



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – UFOPA  
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS – IEG  
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

**SORAYA SILVA DE OLIVEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DO  
SILÍCIO LOCALIZADA NA REGIÃO AMAZÔNICA (PARÁ, BRASIL)**

SANTARÉM

2017

**SORAYA SILVA DE OLIVEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DO  
SILÍCIO LOCALIZADA NA REGIÃO AMAZÔNICA (PARÁ, BRASIL)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências.

Orientador: Bruno Apolo Miranda Figueira

SANTARÉM

2017

## **CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DO SILÍCIO LOCALIZADA NA REGIÃO AMAZÔNICA (PARÁ, BRASIL)**

Soraya Silva de Oliveira<sup>1</sup>

Bruno Apolo Miranda Figueira<sup>2</sup>

Erly Mota Cardoso<sup>2</sup>

Patrícia da Luz<sup>3</sup>

Oscar Jesus Choque Fernandez<sup>3</sup>

### **Saúde, Segurança e Meio Ambiente**

#### **Resumo**

No presente trabalho, descreve-se a caracterização tecnológica de resíduos da indústria do Si presente em uma mina na Região Amazônica (Pará) através das técnicas de difração de raios-X, espectroscopia de infravermelho, microscopia eletrônica de varredura e micro fluorescência de raios-X. Os resultados revelaram a presença de silício amorfo e metálico, quartzo, carvão de silício e carvão, sua composição química é basicamente formada por SiO<sub>2</sub> (60 % em peso). Uma morfologia em agregados com formas esféricas e tamanhos variados foi observada. Possibilitando possíveis aplicações industriais.

**Palavras Chave:** Amazônia; Resíduos; Silício; Caracterização;

#### **INTRODUÇÃO**

A mineração tem grande poder econômico no país, só em 2014 a produção mineral chegou em US\$ 40 bilhões, representando cerca de 5% do PIB industrial [1]. Há uma grande preocupação ambiental neste setor da indústria, inevitavelmente no processamento mineral são gerados subprodutos, no qual são despejados em extensas barragens. Na região Amazônica pode-se observar a presença destes produtos que em geral são considerados como resíduos, em minas de Fe, Mn, Cu, Ni, Al, Si, caulim, dentre outros [2].

Na indústria do Si, tal subproduto é formado na forma de fly ash, principalmente através de reações térmicas do minério com carvão mineral ou vegetal [3]. Para minimizar o impacto ambiental surge o interesse em estudos desse subproduto para aplicação tecnológica, pois, sabe-se que é de extrema importância, no que se refere a destinação de um resíduo sólido, uma vez que resíduos fly ash podem se tornar um passivo ambiental demandando grandes áreas e/ou custos com tratamento para disposição final [4].

---

<sup>1</sup>Iniciação Científica (UFOPA) – Campus Tapajós, soraholiveira@gmail.com

<sup>2</sup>Prof. da UFOPA – Campus Tapajós, brunoufopa@hotmail.com, erly.cardoso@ufopa.edu.br

<sup>3</sup>Prof. do IFPA–Campus Belém, patricialuz@gmail.com, ochoque.fernandez@gmail.com

Neste trabalho, apresenta-se a caracterização de resíduos fly ash de uma indústria de Si localizada na Região Amazônica (Pará) para avaliar as suas propriedades químicas e mineralógicas.

## **METODOLOGIA**

As amostras de resíduos foram coletadas em uma planta de beneficiamento de uma indústria de Si localizada na Região Amazônica, no qual o material foi submetido a processos metalúrgicos. Após procedimentos de preparação de amostra, as mesmas foram codificadas como RJSI. A caracterização mineralógica foi realizada por difratometria de raios-X em um difratômetro D2-phaser (Bruker), tubo de Cu (1,5406 Å), faixa de 5 a 70 ° (2 $\theta$ ) com tensão de 30 kV e 10mA, respectivamente. A análise por espectroscopia de infravermelho foi obtida por pastilha prensada a vácuo contendo 0,200 g de KBr e 0,0013 g de amostra um espectrômetro de absorção molecular na região IV com transformada de Fourier-FTIR (Bruker, Vertex 70). A morfologia por microscopia eletrônica de varredura (MEV) de RJSI foi obtida a partir de sua dispersão em um suporte impregnado com grafite e metalizada com ouro. O instrumento utilizado foi um microscópio da marca LEO-Zeiss, 430 Vp, em condições de análise utilizando imagens secundárias obtidas a 20 KV, com distância de trabalho de 11 mm. A análise da composição química semi-quantitativa de RJSI foi feita em um espectrômetro de microfluorescência de raios-X (Bruker).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para identificar fases cristalinas presentes nos resíduos de Si, empregamos a técnica de difração de raios-X. Através desta técnica foi possível observar a presença de fases cristalinas baseadas totalmente em Si, tais como quartzo (PDF 46-1045), silício metálico (PDF 27-1402), carbeto de silício ou monasseita (PDF 29-1129) e cristobalita (PDF 11-0695), sendo que as últimas três fases possivelmente foram formadas no processamento metalúrgico. A elevação da linha base (background) no difratograma sugere a presença de fases amorfas. A microanálise da composição química de RJSI revelou um teor de SiO<sub>2</sub> acima de 60 % (em peso), resultado que está de acordo com a mineralogia descrita anteriormente. Adicionalmente, a presença de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1,3 %), MgO (1,17 %), CaO (1,48 %) e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1,0 %) também foi identificada.

Para a amostra RJSI, o espectro de infravermelho (FTIR) foi obtido. As bandas em 3740, 3478, 1640 e 1520 cm<sup>-1</sup> estão relacionadas às vibrações de estiramento das moléculas de H<sub>2</sub>O, e as deformações do grupamento de O-H [4,5]. A banda próxima a 1110 cm<sup>-1</sup> corresponde ao estiramento assimétrico de ligações O-Si-O correspondendo a cristobalita e ao quartzo, respectivamente. Enquanto que as bandas em torno de 790 e 620 cm<sup>-1</sup> são de vibrações de carbeto de silício (monasseita). A banda em 470 cm<sup>-1</sup>, provavelmente se refere aos estiramentos de ligações Si-O da sílica amorfa presente na RJSI [4].

A imagem obtida da amostra RJSI por MEV mostrou uma morfologia de agregados de formas esféricas com diferentes diâmetros e tamanhos, as esferas de superfície lisa são comumente de composição silicoaluminosa, enquanto que os glóbulos irregulares podem ser associados à fase de carvão amorfo que sofreu difusão

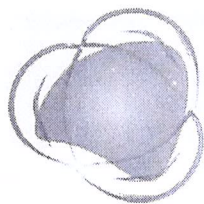
em choque com outras partículas ou resfriamento acelerado. Outra morfologia na forma porosa foi identificada e pode ser relacionada a micro sílica [6].

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados, pode-se concluir que as cinzas fly ash de silício da Amazônia aqui estudados são formados basicamente por quartzo, carbeto de silício (monasseita), cristobalita e silício metálico, tendo composição química predominante de SiO<sub>2</sub>. Fases amorfas de silício foram identificadas por espectroscopia de infravermelho. Os resíduos apresentaram uma morfologia em agregados globulares e micro porosos.

## REFERÊNCIAS

- [1] **Informações sobre a economia mineral brasileira 2015**, IBRAM. Disponível em: < <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005836.pdf> >. Acesso: 23/06/2017.
- [2] BARATA, M.S.; R. S, Angélica; **Caracterização dos resíduos caulíníticos das indústrias de mineração de caulim da Amazônia como matéria-prima para produção de pozolanas de alta reatividade**. Cerâmica 58, n. 345, p.36-42, 2012.
- [3] ABEL, João Luis. **Obtenção do carboneto de silício pela redução carbotérmica da sílica**. USP, São Paulo, 2009. Disponível em: < doi:10.11606/D.85.2009.tde-16112009-133532 >. Acesso: 2017-06-23
- [4] SILVA, Mauro Valério da. **Desenvolvimento de tijolos com incorporação de cinzas de carvão e lodo provenientes de estação de tratamento de água**. USP, São Paulo, 2011. Disponível em: < doi:10.11606/D.85.2011.tde-05032012-143621 >. Acesso: 2017-06-20
- [5] CARVALHO, Terezinha Elizabeth Mendes de. **Adsorção de corantes aniônicos de solução aquosa em cinza leve de carvão e zeólita de cinza leve de carvão**. USP, São Paulo, 2010. Disponível em: < doi:10.11606/D.85.2010.tde-29082011-102142 >. Acesso: 2017-06-10.
- [6] Paes, Tiago Franca, et al. **Silício Poroso: Estudo De Estruturas E Fotoluminescência Para Possíveis Aplicações Em Sensores**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2016.



14º Congresso Nacional de  
**MEIO AMBIENTE**

Poços de Caldas

**26 a 29 SET 2017**

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

**DECLARAÇÃO DE TRABALHO(S) CIENTÍFICO(S) APROVADO(S)**

Poços de Caldas, 24 de agosto de 2017.

A quem possa interessar, declaro que o trabalho científico:

**Título: CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DO SILÍCIO LOCALIZADA NA REGIÃO AMAZÔNICA (PARÁ, BRASIL)**

Autores: Soraya Silva de Oliveira, Bruno Apolo Miranda Figueira, Eryl Mota Cardoso, Patricia da Luz, Oscar Jesus Choque Fernandez.

Foi aprovado para ser apresentado em forma de banner (pôster) no **XIV Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**, que acontecerá entre os dias **26 a 29 de setembro de 2017**, no Espaço Cultural da Urca, em **Poços de Caldas/MG**.

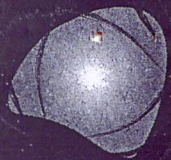
Att.

**Maira Carvalho**

*Coordenadora de Eventos*

R. Prefeito Chagas, 305 sala 308  
CEP 37701-010 Poços de Caldas MG  
Tel (35) 3697 1551  
Fax (35) 3697 1555  
Skype [gsceventos.coordenacaoMSN](https://www.skype.com/name/gsceventos.coordenacaoMSN)  
[coordenacao@gsceventos.com.br](mailto:coordenacao@gsceventos.com.br)  
[www.gsceventos.com.br](http://www.gsceventos.com.br)





XIV Congresso Nacional de  
**MEIO AMBIENTE**  
Poços de Caldas



**POÇOS DE ÁGUAS  
TERMAIS E MINERAIS**  
II Simpósio de Águas Termais,  
Minerais e Naturais de Poços de Caldas

*Viver bem:  
desafio deste milênio*

## CERTIFICADO

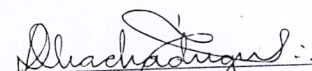
Certificamos que

**SORAYA SILVA DE OLIVEIRA**

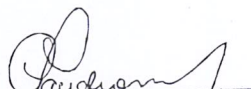
Apresentou o trabalho científico "CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DO SILÍCIO LOCALIZADA NA REGIÃO AMAZÔNICA (PARÁ, BRASIL)", na forma de pôster, no "XIV Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas e II Simpósio de Águas Termais, Minerais e Naturais de Poços de Caldas", realizado no período de 26 a 29 de setembro de 2017, no Espaço Cultural da Urca, Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil.

Autores: Soraya Silva de Oliveira, Bruno Apolo Miranda Figueira, Eryl Mota Cardoso, Patricia da Luz, Oscar Jesus Choque Fernandez

Poços de Caldas, 29 de setembro de 2017



**LUIZ CARLOS MACHADO RODRIGUES**  
Diretor Geral  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Sul de Minas - Campus Muzambinho



**CLAUDIOMIR SILVA SANTOS**  
Presidente Comissão Técnica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Sul de Minas - Campus Muzambinho



**FABRÍCIO DOS SANTOS RITA**  
Comissão Técnica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Sul de Minas - Campus Muzambinho

### REALIZAÇÃO



**APOIO**  
Grupo de Pesquisa Ciências Ambientais  
IFSULDEMINAS - Muzambinho

