



**FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE**

**GIOVANE LUCAS PERES**

**CARACTERIZAÇÃO DO REJEITO DE MINÉRIO DE CASSITERITA DO  
GARIMPO BOM FUTURO EM ARIQUEMES – RO**

**ARIQUEMES – RO**

**2020**

**GIOVANE LUCAS PERES**

**CARACTERIZAÇÃO DO REJEITO DE MINÉRIO DE CASSITERITA DO  
GARIMPO BOM FUTURO EM ARIQUEMES – RO**

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

Orientador (a): Prof. Me. Silênia Priscila da Silva Lemes.

**Ariquemes – RO  
2020**

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

---

P437c

PERES, Giovane Lucas.

Caracterização do rejeito de minério de cassiterita do garimpo Bom Futuro em Ariquemes-RO. / por Giovane Lucas Peres. Ariquemes: FAEMA, 2020.

49 p.; il.

TCC (Graduação) - Bacharelado em Engenharia Civil - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.

Orientador (a): Prof. Me. Silênia Priscila da Silva Lemes.

1. Caracterização. 2. Cassiterita. 3. Garimpo. 4. Mineração. 5. Rejeito. I Lemes, Silênia Priscila da Silva. II. Título. III. FAEMA.

CDD:620.1

---

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

**GIOVANE LUCAS PERES**

**CARACTERIZAÇÃO DO REJEITO DE MINÉRIO DE CASSITERITA DO  
GARIMPO BOM FUTURO EM ARIQUEMES – RO**

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

**Banca Examinadora**

---

Prof. Me. Silênia Priscila da Silva Lemes  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

---

Prof. Dr. Driano Rezende  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

---

Prof. Me. Liliane Coelho de Carvalho  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

**Ariquemes – RO  
2020**

Dedico este trabalho aos meus pais, os responsáveis pela conquista desta formação. Obrigado por investirem em mim!

## AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento do presente trabalho de conclusão de curso contou com a ajuda e o empenho de várias pessoas, dentre as quais agradeço:

À Deus, por ter me capacitado e ter colocado pessoas importantes em meu caminho, me guiou e me sustentou até o fim deste curso, à Ele a eterna gratidão!

À minha família, por acreditarem em mim e pelo incentivo constante e presente, sempre me auxiliando e me orientando da melhor forma possível.

À minha orientadora Silênia Priscila da Silva Lemes, pela força e dedicação, agradeço por sempre se dispor em ajudar e fazer tudo e muito mais daquilo que estava ao seu alcance.

Ao meu amigo Márcio Sena Ferraz, que não mediu esforços em determinadas fases deste estudo, se doou e se fez presente em momentos importantes para a conclusão não só deste trabalho, mas de toda a vida acadêmica cursada por mim nesta instituição, um eterno amigo.

Ao professor e amigo Jhonattas Muniz, que muito contribuiu no início deste trabalho sendo meu orientador, mas que continuou a contribuir mesmo após diversas dificuldades encontradas ao longo do caminho.

Ao professor Rafael Nascimento Magalhães Barros, que muito ajudou no início do tema apresentado neste trabalho e que por motivos de força maior, não pôde continuar seguindo.

Aos colaboradores da FAEMA, por tanto apreço, respeito e profissionalismo.

A todos que me auxiliaram na conquista desse sonho, a esses sempre serei grato.

*“Se, porém, algum de vós  
necessita de sabedoria,  
peça-a a Deus, que a todos  
dá liberalmente e nada lhes  
impropera; e ser-lhe-á  
concedida”.*  
**Tiago 1.5**

## RESUMO

Sabendo da escassez crescente de recursos naturais e do seu elevado consumo pelo setor da construção civil, vê-se a necessidade de aplicar, cada vez mais, recursos alternativos resultantes da esfera industrial. Concomitantemente, o incorreto descarte dos resíduos decorrentes dos processos de mineração que contêm minerais contaminantes, pode trazer consequências incalculáveis e irreversíveis àquilo que temos hoje como meio ambiente. Por isso, é relevante que uma ação mitigadora seja implementada, cujas as duas situações possam, ao mesmo tempo, serem amenizadas. O presente trabalho tem por objetivo caracterizar o rejeito encontrado na forma de agregado miúdo (areia) proveniente do beneficiamento do minério de cassiterita, com o fim de se obter conhecimento quanto às características físicas e químicas deste material, através de ensaios regidos por normas. Dessa forma, havendo possibilidade de utilização deste material dentro da construção civil, seria um feito favorável para a correta e adequada destinação desse rejeito, bem como também acarretaria na diminuição da exploração de recursos naturais na região a médio e longo prazo. A jazida encontra-se em Rondônia, local denominado garimpo Bom Futuro, sendo que o rejeito gerado por essa mineração é depositado em locais a céu aberto, onde é separado do produto primário comercializável. Desse modo, foram realizados ensaios conforme a ABNT para caracterização física e química do material citado, sendo estudadas duas amostras denominadas “Areia Lavada 1” e “Areia Lavada 3”. Na caracterização física, a distribuição granulométrica das amostras em questão se enquadrou dentro dos limites superior e inferior da zona utilizável determinada pela NBR 7211/2019. Já na determinação da massa unitária houve diferença considerável entre as amostras, com a Areia Lavada 1 entrando na classificação de agregado pesado. Também houve diferença significativa na massa específica e volume de vazios dos objetos de estudo, com a Areia Lavada 1 apresentando maior resultado nas duas conformações em comparação à Areia Lavada 3. Também foi determinado o teor de material fino e absorção de água das amostras, sendo este último idêntico nas duas areias. Na caracterização química foi notada a presença de metais pesados contidos nas propriedades das duas amostras. Quanto às impurezas orgânicas, a solução aplicada nas areias ficou mais clara que a solução padrão. Por fim, com os resultados obtidos, pôde-se alcançar alguns parâmetros que auxiliarão na intenção de uso e aplicabilidades futuras deste material na construção civil.

**Palavras-chave:** Caracterização. Cassiterita. Garimpo. Mineração. Rejeito.



## ABSTRACT

Knowing the growing scarcity of natural resources and their high consumption by the civil construction sector, there is a need to apply, increasingly, alternative resources resulting from the industrial sphere. At the same time, the incorrect disposal of waste resulting from mining processes that contain contaminating minerals, can bring incalculable and irreversible consequences to what we have today as the environment. Therefore, it is relevant that a mitigating action is implemented, whose two situations can, at the same time, be mitigated. The present work aims to characterize the tailings found in the form of fine aggregate (sand) from the processing of cassiterite ore, in order to obtain knowledge about the physical and chemical characteristics of this material, through tests governed by standards. Thus, with the possibility of using this material within civil construction, it would be a favorable feat for the correct and adequate disposal of this waste, as well as reducing the exploitation of natural resources in the region in the medium and long term. The deposit is located in Rondônia, a place called Bom Futuro prospecting, and the waste generated by this mining is deposited in open pit locations, where it is separated from the tradable primary product. In this way, tests were carried out according to ABNT for physical and chemical characterization of the mentioned material, being studied two samples called "Areia Lavada 1" and "Areia Lavada 3". In the physical characterization, the granulometric distribution of the samples in question fell within the upper and lower limits of the usable zone determined by NBR 7211/2019. In determining the unit mass, there was a considerable difference between the samples, with the Washed Sand 1 entering the classification of heavy aggregate. There was also a significant difference in the specific mass and void volume of the study objects, with Areia Lavada 1 showing a higher result in both conformations compared to Areia Lavada 3. The content of fine material and water absorption of the samples were also determined, the latter identical in the two sands. In the chemical characterization, the presence of heavy metals contained in the properties of the two samples was noted. As for organic impurities, the solution applied to the sands became clearer than the standard solution. Finally, with the results obtained, it was possible to reach some parameters that will assist in the intended use and future applicability of this material in civil construction.

**Keywords:** Characterization. Cassiterite. Panning. Mining. Reject.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa geológico simplificado do depósito de estanho do Bom Futuro.....	17
Figura 2: a) Cassiterita de alto relevo; b) Fraturas moderadas encontradas .....	17
Figura 3: Demarcação do território de Ariqueemes de do garimpo Bom Futuro .....	18
Figura 4: Área degradada pela atividade mineradora no garimpo Bom Futuro .....	19
Figura 5: a) Coleta da Areia Lavada 1; b) Coleta da Areia Lavada 3 .....	25
Figura 6: Peneiras e agitador mecânico utilizado .....	29
Figura 7: a) Secagem; b) Compactação .....	31
Figura 8: Processo de quarteamento .....	31
Figura 9: Materiais para determinação de impurezas orgânicas.....	34
Figura 10: Curva granulométrica das areias .....	37
Figura 11: Principais metais pesados encontrados nas amostras.....	42
Figura 12: a) Avaliação colorimétrica Areia Lavada 1; b) Avaliação colorimétrica Areia Lavada 3 .....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade de amostras coletadas para ensaios físicos ou químicos .....	26
Tabela 2: Ensaios adotados na caracterização física .....	27
Tabela 3: Série de peneiras .....	28
Tabela 4: Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo .....	30
Tabela 5: Massa mínima da amostra de ensaio para determinação do teor de finos .....	32
Tabela 6: Quantidade máxima de material fino relativa à massa do agregado miúdo ...	32
Tabela 7: Ensaios adotados para a caracterização química .....	33
Tabela 8: Resultado da composição granulométrica da Areia Lavada 1 .....	35
Tabela 9: Resultado da composição granulométrica da Areia Lavada 3 .....	36
Tabela 10: Resultado da massa específica, massa unitária e volume de vazios das areias .....	38
Tabela 11: Absorção de água das amostras .....	39
Tabela 12: Quantidade de material fino nas areias .....	40
Tabela 13: Resultado Areia Lavada 1 - elementos químicos que compõem a amostra .	41
Tabela 14: Resultado Areia Lavada 3 - elementos químicos que compõem a amostra.	41

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO .....	14
2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS .....	14
2.2.1 Caracterização física .....	14
2.2.2 Caracterização química .....	14
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 A MINERAÇÃO NO BRASIL E RONDÔNIA .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 A CASSITERITA NO MORRO BOM FUTURO .....</b>	<b>16</b>
3.2.1 impactos visuais causados pela mineração no garimpo bom futuro.....	18
<b>3.3 MINÉRIOS E REJEITOS DE MINERAÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 ASPECTOS GERAIS SOBRE A CARACTERIZAÇÃO FÍSICA.....</b>	<b>21</b>
3.4.1 Quanto à composição granulométrica .....	21
3.4.2 Quanto à massa unitária, massa específica e volume de vazios .....	21
3.4.3 Quanto à absorção de água.....	22
3.4.4 Quanto ao teor de finos .....	23
<b>3.5 ASPECTOS GERAIS SOBRE A CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA .....</b>	<b>23</b>
3.5.1 Quanto à Fluorescência de Raio-X (FRX).....	23
3.5.2 Quanto às impurezas orgânicas.....	24
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
4.1 AMOSTRAGEM.....	25
4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA .....	27
4.2.1 Determinação da Composição granulométrica.....	27
4.2.2 Curva granulométrica.....	29
4.2.3 Determinação da massa unitária, massa específica e volume de vazios .	30
4.2.4 Determinação da absorção de água .....	30

<b>4.2.5 Determinação do material fino presente nas amostras</b> .....	<b>32</b>
<b>4.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA</b> .....	<b>33</b>
<b>4.3.1 Análise química por Fluorescência de Raio-X (FRX)</b> .....	<b>33</b>
<b>4.3.2 Determinação de impurezas orgânicas</b> .....	<b>33</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>35</b>
5.1 COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA .....	35
<b>5.1.1 Curvas granulométricas</b> .....	<b>36</b>
5.2 MASSA UNITÁRIA, MASSA ESPECÍFICA E VOLUME DE VAZIOS .....	37
5.3 ABSORÇÃO DE ÁGUA.....	39
5.4 MATERIAL FINO .....	40
5.5 ANÁLISE QUÍMICA POR FLUORESCÊNCIA DE RAIXO-X.....	40
5.6 IMPUREZAS ORGÂNICAS .....	43
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Garimpo Bom Futuro é um distrito do município de Ariquemes localizado a aproximadamente 95 km, tendo acesso pela rodovia RO-459, que foi descoberto no ano de 1987 constatando-se ter a maior reserva de cassiterita a céu aberto do mundo na época. Atualmente várias empresas mineradoras possuem suas respectivas áreas licenciadas para tal atividade (ZAN et al, 2012).

A mineração, apesar da sua importante contribuição para o desempenho econômico do país, causa muitos impactos ambientais negativos, tendo-se grande preocupação quanto à incorreta destinação dos rejeitos, como é o caso do rejeito do minério de ferro (NETTO, 2018).

Conforme Silva (2002, apud SALOMONS, 1995), se comparado a outros meios de degradação, afeta áreas pequenas, porém, se o rejeito contaminado alcançar cursos de água, este pode contaminar áreas muito maiores a centenas de quilômetros de distância.

De um lado, há o setor da construção civil visto como potencial consumidor de recursos reutilizáveis, e de outro a mineração, que gera esses recursos substancialmente. Duque (2015), relata que em meio a prejuízos econômicos, sociais e ambientais acarretados pelos rejeitos, pode-se ter ao mesmo tempo perspectivas que favorecem a redução do mesmo, desde sua origem à reciclagem, através da utilização de novas tecnologias e pesquisas na área.

Souza & Silva (2017) estimam que 90% dos agregados utilizados na produção de concreto no Brasil, são de origem natural. Assim, observando o cenário atual, é válido ressaltar a importância da construção civil como receptor dos materiais oriundos da mineração, ficando claro que com a adaptação e o trabalho em conjunto desses dois ramos de atividades, pode-se proporcionar resultantes favoráveis economicamente, ambientalmente e socialmente. Diante do exposto, a presente pesquisa tem por objetivo caracterizar o material objeto de estudo com o fim de conhecimento das características do mesmo, apontando a possibilidade de utilização desse rejeito na construção civil.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO**

Caracterizar o rejeito encontrado na forma de agregado miúdo (areia) proveniente do processo de extração de cassiterita do garimpo Bom Futuro.

### **2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS**

#### **2.2.1 Caracterização física**

Realizar a caracterização física das amostras através dos ensaios de determinação da composição granulométrica, determinação da massa específica, determinação da massa unitária e volume de vazios, determinação da absorção de água e de quantificação do material fino (pulverulento) presente.

#### **2.2.2 Caracterização química**

Realizar a caracterização química das amostras através do ensaio de determinação das impurezas orgânicas e através da determinação da composição química do rejeito via Fluorescência de Raio-X (FRX).

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 A MINERAÇÃO NO BRASIL E RONDÔNIA

A mineração no Brasil teve início de suas atividades por volta do século XVIII, a qual hoje constitui a indústria mais antiga em operação no país. No mesmo século atingiu seu ápice com o conhecido Ciclo do Ouro, onde obteve impulso para chegar com força no começo do século presente (GIRODO, 2005).

O Brasil é conhecido mundialmente por suas riquezas minerais disponíveis em seu território. Recebeu a atenção de diversos pesquisadores que colaboraram para a sua significância ao longo da história, seja pelo aspecto econômico ou social. No século XVIII, eram vistas as primeiras notícias sobre a descoberta do ouro, principalmente na região de Minas Gerais mais especificamente em Ouro Preto, sendo anunciadas por muitos paulistas na região, acarretando numa corrida para exploração desse material (FIGUEIRÔA, 1994).

No Brasil, quase toda a produção de estanho associado à cassiterita vem dos estados do Amazonas e Rondônia, os quais elevam o país ao patamar de quarto maior produtor mundial desse minério. Apenas no ano de 2015 a produção da classe dos metais correspondeu a 76% de toda a produção mineral brasileira, destacando-se o alumínio, cobre, ferro, manganês, nióbio, níquel e ouro, os quais representaram 98,5% da produção comercializada da classe (DNPM, 2016).

A mineração no Brasil segundo o Plano Nacional de Mineração, PNM 2030 (2011), contribui de forma gigantesca no PIB brasileiro, com cerca de 17 bilhões de dólares, gerando um valor de produção mineral (VPM) de 26 bilhões de dólares, exportando cerca de 20 bilhões e importando 11 bilhões.

A Amazônia atualmente desperta um certo otimismo. Considerada como uma fronteira para a expansão da mineração no Brasil, é fato que a atividade mineradora seria importante para a economia do país, entretanto, ocupando cerca de 60% do território nacional, torna-se preocupante essa exploração da mata amazônica. Além dos vários conflitos existentes sobre uso e ocupação do território, demais fatores são encarados como desafios da região amazônica, por exemplo o de fazer com que a mineração se torne um meio de desenvolvimento regional que ascenda a economia gerada por essa atividade, tendo o estado trabalhando em harmonia e compromisso para que se tenha benefícios em prol da região (PNM 2030, 2011).



Em Rondônia, o principal metal explorado é a cassiterita, sendo de fundamental importância para a economia do Estado e para o município de Ariquemes, chegando a elevar o país ao patamar de maior produtor mundial desse metal quando da época em que começou a ser explorado (ZAN et al, 2012).

Apesar da grande importância e a contribuição dessa mineração no Estado de Rondônia, a exploração desse minério acabou causando um impacto ambiental de proporção gigantesca. 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).

Parte desse grande problema se deu pelo fato da exploração ilegal 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).

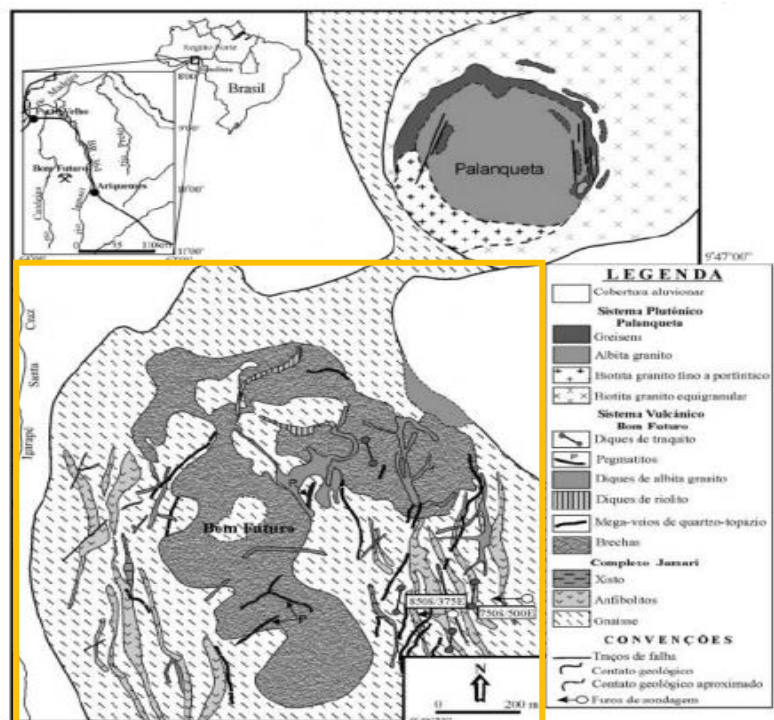
### 3.2 A CASSITERITA NO MORRO BOM FUTURO

O minério de cassiterita possui fórmula  $\text{SnO}_2$ , da qual é constituída por 78,7% de estanho e 21,3% de oxigênio em peso, pertencente à classe dos óxidos (NOGUEIRA, 2016).

A cassiterita é constituída ponde sendo é o minério que gera o estanho depois de passar por um processo de beneficiamento, o qual é muito utilizado nos mais diversos produtos fabricados, como chapa para automóveis. O processo de beneficiamento consiste na separação da cassiterita dos demais minerais associados a si, por gravimetria, ou seja, pela diferença de densidade dos minérios, dessa forma não sendo necessário a utilização da química para tal (MÁSCIA, 2002).

Na caracterização mineralógica feita sobre a cassiterita da Província Estanífera de Rondônia (PER), Bettencourt (1999) apud Nogueira (2016) identificou que os depósitos de estanho no morro Bom Futuro se encontram em forma de pegmatitos que foram formados em ambientes subvulcânicos. A figura 1 trata sobre o mapa geológico simplificado do depósito de estanho de Bom Futuro.

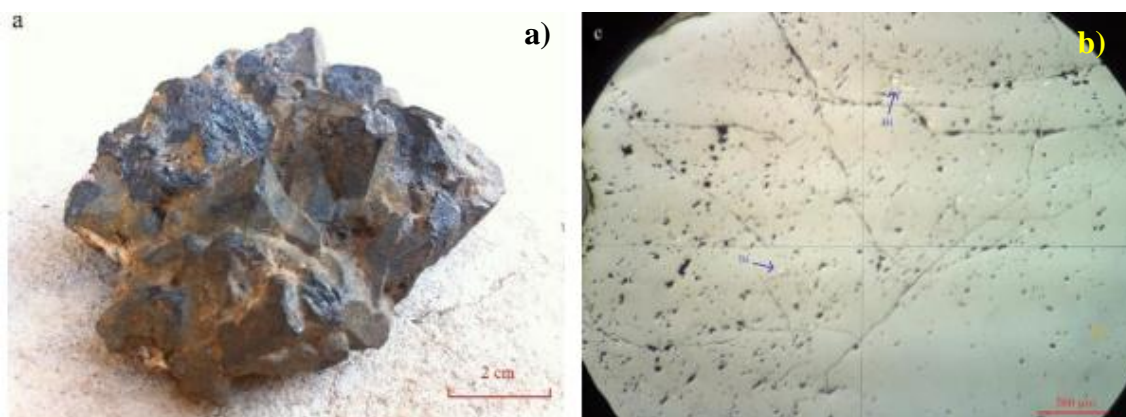
Figura 1: Mapa geológico simplificado do depósito de estanho do Bom Futuro



Fonte: Souza (2003) apud Nogueira (2016), adaptado

Nogueira (2016) constatou que as partículas da cassiterita observada através de microscópio possuem características de alto relevo em seus cristais e também estão um tanto fraturadas, como apresentado na figura 2.

Figura 2: a) Cassiterita de alto relevo; b) Fraturas moderadas encontradas



Fonte: Nogueira (2016), adaptado

Outras características que foram observadas pelo autor, foram anisotropia, reflexão interna, zoneamento forte e inclusões minerais, sendo as principais inclusões

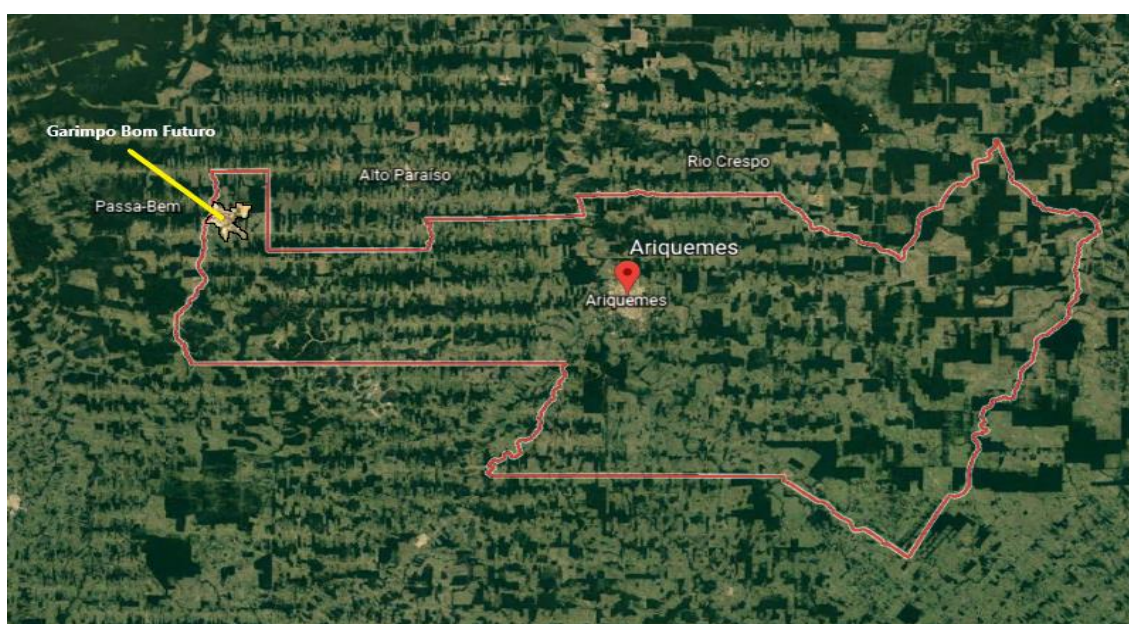
encontradas columbita-tantalita e óxido de bismuto. O óxido de bismuto também pode ser visto na figura 2b apresentada anteriormente.

### 3.2.1 impactos visuais causados pela mineração no garimpo bom futuro

Impactos visuais foram e são causados por conta da modificação geológica no local. Além disso, a água subterrânea pode sofrer contaminação dada pelos produtos químicos compostos por substâncias tóxicas e metais pesados (SANTOS, 2013).

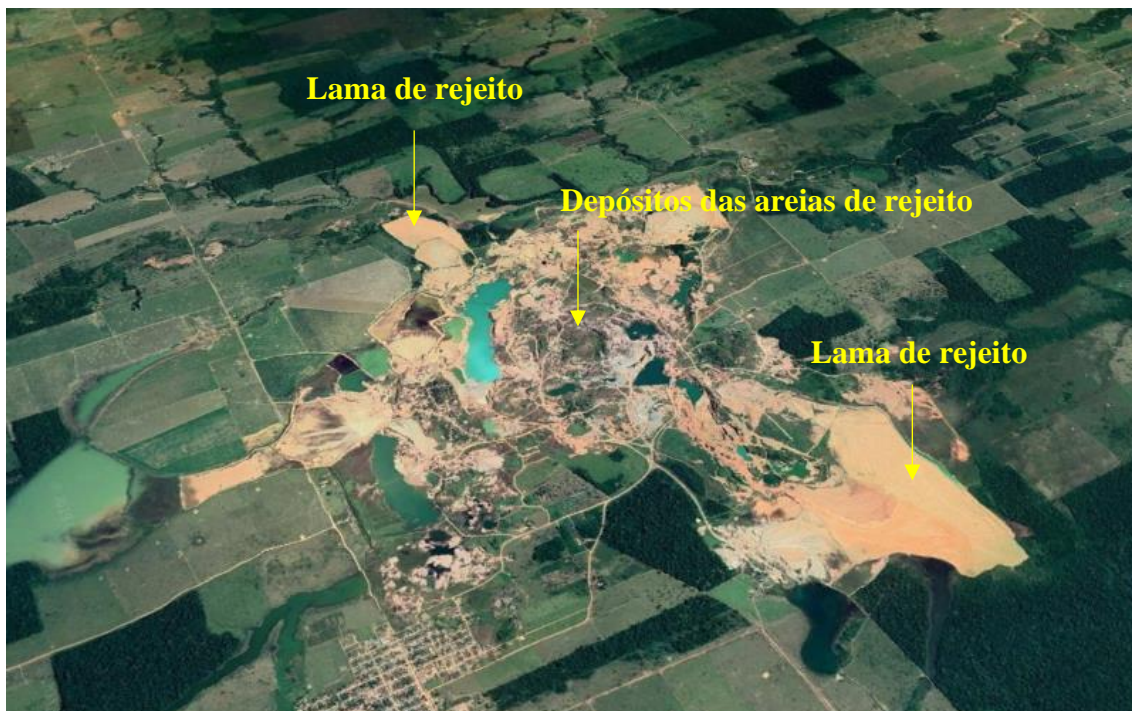
Nas figuras 3 e 4 apresentadas a seguir, é possível ver a demarcação do território de Ariquemes e a demarcação do território do garimpo Bom Futuro, bem como sua área de degradação.

Figura 3: Demarcação do território de Ariquemes de do garimpo Bom Futuro



Fonte: Google Earth (2020), adaptado

Figura 4: Área degradada pela atividade mineradora no garimpo Bom Futuro



Fonte: Google Earth (2020), adaptado

Como mostrado nas figuras 3 e 4, é possível se ter noção do tamanho da área degradada pela atividade mineradora naquela região, sendo possível também observar as áreas de lama de rejeito e depósitos das areias de rejeito.

A reutilização de resíduos do qual se tenha como objetivo a produção de artefatos para o setor, pode reduzir custos e ter destinação final correta se feita de maneira criteriosa (DUQUE, 2015). Assim, deve-se a importância quanto ao estudo da utilização desses rejeitos na construção civil para que impactos como os vistos anteriormente, sejam diminuídos.

### 3.3 MINÉRIOS E REJEITOS DE MINERAÇÃO

A temática sobre a conservação ambiental tem sido destaque perante a preocupação dos impactos causados pelas atividades mineradoras. Assim, cada vez mais se vê uma tendência para o aproveitamento dos rejeitos de mineração através de novas tecnologias de beneficiamento desses materiais ou utilização destes em outras aplicações. Desse modo, é fundamental a caracterização tecnológica desses rejeitos, para que se possa verificar a possibilidade de aproveitamento do mesmo (REIS, 2005).

O estudo de caracterização em rejeitos de usinas de beneficiamento de minérios era pouco aplicado até pouco tempo atrás, sendo esses rejeitos descartados por não se ter conhecimento sobre suas propriedades físicas, químicas e até mineralógicas. Conhecer os rejeitos favorece seu aproveitamento, pois viabiliza sua utilização posterior (BORGES, 2008).

Alguns estudos sobre rejeitos de mineração e as modificações físicas e químicas causadas nos solos explorados, podem ser encontrados na literatura brasileira de forma mais singular. A extração da cassiterita, isto é, em todo o seu processo de lavra, envolve na sua maior parte a utilização de meios mecânicos para tal, dessa forma, não só o tráfego como também todas as operações envolvidas na retirada do minério causam alterações nos atributos do solo em que está sendo explorado (LONGO et al, 2004).

Outros minerais, como por exemplo o ferro, é encontrado em quantidade abundante na crosta terrestre, sendo também alvo da indústria da mineração. No Brasil, as maiores e principais regiões que produzem o minério de ferro, estão localizadas nos estados de Minas Gerais, Pará e Mato Grosso do Sul, sendo o primeiro considerado ter a maior província de minérios do país (CARVALHO, 2005 apud BEZERRA, 2017).

Para Guerra (2014), uma forma de diminuir as pilhas e barragens de rejeito de minério de ferro seria a própria utilização desse rejeito como matéria prima, dessa forma trazendo vantagens diretamente relacionadas à diminuição dos impactos ambientais e econômicas, minimizando também a utilização dos recursos naturais, os quais não são renováveis.

Desse modo, a ocupação descontrolada em áreas de floresta como a Amazônica pode gerar consequências irreversíveis no seu meio natural, como por exemplo a degradação dos solos – causado principalmente pelos processos de retirada do minério – e até mesmo seu bioma (LONGO et al, 2004).

Além disso, Longo et al (2004) relata em seu estudo feito sobre áreas mineradas pela extração de cassiterita que, essas áreas tiveram um leve aumento do pH devido às atividades de lavagem e separação do material, se comparado à floresta. Assim também encontrou valores diferentes e significantes quanto ao teor médio de matéria orgânica presente na mata e nas áreas mineradas, justamente pela atividade mineradora que suprime a vegetação original.

Os rejeitos gerados pela atividade mineradora podem ser encontrados em diferentes formas, como lama e areia por exemplo. Longo et al (2004) observou que, nas áreas de rejeito estudadas, a textura que mais se expressou foi a arenosa, implicando em

diversos fatores negativos às características do solo naquelas áreas, como por exemplo a baixa resistência mecânica a penetração quando comparado aos outros solos estudados.

### 3.4 ASPECTOS GERAIS SOBRE A CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

#### 3.4.1 Quanto à composição granulométrica

A composição granulométrica pode ser entendida como o processo de distribuição das partículas do agregado por uma série de peneiras com aberturas diferentes de malha, onde são retidas frações da amostra do ensaio em cada peneira, obtendo-se uma porcentagem de material retido e porcentagem de material passante (WEIDMANN, 2008).

Martins (2008) relata que o agregado, principalmente o miúdo, pode ter considerável influência na consistência do concreto, logo tendo impacto direto na sua trabalhabilidade.

Assim como no concreto, outros produtos também podem ter suas propriedades alteradas pelo tamanho dos grãos, como é o caso dos produtos cerâmicos, onde as propriedades dos argilominerais são influenciadas pela granulometria (CORZETTA et al, 2016). Por isso existe a importância de conhecer as características físicas quanto ao tamanho dos grãos do agregado, sendo por meio da determinação de sua composição granulométrica, pois assim se obtém dados relevantes como a Dimensão Máxima Característica (D.M.C.), Módulo de Finura (M.F.) e curva granulométrica.

#### 3.4.2 Quanto à massa unitária, massa específica e volume de vazios

A massa unitária, assim como os demais parâmetros, pode ser muito bem utilizada num estudo de desempenho de argamassa. Definida por uma quantidade de massa que se acomoda em um recipiente de volume unitário, a massa unitária reúne uma integração entre distribuição granulométrica, forma dos grãos e capacidade de empacotamento de uma só vez, assim sendo possível determinar a densidade do agregado e o volume de vazios (CARNEIRO et al, 1997; DUARTE, 2016).

O grau de empacotamento de determinado material está relacionado à sua densidade, ou seja, ao arranjo dos átomos. Dessa forma, quanto maior o número de

átomos vizinhos, maior será a densidade do material, pois isso aumentará o grau de empacotamento (FALCÃO, 2019).

Carneiro et al (1997), em seu estudo sobre a influência da massa unitária da areia na produção de argamassas, conclui que há uma tendência de crescimento da resistência à tração por compressão diametral, compressão axial e módulo de deformação da argamassa, conforme se aumenta a massa unitária, mostrando também que o consumo de aglomerante, índice de vazios e relação água/cimento tendem a decrescer diante da mesma situação. Assim, nota-se a influência da massa unitária dentro de uma mistura cimentícia, mostrando que tal conhecimento é necessário quando se deseja compor uma dosagem de argamassa ou concreto, uma vez que ambos têm em comum a areia.

Massa específica é definida pela relação entre a massa do agregado seco e seu volume, desconsiderando os poros permeáveis (NBR NM 52/2009). O conhecimento quanto à massa específica de um agregado de concreto é muito relevante, pois este influencia no estudo de dosagem por exemplo, sendo possível calcular o consumo deste material na produção do concreto (CARRIJO, 2005). Desse modo, fica evidente a importância destes parâmetros que propiciam o conhecimento do material.

### **3.4.3 Quanto à absorção de água**

A umidade presente no agregado se dá pela presença de água aderente na superfície dos seus grãos. O agregado miúdo por sua vez tem capacidade de grandes retenções de água, assim influenciando no inchamento do material devido à toda essa absorção, portanto, o inchamento varia conforme a umidade (ITAMBÉ, 2011).

A absorção de água do agregado se dá pelo procedimento em que um líquido (normalmente água) se infiltra e ocupa os poros permeáveis do corpo sólido poroso (NBR NM 30/2001). Assim, o estudo da absorção de água do agregado se faz inevitável quando se quer determinar a quantidade de água necessária nas misturas de argamassa e concreto por exemplo, onde na dosagem se considera esse conhecimento para a correção da quantidade de água na mistura, uma vez que parte dela é absorvida pelos agregados, principalmente os reciclados (PEDROZO, 2008; MARTINS, 2008).

Martins (2008), relata sobre a necessidade de as proporções das misturas serem corrigidas quando se tem umidade presente no agregado, num processo em que se diminui a quantidade de água adicionada da umidade do agregado, aumentando proporcionalmente a quantidade de agregado úmido.

Pedrozo (2008), relata que outros autores mencionam que a absorção de água para agregados naturais normalmente encontra-se a menos de 1 até 5%.

#### **3.4.4 Quanto ao teor de finos**

É de comum conhecimento que o material fino (pulverulento) presente nos agregados são indesejáveis nas misturas de argamassas e concretos por exigirem maior quantidade de água, o que faz com que se diminua a resistência dos mesmos (NEVILLE, 1997; MEHTA & MONTEIRO, 1994 apud PEDROZO, 2008).

Martins (2008), em seus experimentos realizados em agregado miúdo, concluiu que este tipo de material influencia na trabalhabilidade do concreto, principalmente pelo teor de finos presentes em meio aos grãos. Assim, também concluiu que quando se utilizava agregados com baixo teor de finos, os testes de abatimento de tronco de cone apresentaram valores menor de abatimentos.

Desse modo o estudo quanto à quantidade de teor de finos presente nas amostras se mostra relevante para os compostos cimentícios, por influenciar na quantidade de água a ser adicionada nas misturas, bem como faz necessitar uma maior quantidade de cimento na relação água/cimento quando em muita quantidade, encarecendo o custo do composto (MARTINS, 2008).

### **3.5 ASPECTOS GERAIS SOBRE A CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA**

#### **3.5.1 Quanto à Fluorescência de Raio-X (FRX)**

A fluorescência de Raio-X é uma técnica que permite identificar e quantificar elementos químicos inorgânicos constituintes da amostra, sem a separação química dos mesmos (VIVES et al, 2002). Trata-se, portanto, de uma técnica analítica não destrutiva que determina elementos de número atômico.

Esses metais, quando integrados em produtos que contenham cimento na mistura (materiais cimentícios), podem afetar, no estado fresco da mistura, as propriedades e durabilidade da mesma (PEDROZO, 2008).

O Zn por exemplo, retarda o tempo de pega e hidratação do cimento. Já o Cr, quando em elevadas concentrações, acelera a hidratação e também o tempo de pega (STEPHAN et al, 2007 apud SCHAEFFER, 2007).



### **3.5.2 Quanto às impurezas orgânicas**

A avaliação das impurezas orgânicas contidas nos agregados é de extrema relevância. Várias são as possíveis influências causadas por esses materiais, inclusive na hidratação do cimento (FILHO,2011).

Alguns teores de impurezas dos quais são encontrados em agregados miúdos, podem de fato afetar ou influenciar de forma muito significativa a qualidade de uma argamassa ou de um concreto (RABELO, 2018).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Conforme visita feita no garimpo Bom Futuro, foi possível constatar que a extração do minério de cassiterita é realizada por escavações feitas no solo através de máquina escavadeira, com profundidades variando de acordo com a disposição da jazida. O transporte é feito por caminhões caçamba até o local onde o minério é beneficiado pelos processos de lavagem, secagem e separação mineralógica.

O presente trabalho, de natureza aplicada, dispõe-se do ponto de vista qualitativo e tem caráter exploratório, sendo elaborado estudo experimental. Tem como principal objetivo a caracterização física e química do rejeito do minério de cassiterita do garimpo Bom Futuro em Rondônia, sendo seu desenvolvimento dividido em três partes:

- 1) Amostragem;
- 2) Caracterização física;
- 3) Caracterização química;

### 4.1 AMOSTRAGEM

Foram coletadas amostras de campo, retiradas de diferentes pontos das áreas abertas que são destinadas ao armazenamento do rejeito em questão. Esse rejeito é proveniente dos processos de lavagem da mineração de cassiterita, o qual é lavado uma, duas e até três vezes. O material lavado uma vez é armazenado em local (duna) diferente do material que foi lavado duas vezes, este por sua vez é armazenado em local diferente ao que foi lavado três vezes. Sendo assim, as amostras foram classificadas de acordo com o número de vezes lavadas, respectivamente em: Areia Lavada 1 e Areia Lavada 3, como demonstra a figura 5 a seguir, sobre os locais de onde foram retiradas.

Figura 5: a) Coleta da Areia Lavada 1; b) Coleta da Areia Lavada



Fonte: Autor (2020)

Conforme se vê na figura 5, foi necessária a ajuda de voluntários para que a fase de coleta das areias pudesse ser realizada com sucesso. Considerando que o presente trabalho teve por finalidade a realização de ensaios físicos e químicos, a coleta das amostras foi feita segundo o que recomenda a tabela 1 da NBR NM 26/2009 no que se refere à quantidade de material.

Tabela 1: Quantidade de amostras coletadas para ensaios físicos ou químicos

Tamanho nominal do agregado	Número de amostras parciais	Quantidade total da amostra de campo (mínimo)	
		Em massa (Kg)	Em volume (dm <sup>3</sup> )
≤ 9,5 mm	3	25	40
> 9,5 mm ≤ 19 mm		25	40
> 19 mm ≤ 37,5 mm		50	75
> 37,5 mm ≤ 75 mm		100	150
> 75 mm ≤ 125 mm		150	225

Fonte: Autor (2020)

Assim, no local onde se encontrava a Areia Lavada 1, foram coletadas amostras parciais de pontos diferentes da mesma duna para melhor representação do material e maior confiabilidade nos resultados dos ensaios. O mesmo se prosseguiu para a Areia Lavada 3.

No total, cerca de 300,00 kg de rejeito foram coletados, transportados e mantidos inicialmente em sacos plásticos que comportam até 50,00 kg, devidamente identificados por data e locais de coleta, posteriormente encaminhados ao laboratório da instituição para análises decorrentes. Tais coletas foram reduzidas por quarteamento conforme a NBR NM 27/2001, para então dar continuidade na realização dos ensaios laboratoriais. A quantidade de material coletado foi superior ao mínimo recomendado pela norma no intuito de dar continuidade neste trabalho através de outros posteriores, seja pelo mesmo autor ou demais autores.

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Após finalizada a fase de amostragem, deu-se início aos ensaios de caracterização física do material coletado. As análises foram realizadas conforme o prescrito em cada norma ABNT respectiva a seu ensaio. Todos os ensaios necessários para realização da caracterização física das amostras foram realizados no laboratório de mecânica dos solos da Faema. Assim, os ensaios adotados na caracterização física estão apresentados resumidamente na tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Ensaios adotados na caracterização física

<b>Métodos de ensaio</b>	<b>Norma ABNT utilizada</b>
Agregados – Determinação da composição granulométrica	NBR NM 248 / 2003
Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente	NBR NM 52 / 2009
Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios	NBR NM 45 / 2006
Agregado miúdo – Determinação da absorção de água	NBR NM 30 / 2001
Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75 $\mu\text{m}$ , por lavagem	NBR NM 46 / 2003

Fonte: Autor (2020)

Desse modo, com a descrição dos ensaios na tabela 2, foi possível exercer a caracterização dos objetos de estudo, obtendo-se parâmetros importantes que serviram como diretrizes para a aplicação ou não deste material na construção civil.

### 4.2.1 Determinação da Composição granulométrica

Este conhecimento serve de parâmetro para a dosagem de concretos e/ou argamassas por exemplo. Os agregados miúdos são assim definidos por passarem na peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficarem retidos na peneira com abertura de

malha de 150  $\mu\text{m}$  (NBR 7211). A NBR NM 248/2001, do qual foi utilizada para este ensaio, classifica as peneiras de acordo com a abertura de malha em série normal e intermediária, como mostra a tabela 3.

Tabela 3: Série de peneiras

<b>Série Normal</b>	<b>Série Intermediária</b>
75 mm	-
-	63 mm
-	50 mm
37,5 mm	-
-	31,5 mm
-	25 mm
19 mm	-
-	12,5 mm
9,5 mm	-
-	6,3 mm
4,75 mm	-
2,36 mm	-
1,18 mm	-
600 $\mu\text{m}$	-
300 $\mu\text{m}$	-
150 $\mu\text{m}$	-

Fonte: Autor (2020)

Para o estudo em questão foram utilizadas as peneiras de série normal com abertura de malha 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 600  $\mu\text{m}$ , 300  $\mu\text{m}$  e 150  $\mu\text{m}$  e, também as de série intermediária com abertura de malha 12,5 mm e 6,3 mm, sendo este ensaio realizado nas amostras da Areia Lavada 1 e Areia Lavada 3.

Foram tomadas amostras de 500 g para a realização deste ensaio. Antes do ensaio propriamente dito, as amostras foram secas por 24h em estufa a 105° C, esfriadas à temperatura ambiente e determinada a massa m1 e m2, tanto para a Areia Lavada 1 quanto para a Areia Lavada 3, assim sendo possível obter média dos resultados. O processo de peneiramento ocorreu inicialmente por meio de agitador mecânico disponível no

laboratório de mecânica de solos da Faema, como na figura 6. No entanto, posteriormente foi necessária a agitação manual durante esse mesmo processo, devido o equipamento sofrer uma pane que causou avarias em seu interior.

Figura 6: Peneiras e agitador mecânico utilizado



Fonte: Autor (2020)

Depois da agitação, o material retido em cada peneira foi pesado e contabilizado para identificar as porcentagens retidas. Dessa forma, foi encontrado também o Módulo de Finura (M.F.) e a Dimensão Máxima Característica (D.M.C.)

#### **4.2.2 Curva granulométrica**

A curva granulométrica pode ser obtida por meio dos dados apurados na granulometria, possibilitando enxergar se as amostras se encontram dentro das zonas utilizáveis ou zona ótima determinadas pela NBR 7211/2019. Na tabela 4 a seguir pode-se conferir os limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo determinados pela norma em questão, assim trazendo limites mínimo e máximo da distribuição, do qual influenciam no uso e aplicabilidade do material.

Tabela 4: Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

Peneiras	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0	0	0	7
4,75 mm	0	0	5	10
2,36 mm	0	10	20	25
1,18 mm	5	20	30	50
600 µm	15	35	55	70
300 µm	50	65	85	95
150 µm	85	90	95	100

Fonte: Autor (2020)

Portando, para que o agregado miúdo possa ser utilizado na produção de concretos de cimento Portland, deve atender os limites inferiores e superiores estabelecidos na NBR NM 7211/2019 mostrados na tabela 4, o qual se espera dos resultados.

#### 4.2.3 Determinação da massa unitária, massa específica e volume de vazios

Neste experimento foi empregado o método C, já que o material em questão se encontrava em estado solto. As amostras foram secas em estufa a 105° C como prescrito em norma. Foi realizada a calibração do recipiente através de placa de calibração em vidro. Assim, foi determinada a massa de água no recipiente, temperatura da água e encontrado o volume do recipiente. Os resultados da massa unitária, massa unitária na condição Saturado Superfície Seca (SSS) e volume de vazios foram obtidos através dos cálculos realizados com as fórmulas disponibilizadas na NBR NM 45/2006 utilizada para a realização deste ensaio.

#### 4.2.4 Determinação da absorção de água

Conforme a NBR NM 30/2001, as ferramentas utilizadas foram estufa, bandejas metálicas para colocação do material no processo de secagem, circulador de ar quente

para secagem do material, espátula de aço para manipulação, molde tronco-cônico e haste de compactação, além de balança e dessecador. Todas as ferramentas necessárias foram disponibilizadas pela instituição, com exceção do circulador de ar quente, onde utilizou-se de um próprio. Foi utilizado molde tronco-cônico e haste de compactação de dimensões diferentes às especificadas em norma, sobre o fato de o laboratório não as possuir com tais especificações.

A obtenção das amostras se deu por quarteamento do material que se encontrava nos sacos plásticos estocados em lugar adequado no laboratório de mecânica dos solos. Dessa forma, foram tomadas amostras de 1,0 kg que passaram pelo processo de secagem inicial em estufa. Após isso, as amostras foram cobertas com água em recipientes de material em porcelana, sendo a água retirada depois de um descanso de 24h.

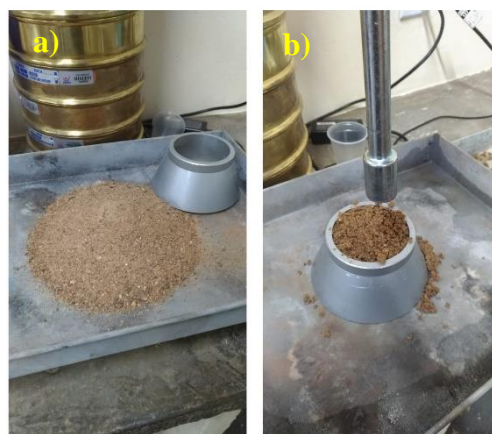
Assim, prosseguiu-se com os procedimentos de secagem e outros, regidos pela norma utilizada para obtenção dos resultados quanto à absorção de água das amostras. Todos os procedimentos descritos foram realizados na Areia Lavada 1 e na Areia Lavada 3. O processo de quarteamento, secagem e compactação é demonstrado nas figuras 7 e 8 respectivamente, a seguir.

Figura 8: Processo de quarteamento



Fonte: Autor (2020)

Figura 7: a) Secagem; b) Compactação



Fonte: Autor (2020)

Na figura 7 é demonstrada a utilização de lona para que não houvesse contato direto do material com o piso do laboratório, dessa forma evitando que outras impurezas se misturassem nas amostras quarteadas. Na figura 8a e 8b observa-se o molde tronco-cônico e a haste de compactação utilizada para a realização do ensaio em questão.



#### 4.2.5 Determinação do material fino presente nas amostras

Neste ensaio foi determinado o teor de finos, ou seja, a quantidade em porcentagem de material fino presente nas amostras em estudo. A tabela 5 a seguir, de acordo com a NBR NM 46/2003, traz a quantidade mínima de amostra de ensaio conforme a dimensão máxima nominal para a realização do ensaio.

Tabela 5: Massa mínima da amostra de ensaio para determinação do teor de finos

<b>Dimensão máxima nominal (mm)</b>	<b>Massa mínima (g)</b>
2,36	100
4,75	500
9,5	1.000
19,0	2.500
37,5 ou superior	5.000

Fonte: Autor (2020)

Para este ensaio foram utilizadas amostras de 500 g, assim sendo uma quantidade maior que a mínima estabelecida pela norma, considerando a dimensão nominal de 2,36 mm. Essa foi uma medida tomada com intuito de se ter melhor representatividade das areias e maior confiabilidade dos resultados. Os limites máximos, em porcentagem, de material fino presente nos agregados miúdos estão expostos a seguir na tabela 6, conforme estabelecido na NBR 7211/2019.

Tabela 6: Quantidade máxima de material fino relativa à massa do agregado miúdo

<b>Material fino que passa na peneira 75µm, por lavagem.</b>	Concreto submetido a desgaste superficial	3,0 %
	Concretos protegidos do desgaste superficial	5,0 %

Fonte: NBR NM 7211/2019, adaptado.

A NBR NM 46/2003 menciona no item 7 sobre o procedimento a ser escolhido para a realização do ensaio de determinação do material fino, onde define que seja utilizado o procedimento “A”, a menos que haja especificação contrária ou quando é

solicitado pelo interessado a escolha de outro procedimento dado pela mesma norma. Dessa forma, se decorreu o procedimento “A”.

### 4.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

A caracterização química de um determinado material também tem seu valor, uma vez que por meio dessa caracterização é possível se ter conhecimento minucioso sobre as propriedades benéficas ou prejudiciais contidas nos agregados que estão sendo estudados. Os ensaios realizados na caracterização química estão resumidos na tabela 7 a seguir.

Tabela 7: Ensaios adotados para a caracterização química

<b>Métodos de ensaio</b>	<b>Norma ABNT utilizada</b>
Fluorescência de Raio-X (FRX)	-
Agregado miúdo – Determinação de impurezas orgânicas	NBR NM 49 / 2001

Fonte: Autor (2020)

#### 4.3.1 Análise química por Fluorescência de Raio-X (FRX)

A análise por FRX foi realizada na empresa White Solder Metalurgia e Mineração, onde foi utilizado equipamento próprio e necessário para a análise. Não sendo possível o acesso no momento da análise realizada, obteve-se os resultados posteriormente através do uso de correio eletrônico por meio de arquivo digital não editável. A massa das amostras enviadas para realização do FRX foi de 10 g para a Areia Lavada 1 e Areia Lavada 3, conforme solicitado pela empresa mineradora.

#### 4.3.2 Determinação de impurezas orgânicas

Ocorrido no laboratório de química geral da Faema e utilizando a NBR NM 49/2001, este procedimento consistiu na avaliação visual do índice de cor, numa comparação entre uma solução padrão - feita à base de mistura das soluções de hidróxido de sódio e ácido tânico – e uma solução de hidróxido de sódio adicionada no agregado miúdo seco para identificar impurezas orgânicas, caso contenha. Na figura 9 é possível

observar os materiais empregados na realização do deste ensaio. A amostra da Areia Lavada 1 encontra-se mais à esquerda da imagem e, a amostra da Areia Lavada 3 encontra-se mais ao meio. A amostra mais à direita não pertence ao presente estudo, sendo este ensaio realizado apenas nas duas amostras supracitadas.

Figura 9: Materiais para determinação de impurezas orgânicas



Fonte: Autor (2020)

Na imagem ainda é possível visualizar o ácido tânico (embalagem preta com rótulo em cor rosa) e também o hidróxido de sódio (embalagem preta com rótulo na cor branca). Nota-se também que foi utilizado o álcool 96% por não haver no laboratório o álcool 95% recomendado em norma.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

A composição granulométrica da Areia Lavada 1 e Areia Lavada 3 pode ser conferida nas tabelas 8 e 9, respectivamente a seguir. Outros dados como o Módulo de Finura (M.F.) e Dimensão Máxima Característica (D.M.C.) também estão contidos nas tabelas abordadas.

Tabela 8: Resultado da composição granulométrica da Areia Lavada 1

<b>AREIA LAVADA 1</b>						
<b>PENEIRAS</b>	<b>MASSA RETIDA (g)</b>		<b>% MASSA RETIDA</b>		<b>% RETIDA MÉDIA</b>	<b>% RETIDA ACUMULADA</b>
	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m1</b>	<b>m2</b>		
<b>12,5 mm</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>9,5 mm</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>6,3 mm</b>	0,43	0,00	0,09	0,00	0,04	0,04
<b>4,75 mm</b>	0,65	0,48	0,13	0,10	0,11	0,16
<b>2,36 mm</b>	3,52	3,25	0,71	0,65	0,68	0,84
<b>1,18 mm</b>	28,87	31,28	5,79	6,27	6,03	6,87
<b>0,6 mm</b>	80,74	94,19	16,19	18,88	17,54	24,40
<b>0,3 mm</b>	160,39	166,56	32,17	33,39	32,78	57,18
<b>0,15 mm</b>	159,38	147,70	31,97	29,61	30,79	87,97
<b>FUNDO</b>	64,62	55,39	12,96	11,10	12,03	100,00
<b>TOTAL</b>	498,60	498,85	<b>D.M.C. = 2,36 mm</b>		<b>M.F. = 1,77</b>	

Fonte: Autor (2020)

Tabela 9: Resultado da composição granulométrica da Areia Lavada 3

<b>AREIA LAVADA 3</b>						
<b>PENEIRAS</b>	<b>MASSA RETIDA (g)</b>		<b>% MASSA RETIDA</b>		<b>% RETIDA MÉDIA</b>	<b>% RETIDA ACUMULADA</b>
	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m1</b>	<b>m2</b>		
<b>12,5 mm</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>9,5 mm</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>6,3 mm</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>4,75 mm</b>	0,44	1,07	0,09	0,21	0,15	<b>0,15</b>
<b>2,36 mm</b>	4,25	5,65	0,86	1,14	1,00	<b>1,15</b>
<b>1,18 mm</b>	103,70	95,76	20,81	19,20	20,00	<b>21,15</b>
<b>0,6 mm</b>	167,04	173,10	33,50	34,70	34,10	<b>55,25</b>
<b>0,3 mm</b>	116,79	106,13	23,42	21,27	22,35	<b>77,60</b>
<b>0,15 mm</b>	83,77	83,20	16,80	16,68	16,74	<b>94,34</b>
<b>FUNDO</b>	22,70	33,65	4,55	6,76	5,66	<b>100,00</b>
<b>TOTAL</b>	498,75	498,68	<b>D.M.C. = 2,36 mm</b>		<b>M.F. = 2,50</b>	

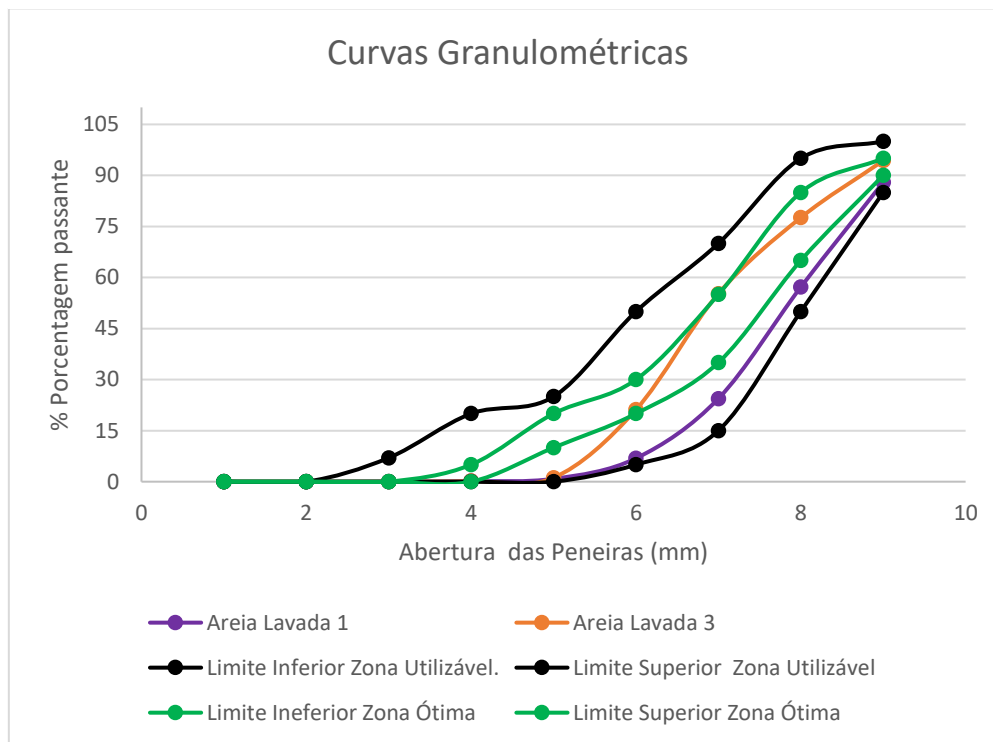
Fonte: Autor (2020)

Conforme as tabelas 8 e 9 anteriormente, a D.M.C. nas duas amostras se resultou na peneira 2,36 mm. O M.F. foi de 1,77 na Areia Lavada 1 e de 2,50 na Areia Lavada 3. Analisando os resultados obtidos, nota-se que o módulo de finura é maior na Areia Lavada 3. Isso ocorre devido à maior porcentagem retida acumulada entre as peneiras, indicando que os grãos dessa amostra são maiores em relação à Areia Lavada 1. A diferença entre os resultados do M.F. das amostras pode estar ligada no fato da quantidade de vezes em que cada areia é lavada, onde os grãos mais finos vão sendo dispersados a cada lavagem feita, restando apenas a parte mais grossa dos grãos onde o módulo de finura também é maior, como é caso da Areia Lavada 3.

### 5.1.1 Curvas granulométricas

Na figura 10 podem ser observadas as curvas granulométricas referentes a cada areia, bem como os limites superiores e inferiores da zona ótima e zona utilizável.

Figura 10: Curva granulométrica das areias



Fonte: Autor (2020)

Observa-se na figura 10 que as duas amostras de areia se enquadram de forma contínua dentro dos limites da zona utilizável estabelecida pela NBR 7211/2009. No entanto, a Areia Lavada 1 se manteve totalmente fora da zona ótima ao longo de sua distribuição. Areia Lavada 3 teve sua distribuição dentro da zona ótima a partir dos grãos com tamanho de 6,0 mm.

## 5.2 MASSA UNITÁRIA, MASSA ESPECÍFICA E VOLUME DE VAZIOS

A tabela 10 mostra os resultados obtidos quanto à massa unitária, massa específica e volume de vazios. Na Areia Lavada 1, a massa unitária do agregado foi de 1,91 g/cm<sup>3</sup>, e na Areia Lavada 3 foi de 1,18 g/cm<sup>3</sup>.

Tabela 10: Resultado da massa específica, massa unitária e volume de vazios das areias

<b>Determinações</b>	<b>Areia Lavada 1</b>	<b>Areia Lavada 3</b>
<b>Massa unitária (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,91	1,18
<b>Massa específica do agregado (g/cm<sup>3</sup>)</b>	4,46	2,93
<b>Volume de vazios (%)</b>	57,00	35,57

Fonte: Autor (2020)

Como se observa, a Areia Lavada 3 possui massa específica bem inferior, sendo quase 40% menor em relação à Areia Lavada 1. Isso indica conformidade com a distribuição da composição granulométrica, em que o módulo de finura foi maior na Areia Lavada 3. Essa relação entre tais resultados mostra que a Areia Lavada 3 evidentemente possui grãos maiores (mesmo tendo a mesma D.M.C. que a Areia Lavada 1), acarretando em massa específica menor.

Quanto ao volume de vazios, a Areia Lavada 1 obteve uma proporção bem maior que o resultado da Areia Lavada 3 de 35,57%. Assim, mostrando também que, com os cálculos realizados considerando o volume de um mesmo recipiente utilizado, a Areia Lavada 1 obteve massa unitária cerca de 38,00% maior, portanto, sendo mais “densa” que a Areia Lavada 3, esta última possuindo grãos maiores como visto na composição granulométrica.

Desse modo, subtende-se que essa diferença nos resultados pode estar ligada à forma dos grãos, que influencia na acomodação das partículas entre si, pois, quanto mais irregular forem os grãos, maior será o espaço vazio entre eles, sendo o inverso para os grãos que se apresentam de forma mais esférica (LONDERO, 2017).

Tendo conhecimento quanto à massa unitária de um agregado, torna-se praticável as transformações dos traços utilizados nas misturas, convertendo peso em volume ou vice-versa, bem como torna possível calcular o quanto de material será consumido nos compostos de cimento (BAUER, 1995 apud MARTINS, 2008)

Souza (2017, p. 8) classifica os agregados – quanto à sua massa unitária – em agregados leves, normais e pesados. Conforme o autor, os agregados leves possuem

massa unitária inferior a  $1120 \text{ kg/m}^3$ , os normais possuem entre  $1500$  e  $1800 \text{ kg/m}^3$  e, os pesados possuem massa unitária superior a  $1800 \text{ kg/m}^3$ , sendo que a maior parte desse último se dá pelo fato da presença de minerais químicos como o ferro, bário e titânio, ligados às estruturas do agregado. Desse modo, a Areia Lavada 1 pôde entrar na classificação de agregado pesado por possuir massa unitária de aproximadamente  $1910 \text{ kg/m}^3$ , e a Areia lavada 3 pôde ser classificada como agregado normal, por apresentar massa unitária superior a  $1120 \text{ kg/m}^3$ .

### 5.3 ABSORÇÃO DE ÁGUA

As porcentagens da absorção de água das amostras podem ser conferidas na tabela 11 a seguir. Os resultados obtidos revelaram que a absorção de água foi igual nas duas amostras, apresentando teor de 1,5%.

Tabela 11: Absorção de água das amostras

	<b>Areia Lavada 1</b>	<b>Areia Lavada 3</b>
<b>Massa da amostra seca em estufa (g)</b>	1000,00	1000,00
<b>Massa da amostra Saturada Superfície Seca -SSS (g)</b>	1015,00	1015,00
<b>Absorção de água (%)</b>	1,5	1,5

Fonte: Autor (2020)

A umidade presente nos agregados deve ser levada em consideração devido ao fato desta refletir diretamente no volume aparente do material, ou seja, onde os poros vazios são preenchidos pela água (FALCÃO, 2019).

Assim como Weidmann (2008) teve a necessidade de determinar a umidade dos materiais úmidos a serem utilizados no seu estudo em concreto, é preciso que o mesmo ocorra em situações cotidianas da construção civil, para que se possa garantir a melhor qualidade possível dos concretos e argamassas.

A umidade presente na superfície – ou umidade superficial – dos agregados são passíveis de causarem a segregação ou afastamento entre as partículas destes, o que reflete na alteração do seu volume aparente, um feito conhecido também como inchamento. O



inchamento aumenta ou diminui proporcionalmente à quantidade de partículas e o contato entre elas (FALCÃO, 2019).

#### 5.4 MATERIAL FINO

O material fino (pulverulento) encontrado nas amostras foi possível ser quantificado através da lavagem do material e utilização da peneira com abertura de malha 75  $\mu\text{m}$ , tendo como resultado as proporções em porcentagem de cada areia. Os resultados estão apresentados na tabela 12.

Tabela 12: Quantidade de material fino nas areias

	<b>Areia Lavada 1</b>	<b>Areia Lavada 3</b>
<b>Massa da amostra seca em estufa (g)</b>	499,39	499,32
<b>Massa da amostra seca em estufa após lavagem (g)</b>	481,83	499,32
<b>Material fino (%)</b>	3,52	1,64

Fonte: Autor (2020)

A porcentagem de material fino encontrado foi de 3,52% na Areia Lavada 1 e de 1,64% na Areia Lavada 3, como mostra a tabela 12 anteriormente. Nota-se uma grande diferença no teor de finos presentes nas duas areias, tendo a Areia Lavada 1 mais deste material do que a Areia Lavada 3. Assim, é de fácil compreensão que a Areia Lavada 3 tem menor teor de finos pelo fato de esta ser lavada mais vezes.

#### 5.5 ANÁLISE QUÍMICA POR FLUORESCÊNCIA DE RAI-X

Como é de se esperar em rejeitos provenientes da mineração, alguns elementos químicos foram encontrados nos objetos de estudo em questão. As tabelas 13 e 14 mostram esses elementos que constituem a Areia Lavada 1 e Areia Lavada 3.

Tabela 13: Resultado Areia Lavada 1 - elementos químicos que compõem a amostra

<b>Areia Lavada 1</b>			
<b>Nº</b>	<b>Componente</b>	<b>Descrição</b>	<b>% Massa</b>
1	SiO <sub>2</sub>	Dióxido de Silício	57,6500
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Alumínio	24,3710
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Ferro	10,3699
4	TiO <sub>2</sub>	Dióxido de Titânio	4,8298
5	ZrO <sub>2</sub>	Dióxido de Zircônio	0,9559
6	MnO	Óxido de Maganês	0,7490
7	SnO <sub>2</sub>	Dióxido de Estanho	0,6486
8	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Ítrio	0,2555
9	ZnO	Óxido de Zinco	0,0598
10	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Cromo	0,0578
11	Rb <sub>2</sub> O	Óxido de Rubídio	0,0291
12	CuO	Óxido de Cobre	0,0236
13	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Arsênio	0,0000
14	PbO	Óxido de Chumbo	0,0000

Fonte: Autor (2020)

Tabela 14: Resultado Areia Lavada 3 - elementos químicos que compõem a amostra.

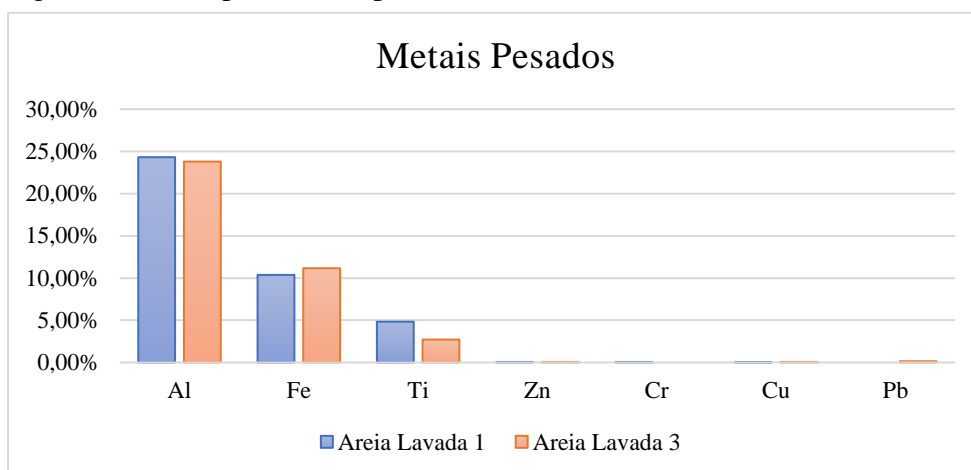
<b>Areia Lavada 3</b>			
<b>Nº</b>	<b>Componente</b>	<b>Descrição</b>	<b>% Massa</b>
1	SiO <sub>2</sub>	Dióxido de Silício	59,2980
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Alumínio	23,7870
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Ferro	11,1619
4	TiO <sub>2</sub>	Dióxido de Titânio	2,7168
5	MnO	Óxido de Maganês	1,4326
6	ZrO <sub>2</sub>	Dióxido de Zircônio	0,5477
7	SnO <sub>2</sub>	Dióxido de Estanho	0,4166
8	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentóxido de Fósforo	0,2184
9	PbO	Óxido de Chumbo	0,1470
10	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentóxido de Nióbio	0,1105
11	CuO	Óxido de Cobre	0,0643

12	ZnO	Óxido de Zinco	0,0606
13	Rb2O	Óxido de Rubídio	0,0242
14	Y2O3	Trióxido de Ítrio	0,0141
15	As2O3	Trióxido de Arsênio	0,0000

Fonte: Autor (2020)

A análise mostrou que nas duas amostras foram encontrados metais pesados como o Al, Fe, Ti, Pb, Zn e o Cr que podem influenciar nas propriedades das misturas cimentícias. Também na figura 11 é possível visualizar, em porcentagem gráfica, as proporções dos principais metais encontrados nas amostras de areia.

Figura 11: Principais metais pesados encontrados nas amostras



Fonte: Autor (2020)

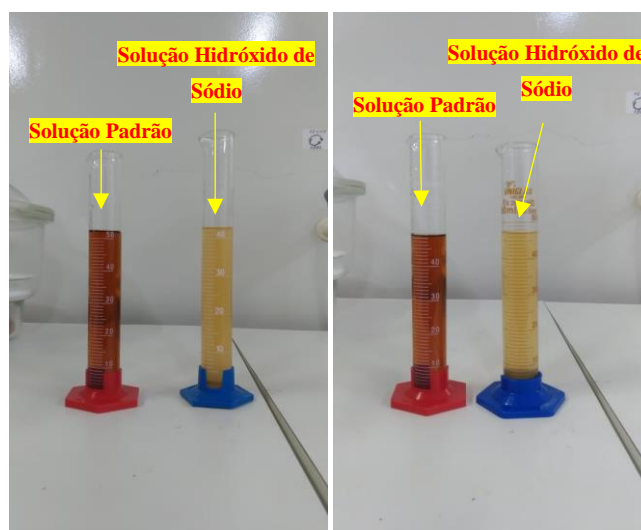
A figura 11 revela que o metal pesado mais presente nas duas amostras é o Al, chegando a constituir quase 25% das propriedades químicas da Areia Lavada 1, seguido pelo Fe e Ti. Assim, a presença dessas propriedades químicas encontradas nas areias justifica a massa unitária das amostras estudadas naquele ensaio, conforme a tabela 10 mostrada anteriormente, pois essas propriedades refletem no peso das areias.

Dessa forma, fica o alerta para a utilização das areias em questão nos compostos cimentícios, sendo importante analisar as propriedades químicas desses materiais antes da aplicação dos mesmos.

## 5.6 IMPUREZAS ORGÂNICAS

As impurezas orgânicas podem causar sérios problemas nas argamassas e concretos, pois possuem agentes nocivos à tais compostos de cimento. Dessa forma, não é recomendável a utilização de agregados que possuem altos índices de matéria orgânica, podendo este ocasionar em sérias patologias como fissuras por retração, reações expansivas etc, diminuindo até mesmo a resistência mecânica do composto (SOUZA et al, 2017). Os resultados dos ensaios de determinação das impurezas orgânicas nos agregados estão disponíveis na figura 12 a seguir, onde é possível enxergar a diferença colorimétrica entre as soluções empregadas.

Figura 12: a) Avaliação colorimétrica Areia Lavada 1; b) Avaliação colorimétrica Areia Lavada 3



Fonte: Autor (2020)

Na figura 12, a coloração da solução hidróxido de sódio adicionada nas duas amostras de agregado ficou mais clara que a solução padrão após o repouso de 24h em ambiente escuro, mostrando conformidade com a NBR 7211/2019, a qual estabelece que a solução da amostra deve ser mais clara que a solução padrão.

Amorim (2010), em seu estudo feito sobre determinado agregado miúdo, relata que a presença de material orgânico na areia influencia diretamente na resistência do cimento e da argamassa, sobre o fato da possibilidade de interferência no processo de hidratação dos mesmos.

## 6 CONCLUSÃO

A composição granulométrica revelou que a diferença nos módulos de finura entre as amostras, está intrinsecamente ligada à quantidade de vezes em que são lavadas as areias, pois os grãos menores são dispersados nas lavagens. Também foi concluído que as duas amostras de areia se enquadram dentro da zona ótima determinada na NBR 7211/2019.

A diferença entre as massas específicas também é resultado do número de vezes de lavagem das areias, onde a mais lavada tem menos material fino, justamente por esses materiais finos se dispersarem conforme os processos de lavagem. Desse modo, por possuir menor teor de finos e ainda tendo grãos maiores, a Areia Lavada 3 pode tender a absorver menos água nas misturas de compostos cimentícios.

A massa unitária das areias apresentou pouca diferença em seus valores. Dessa maneira, partindo do princípio de que possui grãos menores em sua composição granulométrica, presume-se que a Areia Lavada 1 adensa melhor os seus grãos num mesmo espaço ocupado pela Areia Lavada 3, tornando maior a sua massa unitária. Entretanto, mostrou uma desproporção quanto ao volume de vazios por este apresentar um teor muito elevado, o que pode ser entendido pelos seguintes: mesmo tendo grãos menores, a Areia Lavada 1 pode ser mais irregular, o que deve ter causado seu alto volume de vazios; apesar da sua massa unitária elevada – enquadrada na classificação de agregados pesados – a maior parte dessa massa é devida à grande quantidade de metais presentes em sua estrutura, como revelado na caracterização química.

Alguns autores mencionam que a absorção de água para agregados naturais normalmente encontra-se a menos de 1 até 5%. Dessa forma, o resultado da determinação da absorção de água obtido neste trabalho apresentou relativamente baixo teor nas areias estudadas.

A determinação do teor de material fino (pulverulento) presente nas areias em estudo mostrou que ambas estão dentro do limite permitido pela NBR 7211/2009 para a utilização em concretos protegidos do desgaste superficial, porém, a Areia Lavada 1 não está em conformidade quando se trata de concretos submetidos à desgaste superficial, por apresentar um teor de finos maior do que o permitido na norma em questão.

A análise feita por meio da fluorescência de Raio-X revelou que nos objetos de estudo há uma forte presença de propriedades químicas como os metais pesados, principalmente Al e Fe, assim podendo alterar o processo de hidratação dos compostos

de cimento, acontece também com o Zn e o Cr. Dessa forma, recomenda-se um estudo mais aprofundado sobre a influência de cada elemento químico presente nas amostras.

Como mostraram as figuras 10 e 11, não há impurezas orgânicas presente nas duas amostras de areia conforme o ensaio realizado, estando em conformidade com a NBR 7211/2009 por apresentarem coloração mais clara que a solução padrão.

Assim, o presente estudo concluiu que as areias de rejeito em questão estão aptas a serem utilizadas na construção civil desde que sejam observados e analisados os resultados aqui apresentados, principalmente sobre as propriedades químicas dos rejeitos, onde esses podem ter maior influência na resistência e hidratação das misturas cimentícias. Conforme os resultados obtidos sobre as duas amostras, a Areia Lavada 3 pode ser mais interessante para concretos, uma vez que possui grãos maiores mais adequados para este composto, sendo a Areia Lavada 1 mais recomendada a argamassas.

Como proposta para estudos futuros, é recomendável que sejam feitos os seguintes estudos:

- Refazer o ensaio de determinação de absorção de água para comparar com os resultados obtidos nesse estudo;
- Análises aprofundadas sobre as influências nas propriedades dos compostos de cimento causadas pelos elementos químicos presentes na areia;
- Estudos sobre a resistência mecânica de concreto e argamassas utilizando as areias em questão, em uma comparação com agregado miúdo natural;
- Estudo de viabilidade econômica e financeira quanto ao transporte e logística para utilização desses materiais na construção civil, uma vez que se encontram a uma distância considerável das cidades mais desenvolvidas.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, N. C., ALMEIDA, M. O., GETÚLIO, J. G. de S. Determinação de Matéria Orgânica e dos Teores de Sais Presentes nos Agregados Miúdos Usados no Polo Juazeiro (BA)/Petrolina (PE). 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios. 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 30: Agregado miúdo – Determinação da absorção de água. 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 46: Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75  $\mu\text{m}$ , por lavagem. 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 49: Agregado miúdo – Determinação de impurezas orgânicas. 2001.
- BEZERRA, C. G. Caracterização do rejeito de minério de ferro (iot) e avaliação da sua influência no comportamento físico-químico e mecânico de pastas de cimento. 2017.
- BORGES, A. A.; LUZ, J. A. M. da; FERREIRA, E. E. Caracterização da parcela magnética de minério fosfático de carbonatito. Rem: Revista Escola de Minas, v. 61, n. 1, p. 29-34, 2008.
- BRASIL. Plano Nacional de Mineração 2030: Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2010.
- CARNEIRO, A. M. P., CINCOTTO, M. A., JOHN, V. M. A massa unitária da areia como parâmetro de análise das características de argamassa. Ambiente Construído, v. 1, n. 2, p. 37-44, 1997.
- CARRIJO, P. M. Análise da influência da massa específica de agregados graúdos provenientes de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- CROZETTA, J. R. et al. Influência da granulometria na plasticidade e retração de secagem das argilas. Cerâmica Industrial, v. 21, n. 1, p. 21-29, 2016.
- DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. Sumário Mineral 2015. Brasília: DNPM, 2016.

DUARTE, M. L. Comportamento do concreto com substituição do agregado miúdo convencional por agregado miúdo reciclado. 2016.

FALCÃO, B.L.A. Materiais de Construção - Vol. 1. Rio de Janeiro-RJ: Grupo GEN, 2019. 9788521636632.

FIGUEIRÔA, S. F. de M. Mineração no Brasil: aspectos técnicos e científicos de sua história na colônia e no império (séculos XVIII-XIX). América Latina en la historia económica, p. 41-55, 1994.

GERMANI, D. J. A mineração no Brasil. Relatório Final, Brasil, 2002.

GIRODO, A., 2005, Mineração. In: Projeto APA Sul, Estudos do Meio Físico, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral/ CPRM, Belo Horizonte, MG.

GUERRA, A. N. L. P. et al. Caracterização e utilização de rejeito de minério de ferro pellet feed em pavimentos de blocos intertravados de concreto. 2014.

ITAMBÉ, assessoria técnica. Apostila de ensaios de concretos e agregados 3ª edição. Curitiba-PR, 2011.

LONDERO, C. et al. Determinação da densidade de empacotamento de sistemas granulares compostos a partir da areia normal do IPT: comparação entre modelos de otimização de distribuição granulométrica e composições aleatórias. Cerâmica, v. 63, n. 365, p. 22-33, 2017.

LONGO, R. M.; RIBEIRO, A. Í.; MELO, W. J. de. Caracterização física e química de áreas mineradas pela extração de cassiterita. Bragantia, v. 64, n. 1, p. 101-107, 2005.

MARTINS, P. B. M. Influência da granulometria agregado miúdo na trabalhabilidade do concreto. Monografia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

MÁSCIA, R. Desenvolvimento e caracterização tribológica de materiais resistentes ao desgaste abrasivo para industria mineradora de cassiterita. 2002.

NOBRE, Pedro Aguiar Filho et al. Impactos ambientais da extração de areia no canal ativo do Rio Canindé, Paramoti, Ceará. 2011.

NOGUEIRA, E. H. Caracterização mineralógica da cassiterita da província estanífera de Rondônia. 2016.

PEDROZO, R. F. E. et al. Influência da substituição do agregado miúdo natural por agregado reciclado fino em propriedades de argamassas e concretos. 2008.

RABELO, José Raimundo Filho. Caracterização física e química das areias usadas em argamassa e concreto em Manaus, 2018.



REIS, É. L. Caracterização de resíduos provenientes da planta de beneficiamento do minério de manganês sílico-carbonatado da RDM–unidade Morro da Mina. 2005.

SANTOS, R. R. Análise físico-químicas de águas oriundas das principais lagoas e poços do garimpo bom futuro–Ariquemes/RO. 2013.

SOUZA, A.A.L.L.E. D. Materiais de Construção. São Paulo-SP: Grupo A, 2017. 9788595020092.

SOUZA, M. M.; SILVA, A. L. O.; PINA, Lara Virgínia Gomes. Caracterização de agregado miúdo fornecido na microrregião do agreste potiguar, popularmente denominado “areia barrada”. HOLOS, v. 4, p. 395-407, 2017.

SCHAEFFER, C. O. et al. Avaliação dos metais pesados presentes nos agregados reciclados de resíduos da construção e demolição (RCD) e influência no potencial de lixiviação de matrizes cimentícias. 2007.

VIVES, A. E. S., BRIENZA, S. M. B. Emprego de Fluorescência de Raio X dispersiva para avaliação da poluição por metais pesados em amostras de água e sedimentos de lagos. 2002.

WEIDMANN, D. F. et al. Contribuição ao estudo da influência da forma e da composição granulométrica de agregados miúdos de britagem nas propriedades do concreto de cimento Portland. 2008.

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.

## ANEXOS



## RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Giovane Lucas Peres

**CURSO:** Engenharia Civil

**DATA DE ANÁLISE:** 25.11.2020

## RESULTADO DA ANÁLISE

## Estatísticas

Suspeitas na Internet: **7,02%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet 📌

Suspeitas confirmadas: **5,74%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados 📌

Texto analisado: **84,08%**

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

Sucesso da análise: **100%**

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

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.4.11  
quinta-feira, 25 de novembro de 2020 17:25

## PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **GIOVANE LUCAS PERES**, n. de matrícula **23577**, do curso de Engenharia Civil, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 7,02%. Devendo o aluno 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