



unifaema

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA

CLAUDENIR DE OLIVEIRA ROCHA

**FABRICAÇÃO DE BLOQUETES COM UTILIZAÇÃO DE
AREIA DO REJEITO DE GARIMPO EM ARIQUEMES**

**ARIQUEMES - RO
2022**

CLAUDENIR DE OLIVEIRA ROCHA

**FABRICAÇÃO DE BLOQUETES COM UTILIZAÇÃO DE AREIA DO
REJEITO DE CASSITERITA GARIMPO EM ARIQUEMES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil

Orientadora: Prof. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes

**ARIQUEMES - RO
2022**

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R672f Rocha, Claudenir de Oliveira.

Fabricação de bloquetes com utilização de areia de rejeito de garimpo em Ariquemes. / Claudenir de Oliveira Rocha. Ariquemes, RO: Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, 2022.

42 f.

Orientador: Prof. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes.

Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2022.

1. Agregado Míudo. 2. Resistência a Compressão. 3. Produção de Pavers. 4. Rejeito de Cassiterita. 5. Rondônia. I. Título. II. Lemes, Silênia Priscila da Silva.

CDD 620.1

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

CLAUDENIR DE OLIVEIRA ROCHA

**FABRICAÇÃO DE BLOQUETES COM UTILIZAÇÃO DE AREIA DO
REJEITO DE CASSITERITA DO GARIMPO EM ARIQUEMES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof.^a Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

Prof. Ms. Felipe Cordeiro de Lima
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

Prof.^a Ms. Joani Paulus Covaleski
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

**ARIQUEMES – RO
2022**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ser essencial em minha vida, pela sua infinita misericórdia, por ter me concedido força, sabedoria e determinação para poder chegar até aqui.

Serei eternamente grato a grande profissional, humilde, carismática e dedicada, a Enfermeira Júlia Grazielle Santos Nunes, chegou em um momento importante e esteve sempre me orientando, dando dicas, acompanhando em determinados momentos da construção deste trabalho, mostrando o melhor caminho para vencer as dificuldades e o principal, me motivou a lutar e chegar aonde cheguei.

IN MEMORIAM agradeço ao meu pai Darçi da Rocha, pois foi através dele e de seu exemplo, um grande e eficiente mestre de obras, que me conduziu ao ofício da construção civil. Também agradeço aos familiares, pelo apoio e compreensão durante o trajeto desta jornada.

Também agradeço ao Ms. Airton Leite Costa, que me fez o honroso convite para ingressar no Curso de Engenharia Civil da UNIFAEMA. A Dr^a. Rosieli Alves Chiaratto que sempre me deu apoio em todos os períodos acadêmicos, muito obrigado pela sua confiança e por acreditar na minha pessoa.

Grato pela confiança depositada pela minha orientadora Prof.^a Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes, pela sua dedicação e paciência durante o projeto. Seus conhecimentos fizeram grande diferença no resultado final deste trabalho.

A todos os amigos e colegas que durante a trajetória do curso estiveram lado a lado comigo construímos novas amizades, trocamos experiências, planos e projetos, um convívio que será para sempre lembrado, com certeza serão grandes profissionais muito obrigado por tudo, desejo a vocês muito sucesso.

Enfim, aqueles que contribuíram de forma direta ou indiretamente para a realização de mais um sonho sou muito grato de coração. Que Deus abençoe a vida de todos poderosamente.

“Para uma tecnologia de sucesso, a realidade deve ter prioridade sobre as relações públicas, pois a Natureza não pode ser enganada”.
(Richard Feynman)

RESUMO

A evolução constante da construção civil com consumo considerado de matéria prima aliado a uma apreensão com o meio ambiente tem arrastado a sociedade à uma procura de possibilidades de um crescimento mais sustentável. Dentro desse panorama, o reaproveitamento de resíduos de areia de garimpo aparece como uma oportunidade prometedora redução dos impactos ambientais. Uma grande dificuldade do setor é transformar uma possibilidade numa proveniência de matéria prima. Desta maneira procura-se incorporar o uso do concreto com substituição dos agregados naturais por agregados originários da extração mineral de cassiterita. A utilização de rejeitos (areia) da mineração apresenta-se como uma alternativa de reuso, de redução de custos e na composição de agregados na mistura do concreto. No experimento científico foram realizadas análises das propriedades mecânicas de resistência a compressão simples, contrapondo os resultados entre 01 traço convencional de concreto (areia normal + cimento + brita + água), com outros 02 traços (areia normal + areia de rejeito + brita + água), onde se acrescentou uma porção de rejeito de garimpo (areia) em 50% e 75% na mistura do agregado miúdo, objetivando seu emprego na produção de pavimentos de concreto. Foram realizados ensaios de determinação da resistência característica à compressão aos 07, 14 e 28 dias de idade, determinação da absorção de água e avaliação dimensional de acordo com a ABNT NBR 9781, Slump Teste NBR 7233. Os valores apresentados pelo ensaio de resistência à compressão foram influenciados e contrapostos entre os 03 traços de concreto definidos acima. Este experimento científico assinala a viabilidade do aproveitamento desse material na composição aos agregados naturais miúdos utilizados na produção de pavimentos. Obtendo-se os resultados de resistência à compressão aos 28 dias 74,25 MPa para o agregado miúdo de areia local, o valor de 78,55 MPa para o agregado com 50% de mistura de areia do rejeito de garimpo e o valor de 57,47 MPa para o agregado com 75% de mistura de areia de rejeito de extração de cassiterita, concluímos que o composto de mistura no agregado úmido é viável para a fabricação de bloquetes a ser aplicado em calçamentos de ruas de trânsito leve, bem como estacionamentos, calçadas de jardins.

Palavras-Chave: Agregado Miúdo, Resistência a Compressão, Produção de Pavimentos.

ABSTRACT

The constant evolution of civil construction with considered consumption of raw materials allied to an apprehension with the environment has dragged society to a search for possibilities of a more sustainable growth. Within this panorama, the reuse of mining sand residues appears as a promising opportunity to reduce environmental impacts. A major difficulty in the sector is to transform a possibility into a source of raw material. In this way, an attempt is made to incorporate the use of concrete with the replacement of natural aggregates by aggregates originating from the mineral extraction of cassiterite. The use of waste (sand) from mining is presented as an alternative for reuse, cost reduction and in the composition of aggregates in the concrete mix. In the scientific experiment, analyzes of the mechanical properties of resistance to simple compression were carried out, comparing the results between 01 conventional concrete mix (normal sand + cement + gravel + water), with another 02 mixes (normal sand + waste sand + gravel + water), where a portion of mining waste (sand) was added at 50% and 75% in the fine aggregate mixture, aiming at its use in the production of hexagonal concrete pavers. Tests were carried out to determine the characteristic resistance to compression at 07, 14 and 28 days of age, determination of water absorption and dimensional evaluation according to ABNT NBR 9781, Slump Test NBR 7233. The values presented by the test of resistance to compression were influenced and contrasted between the 03 concrete mixes defined above. This scientific experiment indicates the viability of using this material in the composition of fine natural aggregates used in the production of pavers. Obtaining the results of compressive strength at 28 days 74.25 MPa for the fine aggregate from local sand, the value of 78.55 MPa for the aggregate with 50% mixture of sand from mining tailings and the value of 57,47 MPa for the aggregate with 75% sand mixture from cassiterite extraction tailings, we conclude that the mixture compound in the wet aggregate is viable for the manufacture of blocks to be applied in paving streets with light traffic, as well as parking lots, garden walkways.

Keywords: Rondônia; Fine Aggregate, Compressive Strength, Production of Pavers.

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Garimpo Bom Futuro..... | 14 |
| Figura 2 - Local de exploração de Garimpo | 15 |
| Figura 3 – Mistura em concreto pronto..... | 16 |
| Figura 4 - Coleta de amostra de Areia Local..... | 19 |
| Figura 5 - Coleta da amostra da areia de rejeito (AR)..... | 20 |
| Figura 6 - Forma plástica hexagonal | 21 |
| Figura 7 - Amostras dos traços | 22 |
| Figura 8 - Concreto e pavers..... | 23 |
| Figura 9 - Slump Test..... | 25 |
| Figura 10 - Ensaio a compressão simples..... | 26 |
| Figura 11 - Ensaio à compressão simples..... | 29 |
| Figura 12 - característica a compressão estimada | 30 |
| Figura 13 - Estufa..... | 32 |
| Figura 14 – Amostra / Balança | 32 |
| Figura 15 - Paver sextavado | 33 |
| Figura 16 – Paver produzidos | 34 |

Lista de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Características físicas, químicas e mecânicas do cimento | 20 |
| Tabela 2 - Composição e quantidade de corpos de prova | 24 |
| Tabela 3 - Dosagem dos traços de concreto..... | 24 |
| Tabela 4 - Valores coletados nos ensaios em MPa | 27 |
| Tabela 5 - Resultado do ensaio de Slump test..... | 28 |
| Tabela 6 - Tabela de consistência..... | 28 |
| Tabela 7 - Ensaio de resistência característica | 29 |
| Tabela 8 - Valores da resistência característica a compressão estimada. | 30 |
| Tabela 9 - Ensaio de absorção..... | 31 |
| Tabela 10 - Avaliação Dimensional | 33 |

Sumário

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | OBJETIVOS | 13 |
| 2.1 | Objetivos Primários | 13 |
| 2.2 | Objetivos Secundários | 13 |
| 3 | REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 3.1 | REJEITOS DA MINERAÇÃO | 14 |
| 3.2 | Material Composto | 16 |
| 3.3 | Agregados | 17 |
| 3.3.1 | Agregado miúdo | 18 |
| 4 | MATERIAIS E MÉTODOS | 18 |
| 4.1 | Materiais | 19 |
| 4.1.1 | Areias | 19 |
| 4.1.2 | Cimento | 20 |
| 4.1.3 | Brita | 21 |
| 4.1.4 | Água | 21 |
| 4.1.5 | Forma Plástica | 21 |
| 4.2 | DOSAGEM DE CONCRETO E CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA | 21 |
| 4.2.2 | Índice de consistência (slump test) | 24 |
| 4.2.3 | Ensaio a compressão simples | 25 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 5.1 | ENSAIO DE CONSISTÊNCIA (SLUMP TEST) | 28 |
| 5.2 | ENSAIO DA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICAS À COMPRESSÃO | 29 |
| 5.3 | ENSAIO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA | 31 |
| 5.4 | ENSAIO DE AVALIAÇÃO DIMENSIONAL | 32 |
| 5.5 | INSPEÇÃO VISUAL | 34 |
| 6 | CONCLUSÃO | 35 |
| | REFERÊNCIAS | 36 |

1 INTRODUÇÃO

A construção civil desponta como agente de transformação do espaço local vazio em espaço urbano edificado, adequando-se ao incremento das mais diversas atividades. Referindo-se a uma das maiores áreas da economia e, ao mesmo tempo se caracteriza grande consumidor de matérias primas naturais e energia, e como efeito, resulta em um impacto ambiental elevado (SANTANA; PEREIRA, 2020).

Materiais de resíduos provenientes da diversidade de indústrias necessitam de tratamento conveniente a sua manipulação, entretanto nem sempre se torna possível, e resultam em consequências nocivas e prejudiciais ao meio ambiente e à população. Sabe-se que a atividade de garimpos, em especial na região de Ariquemes, situado no estado de Rondônia, com a exploração mineral de cassiterita na região, é um produtor em potencial de rejeito de garimpo (PINTO, 2005).

A produção em larga escala do rejeito, a princípio considerado um material descartado simplesmente forma montanhas e impedem a regeneração natural de espécies arboríferas e forrageiras na natureza. Esses rejeitos são gerados pelas atividades de extração ou lavra no decapeamento da mina, ou seja, consistem basicamente de materiais escavados e retirados para atingir os veios do minério.

Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (2016), os resíduos da mineração podem ser separados em dois tipos: os resíduos estéreis e os rejeitos. Os estéreis, ou resíduos sólidos de extração, consistem normalmente em pilhas de minérios pobres, sem valor econômico, e também em rejeitos da mineração. Como os estéreis são compostos basicamente de fragmentos de rochas e solos, as pilhas do resíduo não apresentam maiores problemas de segurança estrutural se projetadas seguindo técnicas corretas de geotécnica.

Os rejeitos da mineração, ou lama, são compostos por partículas finas derivadas da rocha explorada, e que não são aproveitados após o processo de beneficiamento. Os mesmos podem ser separados de acordo com a granulometria que pode ser fina considerada fina ou grossa sendo rejeitos granulares (IBRAM, 2016).

O consumo de material na construção civil é considerável, tem se buscado novas tecnologias e também o reuso de materiais rejeitados nas explorações de minérios para serem acrescentados nos agregados de concreto. E como alternativa o rejeito de cassiterita (areia) passa a ser uma opção adequada para diminuir o impacto ao meio ambiente desse passivo ambiental.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Primários

Analisar mediante ensaios da resistência mecânica de compressão simples, a mistura de agregado miúdo com rejeito do minério da cassiterita, na produção dos pavers de concreto sextavado, checando se suporta ou não, o tráfego de veículos leves.

2.2 Objetivos Secundários

- Analisar a resistência a compressão simples.
- Determinar a absorção de água em porcentagem no comparativo da massa seca versus massa saturada.
- Avaliação dimensional das medidas nominais das peças confeccionadas.
- Inspeção visual para identificar defeitos que possam prejudicar o assentamento das peças.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 REJEITOS DA MINERAÇÃO

A indústria da mineração é um dos segmentos mais antigos e mais produtivos da economia do Brasil. Essa atividade está diretamente ligada à história do Brasil, pois desde o descobrimento, os recursos minerais vêm sendo explorados, e contribuíram para o desenvolvimento da economia nacional (ÁVILA, 2021).

A mineração nada mais é que uma operação ou atuação que envolve a extração de recursos naturais, que tem impacto no meio ambiente das minas e áreas adjacentes. Proporciona danos diretos aos solos ao remover a cobertura vegetal e modifica a característica da água por meio do descarte de rejeitos e assoreamento de corpo d'água fluente.

Em Rondônia a exploração principal é da cassiterita no garimpo Bom Futuro, (Figura 1), sendo essa atividade extratora como impulso para economia da Cidade de Ariquemes, pois alavanca o ranking do Brasil, o tornando o quarto maior país extrator desse minério (ZAN et al, 2012).

Figura 1 - Garimpo Bom Futuro

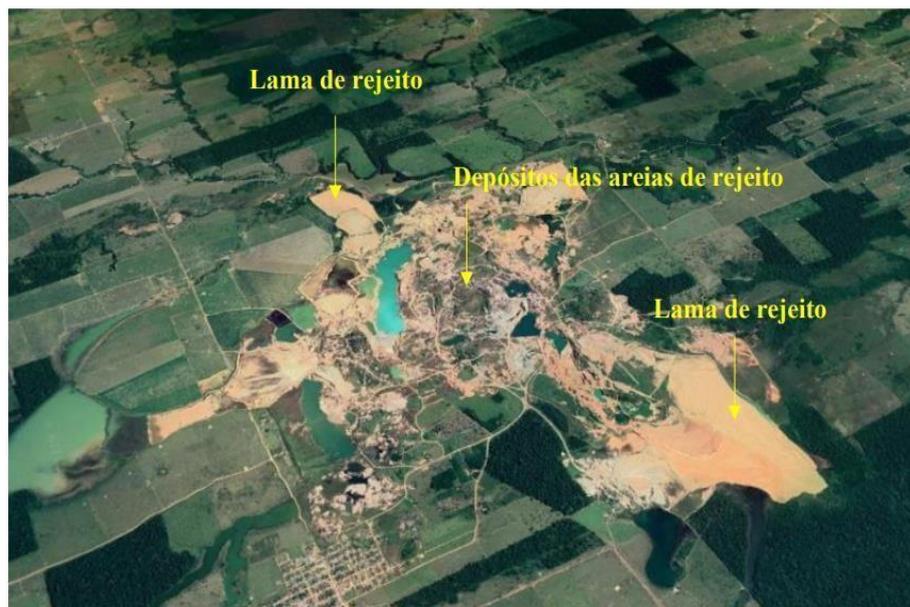


Fonte: Google Earth 2022, adaptado.

Apesar da grande importância e a contribuição dessa mineração no Estado de Rondônia, a exploração desse minério acabou causando vários impactos ambientais de proporção gigantesca (Figura 2). Mais de 800 mil metros cúbicos de resíduos

provenientes da exploração eram lançados nos rios localizados ali próximo, conseqüentemente comprometendo-os em um raio de mais de 200 km (ZAN et al., 2012). Uma parcela deste problema originou-se através das explorações ilegais e descontrolada durante anos, onde até os dias de hoje ainda ocorrem, desrespeitando as autoridades legais e agredindo o meio ambiente (GERMANY, 2002; BRASIL, 2010).

Figura 2 - Local de exploração de Garimpo



Fonte: Google Earth 2022, adaptado.

O volume de resíduos produzidos pode mudar de acordo com as características do minério extraído e a eficácia do processo de beneficiamento utilizado. Uma empresa de mineração como a Samarco Mineração S.A., cresceu em 9,5 milhões de toneladas de minério de ferro ao ano, em 2014, totalizando 25 milhões de toneladas de resíduos por ano. Com o potencial de crescimento desses resíduos, torna-se de suma importância o entendimento desses resíduos para estabelecer procedimentos necessários para seu manejo e sua destinação ambientalmente adequada (TOMAZELA, 2015).

Entretanto, compreende-se que através das pesquisas mencionadas o enfoque principal é para a substituição de areia, a qual corresponde por no máximo de 30 a 50% do produto, e não colabora com a redução do custo do produto, pois é a quantidade de cimento é que determina grande parte do custo do material.

A reutilização de resíduos do qual se tenha como objetivo a produção de artefatos para o setor da construção civil, pode reduzir custos e ter destinação final correta se feita de maneira acertada. Deste modo, é de suma importância os estudos da utilização destes rejeitos na construção civil para que impactos como os vistos anteriormente, sejam diminuídos.

3.2 Material Composto

O concreto é essencialmente uma combinação de areia fina, água, cimento e pedra, quando o cimento é misturado pela água, torna-se um composto homogêneo, duradouro e viscoso a cima de componentes do conjunto (pedras e areia) formam peças inteiras (BUNDER, 2016).

Figura 3 – Mistura em concreto pronto



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O concreto é o material de construção mais utilizado. Com a evolução da ocupação da zona urbana, houve uma crescente no consumo de concreto. A estimativa de produção/ de acordo com a Associação Brasileira de cimento Portland, a produção de concreto em 2012 foi de 51 milhões de m³, e com projeção de crescimento de 41,2% nos cinco anos consecutivos. A composição do concreto é formada por cimento Portland, areia, brita e água (METHA; MONTEIRO, 2014).

Os mesmos autores mencionados acima afirmam que, a necessidade de melhorias nas características do concreto, tanto no início da pega como no endurecido, fez com que se adotassem alguns outros constituintes na mistura, sendo

materiais destinados a verificar características especiais ao concreto, denominados de aditivos e/ou adições.

3.3 Agregados

De acordo com a norma 7211:2009, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os agregados para a execução da pasta de concreto devem ser constituídos de granitos de minerais rígidos, espessos, fixos, duradouros, firmes, asseados e não impeçam o enrijecimento e a hidratação do cimento como também na proteção contra corrosão da armadura. Os granitos não possuem tamanho e formato definitivos ou padrão.

Regularmente, estas matérias-primas são estáticas com características e extensões correspondentes a serem utilizadas nas construções de engenharia civil.

Por constituir cerca de 75% do volume do concreto, é importante considerar a qualidade do agregado, em se tratando do resultado do produto. Para Neville e Brooks (2013), os agregados, além de limitarem a resistência para concretos de alta resistência, atingem, por meio de suas propriedades, a duração e o desempenho do concreto.

A NBR 7211:2009 Classifica o conjunto referente a sua medida, desta forma:

- a) agregado miúdo: areia natural, artificial ou mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,8 mm, com possibilidade de retenção de 5%, e ficam recluso na peneira ABNT 0,075 mm;
- b) agregado graúdo: pedregulho ou brita proveniente de rochas estáveis, ou a mistura de ambos, cujos grãos passam por uma peneira de malha quadrada com abertura nominal de 152 mm e ficam retidos em peneira com abertura de malha 4,8 mm;
- c) material pulverulento: partículas minerais com dimensões inferiores a 0,075 mm, incluindo os materiais solúveis na água encontrados nos agregados, definida na NBR 46 vigente.

3.3.1– Agregado miúdo

A areia é uma matéria-prima natural, e geologicamente um sedimento de grãos, normalmente quartzosos, com diâmetro limite não excedendo 2mm. Portanto, para a areia ser material de construção, é exigido que seus grãos possuam formatos de produtos consistentes, não precisamente quartzosos (SILVA; VIEIRA; OLIVEIRA, 2018).

Os depósitos com predomínio de agregado miúdo, denominados de areia, acontecem principalmente no leito dos rios, especialmente nas curvas, porém também podem ser situadas nas camadas superiores. O pesquisador comenta ainda que nas jazidas denominadas de cascalheiras ocorrem bastante seixos e pedregulhos, que são frequentemente designados de cascalhos, sendo que os pedregulhos e particularmente os seixos já têm sido empregados como matéria-prima para geração de areia (SILVA; VIEIRA; OLIVEIRA, 2018).

O desempenho de concretos utilizando agregados reciclados é alvo de estudos e vem se expandindo em busca de novos conhecimentos. Os agregados miúdos de areia de rejeito de exploração de garimpo, possuem propriedades compatíveis para o desempenho oferecido por essa adição em concretos pode variar de acordo com o percentual de mistura a ser elaborado na mistura da massa de concreto.

Assim, deve-se a importância quanto ao estudo da utilização desses rejeitos na construção civil para que impactos como os vistos anteriormente, sejam diminuídos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para elaboração deste experimento foi realizada uma revisão bibliográfica, consultando-se obras já consagradas no meio técnico (NBR`S), artigos científicos, entre outras bibliografias versadas na área de Engenharia Civil. O estudo buscou-se um recorte temporal de 5 anos, porém por necessidades de maior entendimento da temática no contexto, alguns autores a parte do recorte temporal foram citados devido sua importância no delineamento do processo.

A parte experimental do trabalho foi realizada no laboratório de ensaios de mecânica dos solos nas dependências do Centro Universitário - UNIFAEMA, com a finalidade de aplicar os métodos de dosagem, apresentar a caracterização dos materiais que compõe o concreto e realizar os ensaios de consistência e resistência à compressão simples, utilizando o auxílio de equipamentos e ferramentas.

4.1 Materiais

Na realização deste estudo foram utilizados os seguintes materiais: Areia natural e areia de rejeito do garimpo, brita, cimento e água.

4.1.1 Areias

Para composição dos traços de concreto de referência foi utilizado uma areia média de origem natural, proveniente do município de Ariquemes. A escolha foi baseada na ampla disponibilidade do material no município, pois essa areia é comercializada em larga escala, conforme (Figura 4):

Figura 4 - Coleta de amostra de Areia Local



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Já para os traços de concreto, utilizando a areia de rejeito do garimpo, as amostras foram coletadas em diferentes pontos das áreas abertas que são destinadas ao armazenamento da areia de rejeito (Figura 5), sendo que a coleta dessa areia (AR) foi realizada no Garimpo Bom Futuro. Esse rejeito é proveniente dos processos de lavagem da mineração de cassiterita, o qual pode ser lavado duas vezes, sendo que após a lavagem, o material é armazenado seguindo a quantidade de lavagens.

Figura 5 - Coleta da amostra da areia de rejeito (AR)



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A amostra da areia de rejeito recebeu a nomenclatura descrita acima. Nesse processo de coleta das amostras foi necessário auxílio dos trabalhadores local, seguindo a NBR NM 26/2009.

4.1.2 Cimento

O cimento utilizado foi o Portland composto CP IV 32, produzido pela Empresa ITAÚ Cimentos Planalto S/A, indicado para uso em concreto armado e protendido, concretos para pavimentos, elementos pré-moldados e artefatos de cimento. As características físicas, químicas e mecânicas são fornecidas pelo fabricante. Na Tabela 1 estão dispostas essas informações.

Tabela 1 - Características físicas, químicas e mecânicas do cimento

| Resistência 01 dia | Resistência 07 dias | Resistência 14 dias | Resistência 28 dias | Blaine | Início de pega | Final de pega |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------|-------------------|------------------|
| 15.0 MPa | 23.0 MPa | 28.0 MPa | 33.0 MPa | 5000 | 195 min | 270 min |

Valores médios de referências

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.1.3 Brita

A brita utilizada foi a brita 01, de origem natural, oriunda da cidade de Ariquemes. Esse material tem bastante disponibilidade no comércio local, direcionando a escolha por seu uso.

4.1.4 Água

A água utilizada na produção do concreto, objeto deste estudo, foi proveniente de poço artesiano localizado na Centro Universitário - UNIFAEMA, situado no município de Ariquemes/ RO.

4.1.5 Forma Plástica

Foi utilizado forma plastica hexagonal para moldar as peças a serem confeccionadas, nas dimensões de 12 cm em cada aresta, 20 cm no fundo e 06 cm de espessura.

Figura 6 - Forma plástica hexagonal



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2 DOSAGEM DE CONCRETO E CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os pavers foram modelados em formas de estilos clássicos com tamanhos de 06x20x20[cm], a partir de uma mistura de concreto (1:1:2) com equivalencia à 40MPa de resistência. Conforme a Tabela 2 da NBR 9781, os pavers concedidos para a

circulação/fluxo de pedestres automóveis leves e comerciais regulares necessitam possuir resistência idêntica ou superior à 35MPa e 50MPa para trânsito específico composto por transportes de cargas com excessos de pesos e ou máquinas industriais de grande porte.

4.2.1- Amostras

As amostras foram produzidas em 03 tipos de traço, 12 unidades de cada massada, sendo traço A (areia normal); Traço B (com mistura em 50% de areia de rejeito no agregado miúdo) e Traço C (com mistura em 75% de areia de rejeito no agregado miúdo), conforme figuras abaixo.

Figura 7 - Amostras dos traços



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Produziu-se no total 36 pavers, nas proporções dos traços definidos acima, e após a cura natural os mesmos submeteram-se em teste para averiguar a influência do agregado miúdo na dosagem do concreto quanto à resistência a compressão simples e na avaliação de absorção da água nessa porção.

A figura 8 mostra concreto sendo processado na betoneira e também os paver produzidos em processo de cura natural.

Figura 8 - Concreto e pavers



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Dosagem é um conjunto de procedimentos teóricos e/ou experimentais necessários à obtenção do traço do concreto, ou seja, a proporção dos ingredientes (cimento, areia, brita, aditivos e água), e cuja combinação supra as condições explicitados pelo projeto estrutural e pelas condições da obra. A dosagem deve sempre ser seguida à risca, pois implica em fatores de dureza, resistência e facilidade do concreto. Quando esses requisitos deixam de ser respeitados, deixam a margem a ocorrência de possíveis acidentes com a estrutura da obra.

Neste passo realizou-se o doseamento seguindo pela NBR 7212: para concreto de referência e com substituição de 50% e 75% de areia natural por material de rejeito AR, moldagem e cura do traço 1:1:2 e relação a/c 0,44, seguindo NBR 5738:2016. Cada composição conteve 3 corpos de provas para cada idade, sendo 3 para ensaio de resistência à compressão simples, conforme descrito na Tabela 02.

Tabela 2 - Composição e quantidade de corpos de prova

| Ensaio | Idades Ensaçadas | | |
|----------------------------------|------------------|---------|---------|
| | 7 dias | 14 dias | 28 dias |
| Resistência à compressão simples | | | |
| AN (referência) | 3 | 3 | 3 |
| Concreto com AR 50% | 3 | 3 | 3 |
| Concreto com AR 75% | 3 | 3 | 3 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O traço expressa a quantidade de areia e brita prescrita para uma unidade de cimento. Ou seja, um traço com a configuração 1:1:2 recomenda que a grandeza para 1 parte de cimento é de 1 parte de areia e 2 de brita, procurando sempre satisfazer essa ordem, traço em volume. A dosagem dos traços de concreto foi feita conforme está demonstrado na tabela 03.

Tabela 3 - Dosagem dos traços de concreto

| Traço 1:1:2 | Cimento (Kg) | Areia Natural (Kg) | Areia de Rejeito (Kg) | Brita (Kg) | Água (L) |
|---------------------|--------------|--------------------|-----------------------|------------|----------|
| AN (referência) | 17,37 | 17,37 | - | 34,74 | 7,65 |
| Concreto com AR 50% | 17,37 | 8,68 | 8,68 | 34,74 | 7,65 |
| Concreto com AR 75% | 17,37 | 4,35 | 13,03 | 34,74 | 7,65 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2.2 Índice de consistência (slump test)

A classificação dos concretos é baseada no índice de consistência no seu estado fresco, determinada a partir do ensaio de abatimento, (slump test), contido na norma NBR NM 67/98. O experimento baseia-se na compactação do concreto no interior de um molde com forma de um tronco cônico oco sobre uma base plana metálica quadrada ou retangular, conforme figura 09, o resultado é mostrado em milímetros (mm). Vale ressaltar que a relação a/c foi mantida a mesma para todos os traços.

Figura 9 - Slump Test



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2.3 Ensaio a compressão simples

Para avaliação do comportamento mecânico foi determinada resistência à compressão realizado no laboratório da UNIFAEMA, utilizando a máquina Prensa Eletro hidráulica Digital – Modelo A, Ref. 1.501.220 – 220V – 60Hz da SOLOTEST, conforme figura 10.

Figura 10 - Ensaio a compressão simples



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os ensaios referentes aos pavers foram executados de acordo com o Anexo A da NBR 9781 (ABNT, 2013), os mesmos obtiveram 7 dias para secagem e logo após foram expostos ao teste de experimento à compressão.

Analisaram-se as características diferentes dos materiais AN e AR do concreto no seu estado endurecido onde, constitui a caracterização mecânica do concreto. O ensaio de resistência à compressão é considerado uma medida importante da qualidade de estrutura do concreto. O presente experimento foi executado para os diversos temperamentos das dosagens do concreto, seguindo os métodos necessários para ensaio de compressão dos corpos-de-prova hexagonais de concreto presentes na norma ABNT NBR 9781:2013, sendo realizados análises de 7, 14 e 28 dias.

O valor numérico da resistência à compressão, em MPa, foi aferido por intermédio das seguintes fórmulas:

$$\sigma = \text{ton} \cdot 9810 / \pi \cdot (D^2/4)$$

Onde, D = 150mm, e:

$$f_{pk}, est = f_p - t \times s$$

Onde,

f_{pk} - resistência característica estimada à compressão, expressa em MPa;

f_p - resistência média das peças, expressa em MPa;

t - coeficiente de student;

s - desvio padrão da amostra, expressa em MPa, (**0,920** – Tabela A.2- NBR 9781:2013).

Tabela 4 - Valores coletados nos ensaios em MPa

| Tempo de cura | Amostra | NA (referência) - MPa | AR -50% - Mpa | AR - 75% - Mpa |
|---------------|---------|-----------------------|---------------|----------------|
| 07 dias | 1 | 58,43 | 65,97 | 62,67 |
| | 2 | 69,08 | 72,26 | 67,73 |
| | 3 | 67,37 | 74,85 | 74,42 |
| 14 dias | 1 | 70,63 | 73,59 | 72,83 |
| | 2 | 72,87 | 82,69 | 73,78 |
| | 3 | 64,76 | 74,91 | 77,51 |
| 28 dias | 1 | 81,10 | 89,13 | 64,63 |
| | 2 | 80,09 | 83,52 | 57,75 |
| | 3 | 73,28 | 76,61 | 67,33 |

NOTA: Aplicado fator multiplicativo de 0,95 - Tabela A.1 - NBR 9781:2013

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ENSAIO DE CONSISTÊNCIA (SLUMP TEST)

Os resultados obtidos no ensaio de abatimento (slump test) estão dispostos na tabela 04, anterior.

Tabela 5 - Resultado do ensaio de Slump test

| Amostra | Abatimento (mm) |
|----------------|------------------------|
| AN | 15 |
| AR 50% | 10 |
| AR 75% | 20 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os resultados de abatimento servem para classificar o concreto para demarcar em qual aplicação será utilizado. A NBR 8953:2015 traz uma classificação dos concretos de acordo com sua consistência no estado fresco e, de acordo com essa classificação o concreto estudado está classificado:

Tabela 6 - Tabela de consistência

| Classe | Abatimento (mm) | Aplicações |
|---------------|------------------------|--|
| S10 | $10 \leq A < 50$ | Concreto extrusado, vibro prensado ou centrifugado. |
| S50 | $50 \leq A < 100$ | Alguns tipos de pavimentos e de elementos de fundações. |
| S100 | $100 \leq A < 160$ | Elementos estruturais, com lançamento convencional do concreto. |
| S160 | $160 \leq A < 220$ | Elementos estruturais, com lançamento bombeado do concreto. |
| S220 | ≥ 220 | Elementos estruturais esbeltos ou com alta densidade de armaduras. |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Ao analisar os dados obtidos em ensaio, dispostos na tabela 5, e enquadrados na tabela 06, verificamos que as amostras se enquadram como concreto S10, ou seja, serve para aplicação de concreto extrusado, vibroprensado ou centrifugado. O que faz-se necessário mais alguns testes e análises para validar a sua eficácia nos elementos estruturais, a utilização da areia de rejeito como substituição da areia

natural na dosagem de concreto.

5.2 ENSAIO DA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICAS À COMPRESSÃO

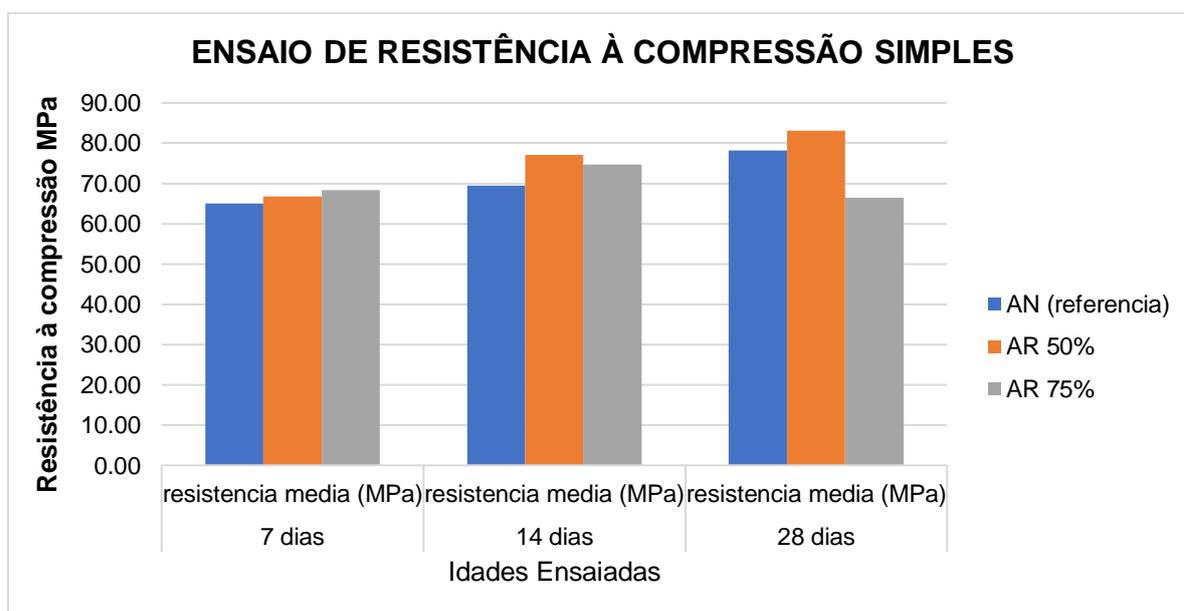
O ensaio da resistência característica à compressão, consiste na equação da carga suportada pela ação da prensa hidráulica sobre a área da peça. Os valores apresentados, correspondem a médias dos três corpos de prova para cada composição e idade ensaiada, bem como os demais parâmetros descritos na tabela 7 das respectivas amostras.

Tabela 7 - Ensaio de resistência característica

| Idade | Parâmetros | AN (referência) | AR 50% | AR 75% |
|---------|------------------------------|-----------------|--------|--------|
| 7 dias | Resistência media (MPa) | 64,96 | 71,03 | 68,27 |
| | Desvio Padrão | 5,72 | 4,57 | 5,89 |
| | Coefficiente de Variação (%) | 8,81 | 6,43 | 8,63 |
| 14 dias | Resistência media (MPa) | 69,42 | 77,06 | 74,70 |
| | Desvio Padrão | 4,19 | 2,48 | 4,92 |
| | Coefficiente de Variação (%) | 6,03 | 3,21 | 6,58 |
| 28 dias | Resistência media (MPa) | 78,16 | 83,09 | 66,40 |
| | Desvio Padrão | 4,25 | 9,66 | 6,27 |
| | Coefficiente de Variação (%) | 5,44 | 11,63 | 9,45 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Figura 11 - Ensaio à compressão simples



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

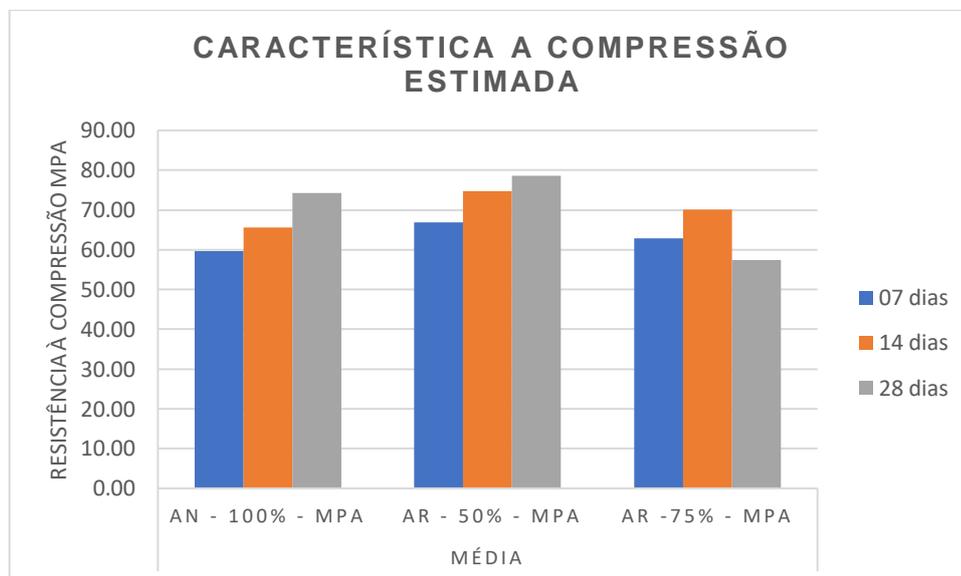
Os resultados obtidos da resistência à compressão média (MPa) calculados nos 03 traços definidos para comparativo entre eles, decorreu seguindo as instruções A.5 da NBR 9781/2013, e os valores foram calculados e lançados na tabela 8.

Tabela 8 - Valores da resistência característica a compressão estimada.

| Tempo de cura | Média | | |
|---------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | AN (referência) - MPa | AR – (50% de mistura) - Mpa | AR -75% de mistura) - Mpa |
| 07 dias | 59,70 | 66,86 | 62,85 |
| 14 dias | 65,57 | 74,78 | 70,17 |
| 28 dias | 74,25 | 78,55 | 57,47 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Figura 12 - característica a compressão estimada



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na tabela 8 acima equiparando os resultados obtidos, constata-se que as composições do concreto produzido nas suas respectivas composições superaram a resistência mínima de 35 MPa definida na NBR 9781/2013.

Portanto os paver fabricados com as composições definidas estão aptos ao uso indicado na tabela 2 da NBR 9781/2013.

E ainda pode ser avaliado a característica mecânica do concreto, concluindo que se enquadrou com na categoria alta resistência, sendo acima de 40 MPa, (Mehta e Monteiro 2008).

5.3 ENSAIO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA

O ensaio de absorção representa em porcentagem o aumento da massa do corpo sólido poroso após submeter-se a entrada de água nos poros orifícios permeáveis, em detrimento a massa na condição seca, conforme determina a NBR 9781/2013.

A primeira fase do ensaio o objeto de estudo foi inserido num forno elétrico a uma temperatura de 110°C durante 24 horas, e posteriormente medido sua massa.

Na segunda fase, o mesmo objeto foi inserido num tanque com água em temperatura ambiente no período de 24 horas, na sequência ao serem retirados do recipiente foram levemente secados com pano úmido e medidos a massa saturada.

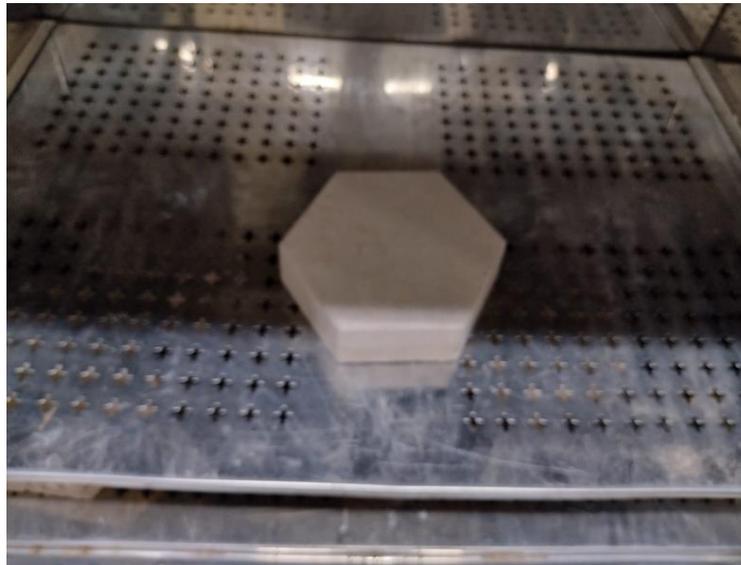
Os resultados contidos na tabela 9, indicam que o produto está em acordo com a norma NBR 9781/2013, pois os valores em percentuais em todos os corpos ficaram abaixo de 6% de acréscimo na relação massa seca versus massa saturada.

Tabela 9 - Ensaio de absorção

| Amostra | Massa seca (g) | Massa saturada (g) | Absorção de água (%) | Valor médio (%) |
|--------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 01 AN (referência) | 4890 | 5025 | 2,76% | 2,88% |
| 02 AN (referência) | 4740 | 4885 | 3,06% | |
| 03 AN (referência) | 4790 | 4925 | 2,82% | |
| 01 (50% - mistura) | 5045 | 5165 | 2,38% | 2,30% |
| 02 (50% - mistura) | 4925 | 5040 | 2,34% | |
| 03 (50% - mistura) | 5000 | 5110 | 2,20% | |
| 01 (75% - mistura) | 4880 | 5015 | 2,77% | 2,85% |
| 02 (75% - mistura) | 4715 | 4855 | 2,97% | |
| 03 (75% - mistura) | 5130 | 5275 | 2,83% | |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Figura 13 - Estufa



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Figura 14 – Amostra / Balança



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5.4 ENSAIO DE AVALIAÇÃO DIMENSIONAL

A avaliação dimensional teve como referencia a NBR 9781:2013, que indicam as formas de medição da peça exagonal, na sua superfície, que estão denominadas La, Lb e Lc, na sequencia a Altura, sendo as unidades de medidas expressas em milímetros, na figura 15 e com os resultados indicados na tabela 10.

Figura 15 - Paver sextavado



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Tabela 10 - Avaliação Dimensional

| Amostra | Dimensões Médias (mm) | | | |
|-----------|-----------------------|-----|-----|--------|
| | La | Lb | Lc | Altura |
| 01 (50%) | 200 | 200 | 200 | 60 |
| 02 (50%) | 200 | 200 | 199 | 60 |
| 03 (50%) | 200 | 200 | 200 | 59 |
| 01 (75%) | 199 | 200 | 199 | 61 |
| 02 (75%) | 199 | 200 | 200 | 59 |
| 03 (75%) | 199 | 199 | 200 | 61 |
| 01 (100%) | 197 | 197 | 197 | 60 |
| 02 (100%) | 197 | 197 | 197 | 59 |
| 03 (100%) | 197 | 197 | 197 | 58 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os resultados obtidos devem ter a variação máxima de 5 mm para a altura e na largura/comprimento 3 mm, conforme determina a NBR 9781:2013.

Analisando as dimensões da forma o qual foram moldadas as peças (200mmX200mmX60mm), comparando com o quadro acima constatamos que os valores foram satisfatórios com os resultados esperados, na altura quanto na largura/comprimento.

5.5 INSPEÇÃO VISUAL

A inspeção visual das peças produzidas para o experimento científico indica que não apresenta nenhuma irregularidade permitindo assim o perfeito o assentamento, a eficiência estrutural, bem como a estética do pavimento.

A regularidade das peças mostram uma situação homogênea, com arestas regulares e ângulos retos e livres de rebarbas, conforme indicam na figura 16.

Figura 16 – Paver produzidos



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

6 CONCLUSÃO

A sustentabilidade está se tornando uma questão cada vez mais fundamental e sendo considerada indispensável para a situação atual do planeta, e ao investigar os resultados obtidos nos experimentos, foi possível apresentar algumas considerações importantes, que serão mencionadas a seguir.

O aproveitamento deste resíduo como agregado para o concreto, certamente, resultará em uma nova alternativa para substituir as areias naturais, contribuindo para a preservação ambiental. Além de favorecer às questões de sustentabilidade, também reduz no custo final da confecção de pavers, pois a areia de rejeito do garimpo não possui valor econômico no comércio local.

A areia de rejeito do garimpo proveniente do Garimpo Bom Futuro é uma opção viável como substituição parcial da areia natural para ser utilizada na fabricação de artefatos de cimentos como Pavers para passagem de veículos leves, e mediante a novos experimentos poderá ser expandido para a fabricação blocos de concreto, placas de concreto, entre outros. O pavimento intertravado permite a realização de obras mais rápidas e econômicas. Os bloquetes são instalados sobre uma superfície de areia em um método simples e rápido, possibilitando a liberação da área para o tráfego logo após a instalação.

Por se tratar de um processo basicamente físico, a areia não demonstra toxicidade, devido que não sofre modificação na composição dos materiais. Na construção civil pode-se ter seus pontos positivos pois, o produto expressa alta regularidade química e granulométrica e os pavers de concreto é mais duráveis e exigem a realização de menos procedimentos de manutenção. Além de ser uma grande alternativa e confiável, possui uma alta demanda por areia. Este material pode demonstrar, uma surpreendente solução para os transtornos de todos os setores de obras.

Pode-se concluir que todos os experimentos realizados obtiveram como resultados satisfatórios, pois alcançaram valores técnicos acima do esperado, as resistências características à compressão dos pavers produzidos com rejeito e a absorção de água dos mesmos. Os resultados mostraram que as peças de concreto para pavimentação intertravada atingiram todos os parâmetros exigidos pela norma. Constituindo-se em uma proposta favorável para o desenvolvimento desta tecnologia.

REFERÊNCIAS

ABCP - **Associação Brasileira de Cimento Portland**. Disponível em: <https://abcp.org.br/imprensa/noticias/pesquisa-inedita-e-exclusiva-revela-cenario-do-mercado-brasileiro-de-concreto/>>. Acesso em 05/05/2021.

ARISTIMUNHO, P.B.; BERTOCINI, S.R. **Application of iron ore mud in powder form in portland cement presence**. Rev. IBRACON Estrut. Mater. V.5 n.2, 153-165, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/riem/a/kQkcyFXsRyqWxQmDB96CVLg/?lang=en>>. Acesso em: 03/03/2022.

ARULRAJAH, A., PIRATHEEPAN, J., DISFANI, M. **Reclaimed asphalt pavement and recycled concrete aggregate blends in pavement subbases: laboratory and field evaluation**. J. Mater. Civ. Eng. 26 (2), p. 349–357, 2014. Acesso em: 03/03/2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 26: **Agregados – Amostragem**. Rio de Janeiro, 2009. Acesso em: 05/03/2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: **Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2016. Acesso em: 05/03/2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998. Acesso em: 15/03/2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: **Agregados - Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003. Acesso em: 16/03/2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: **Agregado para concreto — Especificação**. Rio de Janeiro, 2009. Acesso em: 06/04/2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: **Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. 2006. Acesso em: 06/04/2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento: NBR 12655**. Rio de Janeiro, 2015. Acesso em: 22/05/2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone: NBR NM 67**. Rio de Janeiro, 1998. Acesso em: 10/06/2022.

ÁVILA, N. C. D. **Dosagem de concreto com o uso de agregado miúdo proveniente de resíduos de mineração**. / por Ney Corrêa de Ávila. Ariquemes: FAEMA, 2021. 52 p.; il. TCC (Graduação) / Bacharelado em engenharia civil. Disponível em: <<http://repositorio.faema.edu.br:8000/jspui/handle/123456789/3104>>. Acesso em: 06/05/2022.

BRASIL. Plano Nacional de Mineração 2030: **Geologia, Mineração e Transformação Mineral**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2010. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/plano-nacional-de-mineracao-2030-1>>. Acesso em: 15/07/2022.

BUNDER, J. **O Concreto: sua origem, sua história**. 2016. Universidade de São Paulo Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Acesso em: 15/07/2022.

COELHO, A; DE BRITO A. C. J. **Preparation of concrete aggregates from construction and demolition waste (CDW)**. Handbook of Recycled Concrete and Demolition Waste. Chapter 9. Civil and Structural Engineering 2013. Pages 210–245. Acesso em: 28/07/2022.

DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral 2015**. Brasília: DNPM, 2016. Acesso em: 02/06/2022.

FARIAS, C. E. G.; COELHO, J.M. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil**. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/download/26122/19679>>. Acesso em: 23/08/2022.

Relatório para CGEE- PNUD 2002/001604. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil**. Outubro, 2002. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/mineracao_e_meio_ambient>

e_no_brasil_1022.pdf/e86e431e-1a03-48d0-9a6e-98655ea257b6?version=1.0>.

Acesso em: 26/08/2022.

FERRAZ, Marcio Sena. **Caracterização do comportamento mecânico do concreto com adição de resíduos de construção e demolição (RCD) cinza.** / por Marcio Sena Ferraz. Ariquemes: FAEMA, 2020. 51 p. Disponível em:<<http://repositorio.faema.edu.br:8000/jspui/handle/123456789/2830>>. Acesso em: 28/08/2022.

GUEDES, Lucas Kaike Alves. **Análise da substituição parcial do agregado miúdo em argamassas por rejeito de cassiterita.** Por Lucas Kaike Alves Guedes. Ariquemes: FAEMA, 2020, 54p. Disponível em:<<http://repositorio.faema.edu.br:8000/jspui/handle/123456789/2756>>. Acesso em: 12/10/2022

GERMANI, D. J. **A mineração no Brasil. Relatório Final.** Brasil, 2002. Disponível em:<https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/mineracao_no_brasil_rel_final_1023.pdf/8cbe5e98-23c4-4eac-84ba-0b3c4df3b099?version=1.0>. Acesso em: 13/09/2022.

Hibbeler, Russell Charles. **Resistência dos materiais I.** Russell Charles Hibbeler tradução Arlete Simille Marques; revisão técnica Sebastião Simões da Cunha Jr.- 7. ed. - São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. Acesso em: 13/09/2022.

Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). **Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração.** Instituto Brasileiro de Mineração; organizador, Instituto Brasileiro de Mineração. 1.ed. - Brasília: IBRAM, 2016. 128 p. Disponível em PDF. Acesso em: 03/06/2022.

JOHN, Vanderley M.; AGOPYAN, Vahan. **Reciclagem de resíduos da construção. Seminário–Reciclagem de resíduos sólidos domiciliares.** São Paulo, 2000. Acesso em: 14/09/2022.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** 2001. 270f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em:<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21839/000292768.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 13/09/2022.

MALYSZ, G. N. **Estudo da influência da jigagem nas propriedades do concreto com agregado graúdo reciclado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em:<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/197457/001097345.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 08/08/2022.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1994. Acesso em: 13/09/2022.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. Editora Pini. 3ª edição, São Paulo 2008. Acesso em: 15/09/2022.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: microestrutura, propriedade e materiais**. 2. Ed. São Paulo. IBRACON, 2014. Acesso em: 04/05/2022.

NEVILLE, A. M.; BROOKS J. J. **Tecnologia do concreto**. 2. Ed. Porto Alegre. Bookman, 2013. Acesso em: 13/09/2022.

NOCITI, D. M. **Aproveitamento de rejeitos oriundos da extração de minério de ferro na fabricação de cerâmicas vermelhas**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2011. Disponível em:<<http://hdl.handle.net/11449/94442>>. Acesso em: 29/03/2022.

OLIVEIRA, G. A. G., LANGE, L. C. **Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Industriais na Área Mineira da Bacia Hidrográfica do Médio São Francisco. Saneamento Ambiental Brasileiro**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2005. p. 1-13. Acesso em: 29/09/2022.

PINTO, T. P. et al. **Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção**. São Paulo/SP, 2005. Disponível em:<https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Manual_CREA.pdf>. Acesso em: 03/10/2022.

RAO, A.; JHA, K.; MISRA, S. (2007). **Use of aggregates from recycled construction and demolition waste in concrete**. Resources, Conservation and Recycling, nº 50, p. 71–81, 2007. Acesso em: 05/10/2022.

SANTANA, Thiago da Silva; PEREIRA, Cláudio Henrique de Almeida Feitosa. **Avaliação da influência da utilização de agregado miúdo reciclado em argamassas estabilizadas**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 305-318, 2020. Disponível em:<

https://www.researchgate.net/publication/342679078_Avaliacao_da_influencia_da_utilizacao_de_agregado_miudo_reciclado_em_argamassas_estabilizadas>. Acesso em: 15/04/2021.

SILVA, R. V., BRITO, J., DHIR, R. K. **Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production**. *Construction and Building Materials*. Vol .65, p.201-217, 2014.

Disponível em:<
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061814004437>>. Acesso em: 18/10/2022.

SILVA, Gabriel Almeida; VIEIRA; Rogério Borges; Oliveira, Douglas. **Viabilidade do uso de areia de praia aplicada em argamassas de revestimento**. Revista Perquirere, v.15, n.3, p. 40-54, 2018. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/328942079_Viabilidade_do_uso_de_areia_de_praia_aplicada_em_argamassas_de_revestimento>. Acesso em: 15/09/2022.

TENÓRIO, J. L. T. **Avaliação de propriedades do concreto produzido com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição visando aplicações estruturais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió. Disponível em:<https://ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgrec/dissertacoes_arquivos/Dissertacoes/Jonathas%20Juda%20Lima%20Tenorio.pdf>. Acesso em: 25/10/2022.

TONIETTO, A.; SILVA, J.J.M.C. **Valoração de danos nos casos de mineração de ferro no Brasil**. Revista Brasileira de Criminalística, 1:31-38, 2011. Disponível em:<https://revista.rbc.org.br/index.php/rbc/article/view/15/pdf_5>. Acesso em: 27/10/2022.

VIEIRA, G. L. **Estudo do processo de corrosão sob a ação de íons cloreto em concretos obtidos a partir de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), UFRGS, Porto Alegre. 2003. Disponível em:<

[https://www.creago.org.br/uploads/pagina/3957/6-](https://www.creago.org.br/uploads/pagina/3957/6-Hc3tsdcTEbIIFEPsy3j9aThlc5da2f.pdf)

[Hc3tsdcTEbIIFEPsy3j9aThlc5da2f.pdf](https://www.creago.org.br/uploads/pagina/3957/6-Hc3tsdcTEbIIFEPsy3j9aThlc5da2f.pdf)>. Acesso em: 11/04/2023.

YANG, J.; DU, Q; BAO, Y. **Concrete with recycled concrete aggregate and crushed clay bricks**. Constr. Build. Mater. 25 (4) (2011) 1935–1945. Acesso em: 18/05/2023.

ZAN, R. A. et al. **O garimpo bom futuro como ferramenta para o ensino de química e da educação ambiental**. Revista Monografias Ambientais, v. 7, n. 7, p. 1657- 1669, 2012. Disponível em:< <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/5323/3309>>. Acesso em: 22/05/2022.

RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Claudenir de Oliveira Rocha

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 05.12.2022

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **5,54%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet [▲](#)

Suspeitas confirmadas: **4%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados [▲](#)

Texto analisado: **82,88%**

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 2.8.5
segunda-feira, 5 de dezembro de 2022 19:56

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **CLAUDENIR DE OLIVEIRA ROCHA**, n. de matrícula **23522**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 5,54%. Devendo o aluno fazer as correções necessárias.

Herta Maria de Açucena do Nascimento Soeiro

HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11

Biblioteca Central Júlio Bordignon
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA