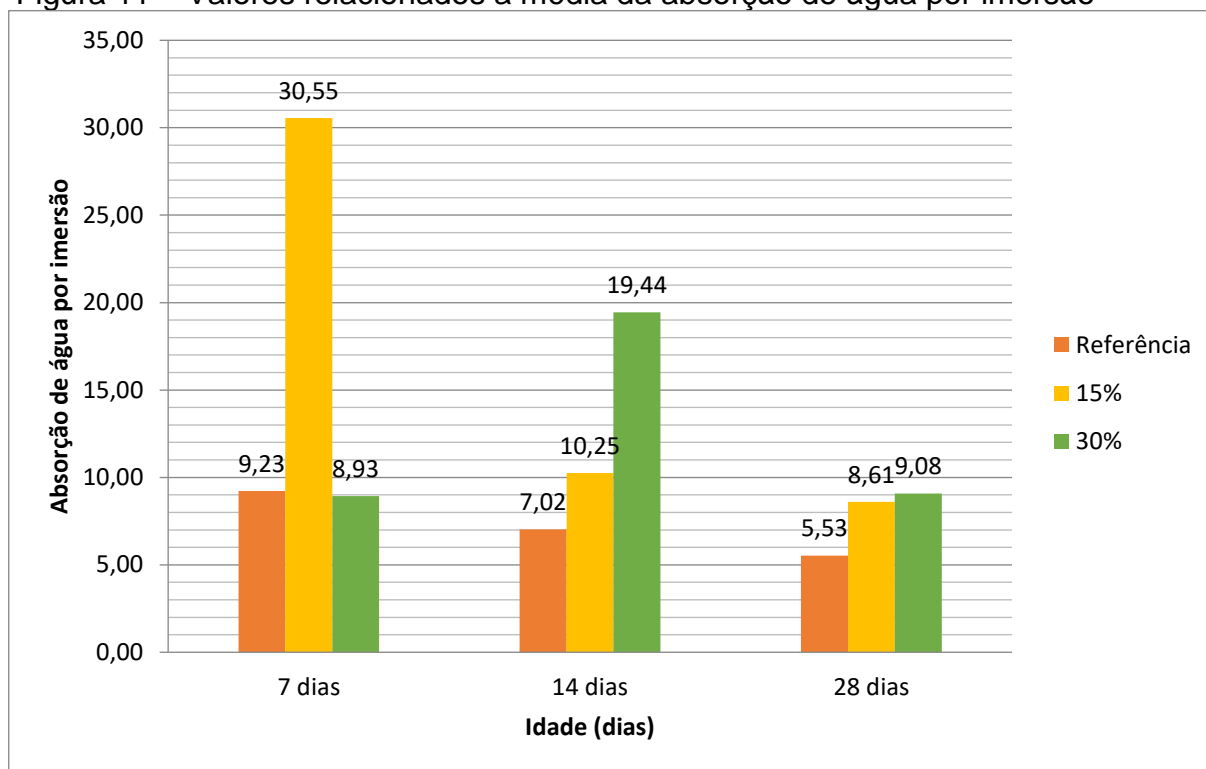
Quadro 12 – Valores relacionados a média da absorção de água por imersão

| | Referência | 15% | 30% |
|---------|------------|-------|-------|
| 7 dias | 9,23 | 30,55 | 8,93 |
| 14 dias | 7,02 | 10,25 | 19,44 |
| 28 dias | 5,53 | 8,61 | 9,08 |

Fonte: Autoria Própria (2020).

A Figura 11 descreve as informações das médias das resistências à absorção de água por imersão, para obter uma visualização melhor.

Figura 11 – Valores relacionados a média da absorção de água por imersão



Fonte: Autoria Própria (2020).

Ao analisar a figura acima, verificamos que a porcentagem de absorção de água foi superior a resistência da amostra de referência, principalmente a 15% em 7 dias que alcançou 30,55%, muito maior que a de referência. Desse modo, pode-se averiguar que o PVC influenciou na absorção de água dos corpos de prova ensaiados.

No estudo de Santos e Ferrari (2019), a absorção de água dos corpos de prova, é usada para estimar sua durabilidade. Então, quanto maior a prevalência de absorção, menor será a durabilidade e o ataque químico vai ser maior em razão aos elementos químicos. Desse modo, os valores do estudo estavam dentro dos limites, e constatou que a existência do PVC não interferiu na absorção de água das peças de concreto ensaiadas, esse estudo foi contraditório ao estudo realizado.

Porém, na pesquisa de Welzbacher (2019), também teve no PVC de 15% valor elevado ao de referência, mas o de 5% de PVC, conseguiu preencher os espaços vazios, complementando a areia, sendo o mais adequado para a substituição.

4.3 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Os resultados da resistência à compressão do corpo de prova de referência e nas proporções de 15% e 30% estão mencionados na Quadro 12 e Figura 12. Os corpos de prova foram ensaiados nas idades de 7, 14 e 28 dias. O quadro 13 mostra os valores referentes à média da resistência à compressão.

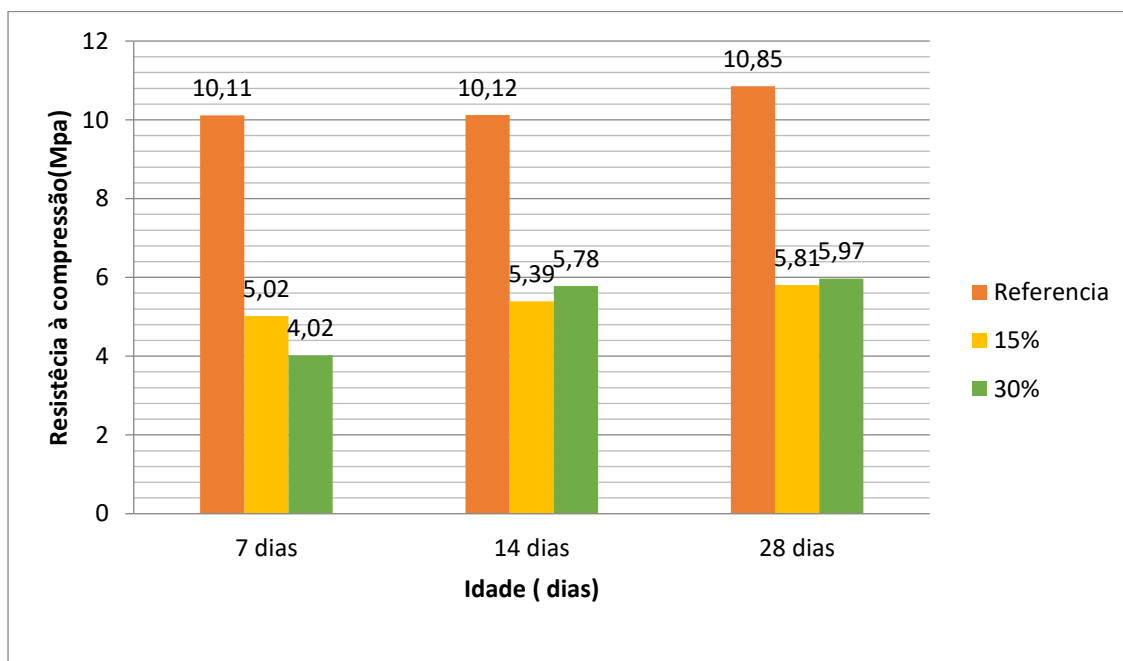
Quadro 13 – Valores referentes a média da resistência á compressão

| | Referência | 15% | 30% |
|---------|------------|------|------|
| 7 dias | 10,11 | 5,02 | 4,02 |
| 14 dias | 10,12 | 5,39 | 5,78 |
| 28 dias | 10,85 | 5,81 | 5,97 |

Fonte: Autoria Própria (2020).

A Figura 12 demonstra os dados das médias das resistências à compressão dos corpos de provas em um histograma, para melhor visualização.

Figura 12 – Valores referentes a média da resistência á compressão



Fonte: Autoria Própria (2020).

Ao analisar a resistência à compressão dos corpos de prova é possível observar que a resistência das amostras nos dias pesquisados, foram inferiores a amostra de referência, quase 50% abaixo. Com 30% de PVC e aos 28 dias foi a que

obteve a porcentagem maior de 5,97Mpa. E ocorreu um aumento da resistência entre as idades de controle (7→14→28 dias) para todos os traços, destacando o de 30% com 7 dias, que foi o menor valor encontrado dentre os cenários analisados. Na análise da resistência a compressão a substituição da areia por PVC apresenta-se inviável, porque foi bem abaixo do recomendado, devido o PVC ser menos resistente que a areia, isso já era esperado pelo estudo. Mas esse material pode ser utilizado na fabricação de calçadas, pois necessita de resistência pequena de 15Mpa.

No estudo de Santos e Ferrari (2019), também as médias de resistência à compressão ensaiadas de cada traço com PVC, ficaram abaixo do limite mínimo proposto e também averiguaram que pode ser utilizado em calçadas esse material.

Já no estudo de Welzbacher (2019), somente a substituição com 15% de PVC não se demonstrou apropriada para a utilização em concretos, os outros traços de 5% e 10% conseguiram resistências superiores aos 31,6 MPa estipulados para os 28 dias, na determinação do traço.

4.4 RESISTÊNCIA A TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

Os resultados alcançados nesse teste do corpo de prova de referência, tendo as porcentagens de 15% e 30% estão mencionados no Quadro 13 e Figura 13. Os corpos de prova foram estudados por 7, 14 e 28 dias. O Quadro 14 revela os valores referentes à média da resistência à compressão diametral.

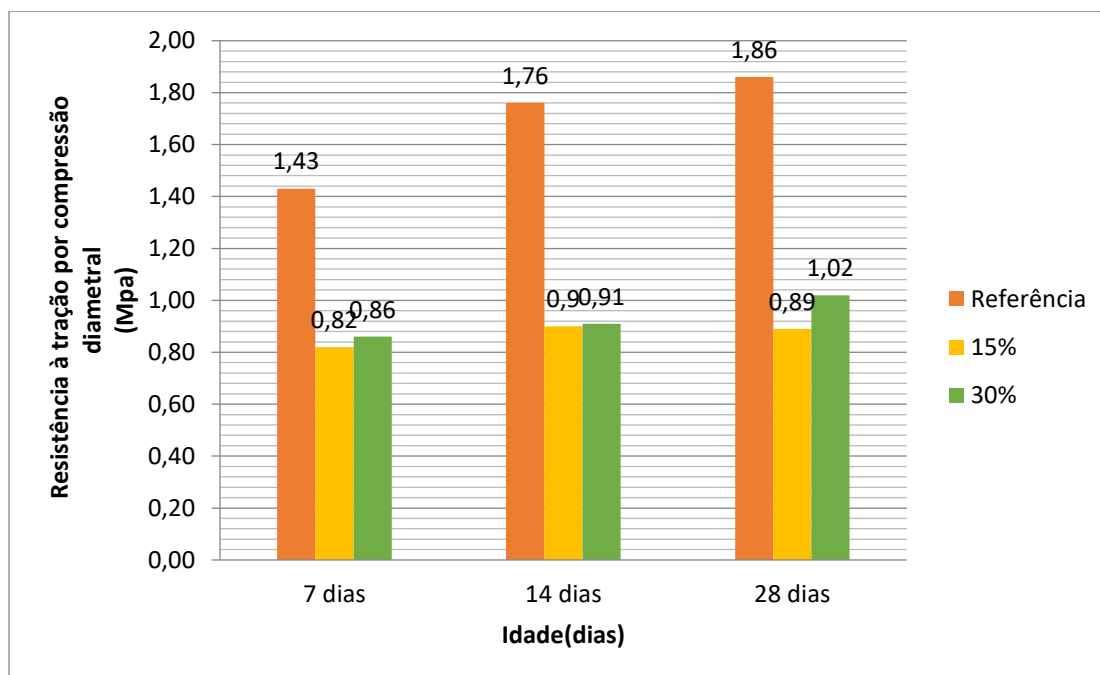
Quadro 14 – Valores referentes a média da resistência á tração

| | Referência | 15% | 30% |
|---------|------------|------|------|
| 7 dias | 1,43 | 0,82 | 0,86 |
| 14 dias | 1,76 | 0,9 | 0,91 |
| 28 dias | 1,86 | 0,89 | 1,02 |

Fonte: Autoria Própria (2020).

A Figura 13 revela as informações das médias das resistências à tração dos corpos de provas em um histograma, para ter uma melhor visualização.

Figura 13 – Valores referentes a média da resistência á tração



Fonte: Autoria Própria (2020).

Ao analisar a tração à flexão dos corpos de prova é possível observar que, de modo geral, a resistência das amostras nos dias estudados, foram inferiores a amostra de referência. Apenas com 30% aos 28 dias foi a que obteve maior Mpa, sendo 1,0. Então em relação a resistência à tração, nenhum dos traços se mostrou eficaz quando comparado ao concreto convencional.

Porém no estudo de Jardim (2016), com a utilização do PVC, os resultados foram diferentes, teve um aumento superior em relação a amostra de referência, e está relacionado de que as partículas de PVC podem ter um papel similar ao averiguado nas adições de fibras no concreto, favorecendo desse modo, um ganho alto de resistência à tração.

Na pesquisa de Welzbacher (2019), os traços com 10% e 15% de PVC, foram considerados não adequados para o uso, pois os resultados foram inferiores, dessa forma, condiz com este estudo.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados alcançados, em que se buscou analisar a substituição do agregado miúdo e graúdo por agregado miúdo reciclado, alcançado por meio da moagem de resíduos de PVC, nas porcentagens de 15% e 30%, na dosagem de um concreto convencional. Então os resultados obtidos com o slump test, observa-se que ocorreu perda de trabalhabilidade, principalmente na porcentagem de 30%.

No teste de absorção de água por imersão os resultados foram superiores ao valor de referência, especialmente na amostra de 15% em 7 dias, sendo assim, o PVC influenciou na absorção de água.

Já em relação aos testes de resistência a compressão, os resultados alcançados foram quase metade abaixo do valor de referência. Aconteceu um aumento da resistência entre as idades de controle (7→14→28 dias) para todos os traços, porém 30% com 7 dias, foi inferior.

Na tração de compressão diametral as amostras pesquisadas obtiveram valores menores que a amostra de referência, somente com 30% aos 28 dias que teve a porcentagem maior. Dessa maneira, a resistência à tração, nenhum dos traços se mostrou eficiente em comparação ao concreto convencional.

Desse modo, é possível relatar que a substituição dos agregados pelo PVC não é viável nessa pesquisa, porém necessita de mais estudos, pois conforme outros estudos analisados, foi considerado viável essa substituição na realização de calçadas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Reginaldo Domingos Souza. **Processos de reciclagem de polímeros termoplásticos**. 2019. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Materiais), Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN, 2019. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/8761/1/TCCFinal.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2020.
- ANDREOLI, Cleverson V. et al. **Resíduos sólidos: origem, classificação e soluções para destinação final adequada**. Coleção Agrinho, p.531- 552, 2014. Disponível em: https://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/32_Residuos-solidos.pdf. Acesso em: 06 abr. 2020.
- ALVES, Stevam Gabriel et al. Reciclagem de resíduos da construção civil: estudo de caso em uma empresa no município de Camaragibe – PE. **Revista Caravana**, v.2, n.1, p.100-108, 2015. Disponível em: <http://caravana.ifpe.edu.br/index.php/caravana/article/view/4/V1%20N2%20100-108>. Acesso em: 28 abr. 2020.
- ARAÚJO, Fernanda de Mesquita; TOZATTO, João Hermem Fagundes. **Estudo para o Reaproveitamento dos Resíduos Sólidos Produzidos nas Aulas do Laboratório de Instalações Hidráulicas do Curso de Construção Civil do Cefet-RJ**. IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – Gestão, Inovação e Tecnologia para a Sustentabilidade, p.-1-10, 2012. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/1461699.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2019. Disponível em: https://www.migalhas.com.br/arquivos/2020/1/492DD855_EA0272_PanoramaAbrelpe_-2018_2019.pdf. Acesso em: 19 abr. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 248 - Agregados - Determinação da composição granulométrica**. 2003a. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivo_supload/17827/material/nbr_nm248_2003.pdf. Acesso em: 07 jun. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 52 - Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente e absorção de água**. 2003b. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17827/material/NBR%20NM%2052%20.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 53 - Agregado graúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente e absorção de água**. 2003c. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17827/material/Nbr_nm53_2003.pdf Acesso em: 11 nov. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12655 - Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento –**

Procedimento. 2006a. Disponível em: <https://www.etecitapeva.com.br/arquivos/docentes/Professor%20Carlos%20Santine/NBR-12655-2006-Concreto-de-cimento-Portland-Preparo-controle-e-recebimento-Procedimento.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 5738- Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.**2015. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15030/material/NBR%205738%20-%2015_aula.pdf. Acesso em: 08 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 67- Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** 1998. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15030/material/NBR%20NM%2067%20-%20098_aula.pdf Acesso em: 08 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.** 1994. Disponível em: <http://files.israel-tecnico-qualidade.webnode.com/200001169-522fc532a8/NBR%205739%20-%20Concreto%20-%20Ensaio%20de%20Compress%C3%A3o%20de%20Corpos-de-pro.pdf> Acesso em: 07 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 7222 - Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos.** 2011. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/2077/abnt-nbr7222-concreto-e-argamassa-determinacao-da-resistencia-a-tracao-por-compressao-diametral-de-corpos-de-prova-cilindricos>. Acesso em: 08 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 7215 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão.**2019. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17827/material/NBR%207215%20-.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM -ISO 7500-1. Materiais metálicos - Calibração de máquinas de ensaio estático uniaxial Parte 1: Máquinas de ensaio de tração/compressão - Calibração do sistema de medição da força.** 2004. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/23333/abnt-nm-iso7500-1-materiais-metalicos-calibracao-de-maquinas-de-ensaio-estatico-uniaxial-parte-1-maquinas-de-ensaio-de-tracao-compressao-calibracao-do-sistema-de-medicao-da-forca>. Acesso em: 05 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 9778 - Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica.**2005. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/36398/nbr9778-argamassa-e-concreto-endurecidos-determinacao-da-absorcao-de-agua-indice-de-vazios-e-massa-especifica>. Acesso em: 07 jun. 2020.

BATISTA, Alexandro Batalha et al. Estudo da utilização do PVC como constituinte de concreto reciclado. **Revista Teccen**, v.11, n.1, p. 39-46, 2018. Disponível em: <http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/1303>. Acesso em: 22 maio 2020.

BOHNENBERGER, José Carlos et al. Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.18, n.1, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000100299. Acesso em: 19 abr. 2020.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, v. 61, n.358, p. 178-189, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ce/v61n358/0366-6913-ce-61-358-00178.pdf>. Acesso em: 22 maio 2020.

FERREIRA, Alice Cristina Alves et al. Gestão de resíduos sólidos na construção civil. **Revista Pensar Engenharia**, v.2, n. 2, p.1-18, Jul./2014. Disponível em: http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a140.pdf. Acesso em: 29 abr. 2020.

FRASSON, Sueli Aparecida. **Usinas de reciclagem de entulho como agentes na valoração dos resíduos gerados pela construção civil**. XIX Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, p.1-16, 2017. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/19/anais/arquivos/242.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

HELENA, Maria NG. **Estimativa da geração de resíduos de construção e demolição no município de Santos – SP**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Maceió p.1-5, 2018. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/111_edgdrdcednmdss.pdf. Acesso em: 09 mar. 2020.

HIPOLITO, Israel da Silva; HIPOLITO, Rafael da Silva; LOPES, Gean de Almeida. **Polímeros na construção civil**. X Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – Gestão e Tecnologia para a Competividade, 2013. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/5518429.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2020.

JARDIM, Rosiéli Ribeiro. **Estudo da viabilidade da substituição parcial do agregado miúdo por agregado miúdo reciclado de pet em concretos convencionais**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2016. Disponível em: [dspace.unipampa.edu.br › bitstream › riu › ESTUDO D...](https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/ri/ESTUDO%20D...) Acesso em: 22 mar. 2020.

KUHN, Claison et al. Análise de viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de Resíduos da construção civil. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 478 -494, jul./set. 2017. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/4600/3180. Acesso em: 22 mar. 2020.

LEMES, Silênia Priscila da Silva. **Caracterização do comportamento mecânico e térmico de argamassas de cimento portland com adição de nanotubo de carbono**. 2016. 115p. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Pampa. Alegrete, 2016. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br:8080/bitstream/riui/1943/1/Sil%C3%AAnia%20Priscila%20da%20Silva%20Lemes%20-%202016.pdf> Acesso em: 06 abr. 2020.

LOPES, Anaísa Filmiano Andrade; POMPEU, Diogo Sá da Silva. Benefícios sociais e ambientais da usina de reciclagem e compostagem na cidade de Prata – MG. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v.10, n.19, p. 74 - 85, dez/2014. Disponível em: [www.seer.ufu.br > hygeia > article > download](http://www.seer.ufu.br/hygeia/article/download). Acesso em: 02 maio 2020.

MATUTI, Bruna Barbosa; SANTANA, Genilson Pereira. Reutilização de resíduos de construção civil e demolição na fabricação de tijolo cerâmico – uma revisão. **Scientia Amazonia**, v. 8, n.1, p. 1-13, 2019. Disponível em: <http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2018/11/v.-8-n.1-E1-E13-2019.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2020.

MODRO, N.L.R. et al. Avaliação de concreto de cimento Portland contendo resíduos de PET. **Revista Matéria**, v. 14, p. 725 – 736, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rmat/v14n1/a07v14n1.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2020.

OLIVEIRA, Luana Dantas; BRITO, Jane Velma dos Santos; SANTOS, Rafaela Cristiane. **Andrade. Perfil dos resíduos sólidos domiciliares gerados no município de N. Sra. da Glória/SE**. Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação – Ciência, tecnologia e inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional, Palmas, p.1-4, 2012. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/4839/2965>. Acesso em: 06 abr. 2020.

PASCHOALIN FILHO, João Alexandre; DIAS, Antonio Jose Guerner; CORTES, Pedro Luis. Aspectos normativos a respeito de resíduos de construção civil: uma pesquisa exploratória da situação no Brasil e em Portugal. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, p. 155-169, abr. 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/32851/22443>. Acesso em: 06 abr. 2020.

PEREIRA, Flávio de Moura et al. **Logística reversa dos resíduos da construção civil - Estudo de aplicações com foco em empresas privadas**. X Fateclog Logística & a Sociedade do Conhecimento Fatec, Guarulhos, p.1-11, 2019. Disponível em: <http://fateclog.com.br/anais/2019/LOG%C3%8DSTICA%20REVERSA%20DOS%20RES%20C3%8DDUOS%20DA%20CONSTRU%C3%87%C3%83O%20CIVIL%20ESTUDO%20DE%20APLICA%C3%87%C3%95ES%20COM%20FOCO%20EM%20EMPRESAS%20PRIVADAS.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2020.

PESSÔA, Vitor Alves de Figueiredo. **Reciclagem e reutilização de materiais poliméricos plásticos**. Projeto (Graduação em Engenharia de Materiais) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10024679.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2020.

PIETROBELLI, R. Eliton. **Estudo de viabilidade do Pet reciclado em concreto sob aspecto da resistência a compressão**. 2010. 71f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Comunitária Regional de Chapecó. Chapecó, 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/5349225-Estudo-de-viabilidade-do-pet-reciclado-em-concreto-sob-aspecto-da-resistencia-a-compressao.html>. Acesso em: 18 nov. 2020.

SANTOS, Adriana Goulart; FERRARI, Ana Karoliny. Influência do resíduo de PVC como agregado no concreto para peças de pavimentos intertravados. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.19, n.3, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212019000300039&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 abr. 2020.

SILVA, Rodrigo Ferreira; GÓIS, Luis Mário Nelson. Tecnologias para a produção e purificação do PVC. **Revista CIATEC – UPF**, v.5, n.1, p.12-26, 2013. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/ciatec/article/view/3119/2381>. Acesso em: 23 abr. 2020.

SILVA, Tamara Francine Duarte; MACHADO, Bruna Alves; PASCHOALIN FILHO, João Alexandre. Inovação tecnológica no gerenciamento de resíduos de construção civil (RCC) na cidade de Guarulhos: estudo de caso usina de reciclagem de entulho. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v.7, n.53, 2019. Disponível em: https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/2174/2019. Acesso em: 18 abr. 2020.

SIMONI, Júlio Henrique et al. Gerenciamento de resíduos da construção civil: estudo de caso em usina de reciclagem em Maringá – PR. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, n. 2, p. 568-574, mai-ago. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/16961/pdf>. . Acesso em: 06 abr. 2020.

TEIXEIRA JÚNIOR, Airton Braga et al. Estudo do reaproveitamento e reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil. **Revista Eletrônica de Educação da Uniaraguaia**, Goiânia, v. 15, n. 1, p.62-84, jan./abr. 2020. Disponível em: <http://www.faculdadearaguaia.edu.br/sipe/index.php/renefara/article/view/941/Vol15-1-art-6>. Acesso em: 18 abr. 2020.

VRENNNA, João Pedro Cortez; REIS, Elton Aparecido Prado. Processo de polimerização em suspensão e a organização das partículas do PVC. **Encontro de Iniciação Científica**, v.12, n.12, 2016. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/5335/5074>. Acesso em: 22 abr. 2020.

WELZBACHER, Guilherme. **Estudo da viabilidade da substituição parcial do agregado miúdo por agregado miúdo reciclado de PVC (policloreto de vinila) em concretos convencionais**. 73f. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), da Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES. Lajeado, 2019. Disponível em: https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/2756/1/2019_GuilhermeWelzbacher.pdf. Acesso em: 18 nov. 2020.

ZARZAR JÚNIOR, Fuad Carlos; HOLANDA, Marcos G. **O PVC**: características técnicas, vantagens e relação com o meio ambiente. II Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do IFPE – Campus Caruaru, p.1-10, 2011. Disponível em: https://www.cin.ufpe.br/~lsc4/snct2011/files/SNCTIFPE_0009. Acesso em: 18 abr. 2020.

ANEXOS

ANEXO A – Relatório de Plágio



Biblioteca
Júlio Bordignon

RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Marília Silva Costa

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 23.11.2020

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **5,58%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet

Suspeitas confirmadas: **4,54%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados

Texto analisado: **90,29%**

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
segunda-feira, 23 de novembro de 2020 16:35

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **MARÍLIA SILVA COSTA**, n. de matrícula **9563**, do curso de Engenharia Civil, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 5,58%. 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