

ANÁLISES DOS REJEITOS DA MINA DO BONITO – JUCURUTU/RN

TEREZA RAQUEL FRANÇA FERREIRA^{1*}; CLAWSIO ROGÉRIO CRUZ DE SOUSA²; AGASSIEL DE MEDEIROS ALVES³; ALMIR MARIANO DE SOUSA JÚNIOR⁴

¹Graduanda do curso de arquitetura e urbanismo, UFERSA, pesquisadora no Programa Cidades Inteligentes e Humanas do Semiárido – Smart Cities, Pau dos Ferros - RN, terezaraquel70@hotmail.com;

²Dr. em Ciência e Engenharia de Materiais, Prof. Efetivo da UFERSA, orientador pesquisador do Programa Cidades Inteligentes e Humanas – Smart Cities, Pau dos Ferros - RN, clawsio.cruz@ufersa.edu.br;

³Me. em Desenvolvimento e Meio Ambiente, licenciado em Geografia, Prof. Adj. Do dep. Geografia e vice-diretor do Campus Avançado Professora Maria Elisa de Albuquerque Maia, UERN, orientador pesquisador do Programa Cidades Inteligentes e Humanas – Smart Cities, Pau dos Ferros-RN, agassielalves@uern.br;

⁴Dr. em Ciências e Engenharia de Petróleo, bacharel em Engenharia de Produção, prof. efetivo, pró-reitor adjunto de extensão e cultura e coordenador do Programa Cidades Inteligentes e Humanas do Semiárido – Smart Cities, UFERSA, Mossoró-RN, almir.mariano@ufersa.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Este trabalho tem por objetivo analisar a composição química dos rejeitos da Mina do Bonito para serem utilizados no processo de fotocatalise do Programa Cidades Inteligentes e Humanas do Semiárido – *Smart Cities*. Trata-se de um estudo experimental de caráter exploratório, pois foram coletadas amostras da Mina do Bonito em Jucurutu/RN, onde depois se utilizou o método da granulometria por peneiramento e espectrometria de fluorescência de Raio X (FRX) para obtenção dos resultados. Estavam presentes nos rejeitos Fe, Si, Al, Mn, P, Ca, K, Cu, Zn e Sr, onde o Fe apresentou um alto valor de 55%, 28% de Si, e um valor impressionante do Al com 15%. No fim, conclui-se que o valor obtido do ferro é propício para a realização da fotocatalise heterogênea, pois apresenta um valor consideravelmente alto, e que se torna interessante por apresentar Si e Al, que quando empregados podem servir para a imobilização do Fe₂O₃, aumentando a sua área superficial e auxiliando na remoção mais eficaz dos poluentes.

PALAVRAS-CHAVE: Geologia, Minas, Ferro, Rejeitos.

ANALYSIS OF THE REJECTS OF MINA DO BONITO - JUCURUTU / RN

ABSTRACT: This work aims to analyze the chemical composition of tailings of Mina do Bonito to be used in the process of photocatalysis from the Intelligent and Human Cities of the Semi-Arid – Smart Cities. This is an exploratory experimental study, where samples had been collected from the Mina do Bonito in Jucurutu/RN, where the granulometry method was used by sieving and spectrometry X-ray fluorescence (XRF) to obtain the results. It was present in the tailings Fe, Si, Al, Mn, P, Ca, K, Cu, Zn and Sr, where Fe presented a high value of 55%, 28% of Si, and an impressive value of Al with 15%. At the end, is concluded that the obtained value of the iron is propitious for the accomplishment of heterogeneous photocatalysis and that the reject, because it presents a very high value, and it becomes interesting to present Si and Al, which when employed can serve to immobilize Fe₂O₃, increasing its surface area and helping in the most efficient removal of pollutants.

KEYWORDS: Geology, mines, iron, waste.

INTRODUÇÃO

A escassez de água em algumas regiões do planeta e a poluição de rios, lençóis freáticos e marés gera um alerta para a criação de novas formas de reúso de água, diante deste contexto os processos oxidativos avançados se destacam por produzirem alterações nas estruturas químicas dos poluentes os destruindo completamente, formando e utilizando oxidantes fortes (Pereira, 2013). Alguns destes processos precisam da absorção de luz como é o caso da fotocatalise heterogênea que envolve a ativação

de um semicondutor por luz solar ou artificial (Nogueira; Jardim, 97), e alguns destes semicondutores minerais mais conhecidos aplicados na fotocatalise heterogênea são TiO_2 , CdS , ZnO , WO_3 , ZnS , BiO_3 e Fe_2O_3 (Ferreira, 2005).

Dessa forma, perante a seca que acomete a região do Alto-Oeste Potiguar há mais de sete anos, o Programa *Smart Cities* - Cidades Inteligentes e Humanas do Semiárido buscou alternativas para minimizar os impactos naturais provocados por ela, e o reúso de água através do tratamento secundário pela fotocatalise foi uma das soluções encontradas. Tendo em vista o grande potencial mineralógico do Rio Grande do Norte, o programa tentou buscar rejeitos mineralógicos que contivessem semicondutores minerais em grandes quantidades e que pudessem ser reaproveitados.

O estado do Rio Grande Norte porta diversos minérios de grandes valores econômicos como o petróleo, ouro, minério de tungstênio, minério de ferro, calcário de mármore, minérios de pegmatito, areias, argilas, dolomito, dentre outros, por isso se destaca como um dos maiores estados polo de minério do Nordeste do Brasil (Angelim Et Al., 2006). Primeiro, buscou-se o WO_3 e o TiO_2 nos rejeitos da Mina Brejuí, pois o TiO_2 um dos semicondutores de mais fácil manipulação, pois não é tóxico, abundante e estável química e fotoquimicamente, e o WO_3 por ser um dos melhores semicondutores por absorver luz visível (Pereira, 2013). Entretanto, analisando estudos anteriores, Fernandes (2011) mostra que só é possível encontrar 0,68% de TiO_2 e 0,76% de WO_3 . Os resultados de Godeiro et al (2010) não se diferem muito das conclusões de Fernandes (2011), o TiO_2 0,62% e o WO_3 0,11%.

Tendo em vista a pouca quantidade de TiO_2 e WO_3 na Mina Brejuí, pensou-se em novas alternativas como a utilização do Fe, pois segundo Oliveira, Fabris e Pereira (2012) óxidos de ferro como a hematita e goethita vem sendo empregados nos processos oxidativos avançados devido ao seu menor valor de *band gap*, possibilitando assim uma maior absorção tanto da luz UV quanto da luz visível solar. Para isso, outras minerações do Rio Grande do Norte foram analisadas e a Mina do Bonito, localizada no município de Jururutu/RN, foi a escolhida por apresentar um forte histórico de exportações de ferro, embora hoje esteja desativada. Segundo a empresa que possui os direitos sobre a mineração, a Mhag Mineração (2018), a mina atuou na exportação de ferro entre os anos de 2005 a 2008, e possui boa parte de seus minérios sendo Itabiritos – minérios bandados, em sua maioria, por hematita e silicatos - que depois de beneficiados podem apresentar cerca de 67% a 68% de ferro com baixos teores de impurezas. Portanto, o presente trabalho tem como principal objetivo analisar quais minérios podem ser encontrados nos rejeitos de mineração da Mina do Bonito e qual sua porcentagem para possível uso no processo de fotocatalise heterogênea.

MATERIAL E MÉTODOS

Para verificar os minérios encontrados nos rejeitos da Mina do Bonito, foi necessário, primeiramente, uma visita *in loco*, no dia 22 de dezembro de 2017, para a coleta de amostras. Para se coletar as amostras não houve necessidade de processos rigorosos, pois os rejeitos estavam ao ar livre, não eram tóxicos e de fácil manipulação. Foram coletados com a ajuda de uma pá e colocados em sacos plásticos simples com a devida identificação. O programa *Smart Cities* coletou três amostras em três pontos distintos com base nas diferentes colorações de cada uma observadas a olho nu, com as referidas localizações, a primeira a $5^{\circ}52'42.6''\text{S}$ e $36^{\circ}58'54.1''\text{W}$, a segunda a $5^{\circ}52'40.9''\text{S}$ e $36^{\circ}58'54.6''\text{W}$, por fim, a terceira a $5^{\circ}52'38.5''\text{S}$ $36^{\circ}58'55.0''\text{W}$. Todas as amostras foram fornecidas pelo Grupo Mhag Mineração para os fins deste trabalho.

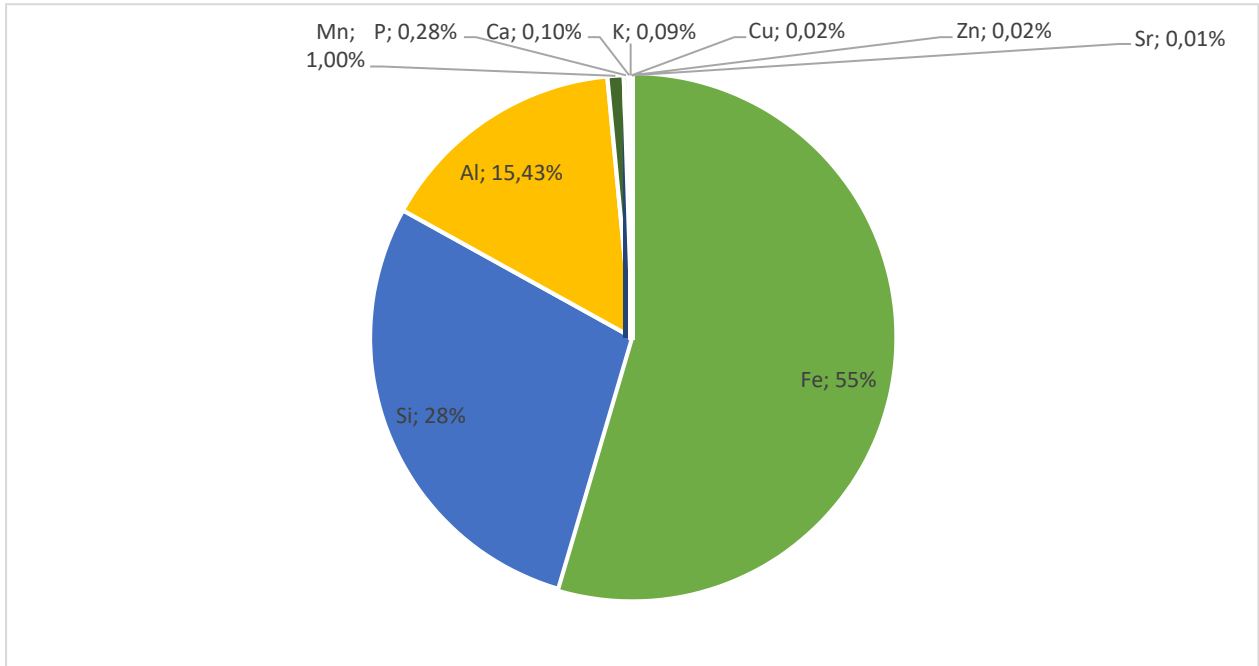
No laboratório de engenharia civil, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido do centro multidisciplinar de Pau dos Ferros, fora feito a granulometria pelo método do peneiramento por ação mecânica, nas malhas de 19mm, 9,50mm, 4,75mm, 2,36mm, 1,18mm, 600 μm , 300 μm e 150 μm . Depois disto, o rejeito foi colocado em tubos de ensaios e encaminhados para o laboratório da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte para a realização da análise de espectrometria de fluorescência de Raio X (FRX). Análise que permite que determinado material a ser analisado passe por um feixe incidente de raios X secundários característicos das espécies químicas, permitindo assim a identificação do material e a estimativa de suas quantidades (Acchar, 2006).

Dessa forma, o presente trabalho constitui-se como experimental de caráter exploratório, segundo Gil (2002), pois busca confirmar os altos teores de ferro prometidos pela empresa Mhag Mineração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento, o Programa *Smart Cities* fez apenas a análise da primeira amostra, detectando nos rejeitos da Mina do Bonito, a presença de Fe, Si, Al, Mn, P, Ca, K, Cu, Zn e Sr, pelo método do FRX. Sendo que o Ferro (Fe) apresentou uma massa total de 55%, um teor considerado alto tendo em vista que se tratava apenas dos rejeitos da mineração.

Gráfico 1: Caracterização em porcentagem de massa total dos rejeitos da Mina do Bonito – Jucutu/RN



Comparando a porcentagem de massa total do gráfico com os valores encontrados por Dantas (2015), sobre os rejeitos da Mina do Bonito, o valor do Fe está inferior, visto que Dantas (2015) encontrou um valor bem mais elevado, chegando a 80% o Fe_2O_3 . Entretanto, o valor do Si e do Al encontrados pelo Programa *Smart Cities* estão mais elevados, pois o de Dantas conta apenas com 10,774% de SiO_2 e 8,264 Al_2O_3 .

Isso pode ter acontecido por causa das diferentes localizações de coletas das amostras. Pode-se notar isso pela coloração do rejeito. A amostra 01, possui uma coloração mais clara comparada as outras duas. A segunda apresenta um tom mais escuro, mas não tão escuro quanto a terceira. Observando a foto de uma das jazidas de retirada das amostras de Dantas (2015), percebe-se que ela é tão escura quanto as amostras 02 e 03 colhidas pelo Programa *Smart Cities*. Sendo assim, possivelmente os valores de massa, principalmente do Fe, venham a aumentar nos resultados das próximas análises.

Figura 1: Jazidas de rejeitos de Dantas (2015)

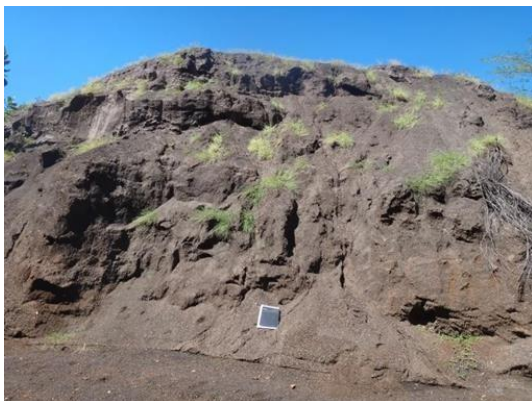


Figura 2: Ponto de coleta da amostra 03



Figura 3: Ponto de coleta da amostra 02



Figura 4: Amostra 01



Partindo para a tipologia e geoquímica dos itabiritos da Mina do Bonito, a porcentagem encontrada pelo programa *Smart Cities*, está entre as faixas encontradas por Barbosa (2013), que indica que os primários estão em uma faixa de cerca de 19,55 a 41,61% de ferro, dependendo da espécie, e com relação aos Fe_2O_3 houve uma variação de 30,97 a 60,30%. Entretanto a porcentagem de Fe de Barbosa (2013) aumenta no itabiríticos secundários, que oscila entre 25,36% a 65,00%, do mesmo modo acontece com os valores do Fe_2O_3 que varia entre 36,76% a 94,20% de massa total.

Com relação ao Silício (Si), o resultado também difere assim como também foi distinto ao de Dantas (2015). Barbosa (2013) apresenta o resultado do SiO_2 com uma variação entre 1,03% a 46,61% nos itabiríticos secundários. Levando em conta a observação dos dados de Barbosa (2013) do Fe e do SiO_2 , o rejeito recolhido pelo Programa *Smart Cities* deve ser proveniente de itabiríticos secundários, mais precisamente dos subtipos Skarn Magnesiano ou Skarn tremolitito com actinolita.

O que mais impressionou foi o resultado obtido referente ao Alumínio (Al), fora encontrado o valor de massa total de 15.434 %, o que pode ser considerado alto, pois Barbosa apresenta valores mínimos de Al_2O_3 entre cerca de 0,20 a 4,45% nos itabiríticos primários, e 0,20 a 3,27% nos itabiríticos secundários. Contudo, deve-se levar em consideração que diferente de Barbosa (2013) fora analisado os rejeitos e não o próprio minério, sendo assim, o material pode ter sofrido várias alterações físico-químicas durante todo o processo da mineração seja de adução ou redução.

Dessa forma, observa-se que os rejeitos da Mina Bonito, em Jucurutu/RN, são bem mais promissores, a priori, para a realização do processo de fotocatalise por apresentar um porcentual de ferro bem mais elevado do que em outras minas do estado como, por exemplo, a Mina Brejuí, onde só é possível cerca de 7,47 a 12,96% de Fe_2O_3 , como apresenta Godeiro (2010) e Fernandes (2011), respectivamente. Além de também apresentarem valores um pouco consideráveis de Si e Al, tendo em vista que os dois minérios ajudam no suporte durante o processo de fotocatalise heterogênea, pois conseguem imobilizar o Fe_2O_3 (Mahmoud; Freire, 2006), aumentando assim a área superficial de absorção da luz solar que, por consequência, aumenta a remoção dos poluentes (Bernardes Et Al., 2011).

CONCLUSÃO

Sendo assim, conclui-se pelo método da Fluorescência de Raio X que os rejeitos da Mina do Bonito, localizada em Jucurutu, possui realmente um porcentual de Fe considerável para ser utilizado durante o processo de fotocatalise heterogênea do Programa *Smart Cities*. Entretanto, o melhor aproveitamento desses minerais se dará a partir da escolha do melhor ponto de coleta, julgando pelas diferentes colorações dos rejeitos minerais nos três diferentes pontos de coletas. A utilização dos rejeitos da mina ainda será interessante, pois eles apresentam valores razoáveis de minérios de Si e Al, que podem ser empregados para a imobilização do Fe_2O_3 , aumentando a sua área superficial e auxiliando na remoção mais eficaz dos poluentes.

REFERÊNCIAS

Acchar, W. **Materiais cerâmicos: Caracterização e Aplicações**. Natal: Edufrn, 2006. 113 p.

- Angelim, L. A. de A. et al. **Programa Geologia do Brasil**. Recife: Cprm - Serviço Geológico do Brasil, 2006. 233 p.
- Barbosa, I. G. **Mina Do Bonito Tipologia E Geoquímica Dos Minérios De Ferro "Jucurutu / Rn-Brasil"**. 2013. 196 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/21818/1/2013_dis_igbarbosa.pdf>. Acesso em: 27 maio 2018.
- Bernardes, A. A. et al. Materiais SiO₂ -TiO₂ para a Degradação Fotocatalítica De Diuron. **Quim. Nova**, Porto Alegre - Rn, v. 34, n. 8, p.1343-1348, jun. 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72936/000820961.pdf?sequence=1>> Acesso em: 03 jun. 2018.
- Dantas, A. A. N. **Caracterização De Resíduos Oriundos Do Beneficiamento D O Minério De Ferro Para Uso Em Pavimentação**. 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Cap. 4. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/19871/1/AndreAugustoNobregaDantas_DISSE RT.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2018.
- Fernandes, B. R. B. **Aproveitamento Dos Finos De Scheelita Utilizando Concentração Centrifuga E Lixiviação Ácida**. Universidade Federal de Pernambuco, dissertação de mestrado. Recife, 2011. Pág.54. Disponível em < <http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5190>> Acesso no dia 03 de janeiro de 2018.
- Ferreira, I.V. L. **Fotocatalise heterogenea com TiO₂ aplicada ao tratamento de esgoto sanitário secundário**. 2005. 187 f. Tese (Doutorado) - Curso de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjEue2PwKbbAhXGjZAKHcvmC5cQFggsMAA&url=http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde15032006084739/publico/TESE.SHS.FERREIRA.16.12.2005.pdf&usq=AOvVaw2FvYmFsyJJ0f2kpJmcYXp>>. Acesso em: 27 maio 2018.
- Godeiro, et al. **Caracterização De Pré-Concentrado Do Rejeito De Scheelita Da Mina Brejuí Em Concentrador Centrífugo**. Instituto Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010. Pág. 86. Disponível em < <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/557> >Acesso 03 de janeiro de 2018.
- Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas S.a, 2002. 176 p.
- Mahmoud, A; Freire, R. S.. Métodos Emergentes Para Aumentar A Eficiência Do Ozônio No Tratamento De Águas Contaminadas. **Quim. Nova**, Cubatão - Sp, v. 30, n. 1, p.198-205, ago. 2006. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72936/000820961.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 03 jun. 2018.
- MHAG MINERAÇÃO (Ed.). **Características do Nosso Minério**. Disponível em: <<http://www.mhag.com.br/caracteristica/index.html>>. Acesso em: 27 maio 2018.
- Nogueira, R. F. P.; Jardim, W. F.. A Fotocatálise Heterogênea E Sua Aplicação Ambiental. **Química Nova**, Campinas, Sp, v. 1, n. 21, p.69-72, jul. 97. Disponível<<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/68292/1/WOS000074891600011.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2018.
- Oliveira, L. C. A.; Fabris, J. D.; Pereira, M. C.. Óxidos De Ferro E Suas Aplicações Em Processos Catalíticos: Uma Revisão. **Quim. Nova**, Teófilo Otoni – Mg, v. 36, n. 1, p.123-124, nov. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v36n1/v36n1a22.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2018.
- Pereira, A. R. S. **Preparação e estudo da atividade fotocatalítica de titânia pura dopada**. 2013. 105f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, 2013.