

# PELOTIZAÇÃO DE ARGILOMINERAL PARA A APLICAÇÃO COMO ADSORVENTE DE METAIS TÓXICOS

## PELLETIZING OF CLAY MINERAL FOR APPLICATION AS ADSORBENT OF TOXIC MINERALS

### **Giullia Bertrand Marçano**

Aluna de Graduação em Química com Atribuições Tecnológicas  
5º período, UFRJ  
Período PIBIC ou PIBITI/CETEM: Janeiro de 2019 a julho de 2019  
giubertrand99@gmail.com

### **Luiz Carlos Bertolino**

Orientador, Geólogo, D.Sc.  
lcbertolino@cetem.gov.br

### **Karla Mayara Arguelles Simões**

Co-orientadora, Química Industrial, M.Sc.  
ksimoes@cetem.gov.br

## RESUMO

Em virtude da contaminação ambiental por metais potencialmente tóxicos, o processo de adsorção visando a remoção desses poluentes empregando argilominerais tem sido estudado. A palygorskita é um argilomineral que apresenta propriedades adsorptivas devido a sua elevada área superficial e a presença de cargas negativas em suas partículas. Sua elevada disponibilidade e baixo custo contribuem para a sua aplicação no processo de adsorção, mas devido a possibilidade de colmatção do material nos vasos filtrantes, optou-se pela técnica de pelotização para viabilizar a sua aplicação em escala industrial. A pelotização é um dos processos de aglomeração para agregar partículas ultrafinas de minério, de modo que esferas sejam formadas com tamanhos e propriedades adequadas para o uso direto em indústrias. Desta forma, o objetivo do trabalho foi promover o beneficiamento, a caracterização e a pelotização da palygorskita oriunda de Guadalupe/PI por meio de estudos de diferentes aglomerantes. Uma amostra de palygorskita foi beneficiada por: cominuição, moagem a úmido seguida por classificação granulométrica a úmido e separação magnética a úmida. A fração abaixo de 20 µm não magnética foi pelotizada em disco rígido de diâmetro de 35 cm tendo como parâmetros operacionais a velocidade de rotação a 50 r.p.m, o ângulo de inclinação de 45° e o tempo de pelotização de aproximadamente 30 minutos. Os aglomerantes testados foram a cola transparente a base de PVA, a lignina e a cera WAX<sup>®</sup>. A estabilidade estrutural das pelotas formadas foi avaliada mediante ao teste de solubilidade em meio aquoso. Os resultados obtidos até o momento indicam que a lignina e a cola transparente são aglomerantes promissores devido a fatores como homogeneidade, estabilidade em meio aquoso e resistência física. Além disso, testes preliminares de adsorção de Pb<sup>2+</sup> realizados com as pelotas obtidas com a cola transparente demonstraram poder adsorptivo favorável.

**Palavras chave:** palygorskita, aglomerantes, pelotização.

## ABSTRACT

Due to environmental contamination by toxic metals, the adsorption process aiming at the removal of these pollutants using clay minerals has been more studied. Palygorskite is a clayey mineral that exhibits adsorptive properties due to its high surface area and the presence of negative charges on the surface of the material. Its high availability and low cost contribute to

its application in the adsorption process, but due to the possibility of filling the material in the filter vessels, we opted for the pelletizing technique to enable its application on an industrial scale. Pelletizing is one of the agglomeration processes for aggregating ultrafine ore particles so that beads are formed with sizes and properties suitable for direct use in industries. In this way, the objective of the work was to promote the beneficiation, characterization and pelletizing of the Palygorskite from Guadalupe / PI by means of binder studies. A palygorskite sample was submitted to the beneficiation process following the steps of comminution, wet milling, followed by wet granulometric grading and magnetic separation. The fraction below 20  $\mu\text{m}$  nonmagnetic was pelletized on a 35 cm diameter hard disk having as operating parameters the rotational speed at 50 r.p.m, the angle of inclination of 45 ° and the pelletizing time of approximately 30 minutes. The binders tested were the transparent glue based on PVA, lignin and WAX®. The structural stability of the pellets formed was evaluated by the aqueous solubility test. The results obtained so far indicate that lignin and transparent glue are promising binders that need to continue to be evaluated due to factors such as homogeneity, stability in aqueous medium and physical resistance. In addition, preliminary tests of adsorption of Pb<sup>2+</sup> carried out with the pellets obtained with the transparent glue showed favorable adsorptive power.

**Keywords:** palygorskite, binders, pelletizing.

## 1. INTRODUÇÃO

Como consequência do crescimento populacional e das necessidades de consumo, as indústrias cresceram consideravelmente. Por conseguinte, a preocupação ambiental não foi prioridade durante esse desenvolvimento e os resultados acarretaram problemas ambientais em dimensões consideráveis (LEAL, FARIAS e ARAÚJO, 2008). Dessa forma, efluentes contendo metais potencialmente tóxicos, de acordo com os teores, não devem ser descartados na rede pública (AGUIAR, NOVAES, GUARINO, 2002). Entretanto, quando entram em contato com corpos hídricos, geram a necessidade de estudos visando o seu tratamento. A remoção dos metais contaminantes geralmente é realizada por precipitação química, mas devido ao grande volume de lodo gerado e concentrações residuais de metais acima das normas de lançamento vigentes, é necessária a aplicação de um processo complementar para o tratamento, o que eleva o custo. O processo de adsorção têm sido uma das alternativas estudadas no tratamento de águas e de efluentes, porém os custos do carvão ativado, adsorvente comumente utilizado nas indústrias, são relativamente caros, pois envolvem elevado custo operacional com equipamentos, além disso, há a dificuldade de reutilização do material. Neste contexto, existe um crescente interesse na utilização de argilominerais na remoção de metais tóxicos, devido a sua viabilidade técnico-econômica, a possibilidade de reuso e a eficiência no processo de adsorção, que associados à sua disponibilidade abundante os tornam adsorventes de baixo custo (DA SILVA, AMARAL, 2006). A palygorskita, devido a estrutura porosa e elevada capacidade de troca catiônica além de apresentar cargas negativas em sua superfície, é um argilomineral que possui características para ser aplicado como um material adsorativo. Como desvantagem, a sua baixa granulometria (<37 $\mu\text{m}$ ) é um interferente na sua aplicação direta em altas escalas, pois afeta a sua retirada dos corpos hídricos após o processo na etapa de filtração. Neste contexto, estudos sobre o processo de pelotização de palygorskita vem sendo realizados para viabilizar a sua utilização em escala industrial.

## 2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a formação de pelotas de palygorskita por meio da interação com os seguintes aglomerantes: cola transparente à base de PVA, cera WAX® e lignina.

### 3. METODOLOGIA

Visando concentrar a palygorskita, uma amostra bruta de 6 kg, proveniente do município de Guadalupe-PI, foi submetida a cominuição em britador de mandíbulas com aproximadamente 0,4 mm de abertura, posteriormente foi feita uma pilha prismática para a retirada de alíquotas representativas destinadas à moagem em moinho de barras a úmido a 88 r.p.m por 30 minutos, seguida por classificação granulométrica a úmido com um conjunto de peneiras de 212, 150, 106, e 45  $\mu\text{m}$  e separação magnética a úmido no equipamento BOXMAG RAPID em campo de 15 kGauss, o qual gerou uma fração magnética e uma não magnética. A fração não magnética foi submetida a uma nova separação granulométrica com peneira de abertura de 20  $\mu\text{m}$ .

Posteriormente, a caracterização mineralógica da fração abaixo de 20  $\mu\text{m}$  (AP) foi realizada por Difractometria de Raios X (DRX) e a caracterização química em teores de óxidos por meio da técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios X (FRX). A capacidade de troca catiônica (CTC) foi medida segundo o método padrão de titulação com azul de metileno para argilas (ASTM - C837 – 09).

A lignina fornecida pelo Laboratório de Termoanálises e Reologia (LABTeR) da Escola de Química/UFRJ e utilizada como aglomerante precisou de um preparo prévio de moagem em moinho de discos vibratórios modelo RS 200, da marca Retsch por 1 minuto com rotação de 700 r.p.m.

A amostra AP foi pelotizada em disco de diâmetro de 35 cm, tendo como parâmetros operacionais a velocidade de rotação a 50 r.p.m, o ângulo de inclinação de 45° e o tempo de pelotização de aproximadamente 30 minutos. As pelotas produzidas foram dispostas em bandejas para a secagem em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C) por 24h. Após este período, as mesmas foram submetidas a secagem em estufa a 60°C por 24h. Com o intuito de testar os aglomerantes propostos, foram criados 3 sistemas, sendo o primeiro composto por palygorskita:cola transparente (4:1), o segundo por palygorskita:lignina (9:1) e o terceiro por palygorskita:lignina : WAX® (7:1.5:1.5).

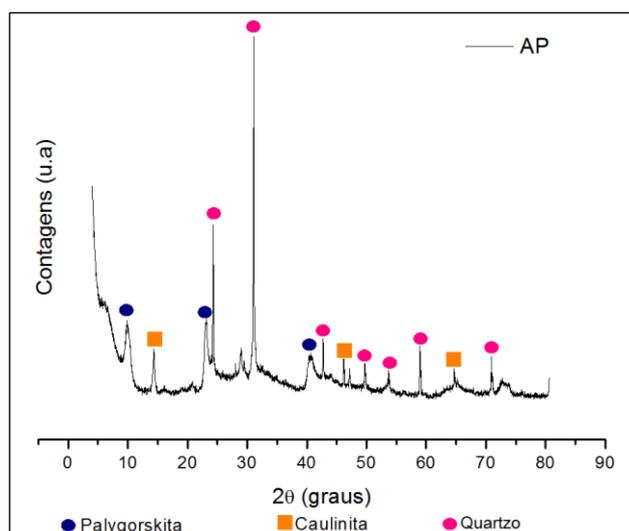
As pelotas formadas foram submetidas ao teste de solubilidade em água e foram observadas no instante em que ocorre o contato com o meio aquoso, as amostras que não sofreram desagregação também foram observadas após o período de 24h.

Após o procedimento de pelotização, as pelotas foram analisadas no microscópio binocular Zeiss Discovery V8 para a melhor visualização da sua forma esférica e verificar a homogeneidade interna e externa do material.

O processo de adsorção em batelada foi feito com 2g das pelotas formadas em uma solução de nitrato de chumbo II ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) com concentração de 131 ppm, em um Erlenmeyer, com capacidade de 250 mL, com 40 mL do efluente sintético para avaliar a eficiência de adsorção. As amostras de pelotas de palygorskita foram submetidas ao contato com o efluente por meio da agitação em mesa agitadora orbital com incubação, marca IKA, modelo KS 4000i control, com rotação de 100 r.p.m a temperatura ambiente por 1 hora. A análise para a quantificação dos íons de  $\text{Pb}^{2+}$  foi feita pelo método de espectrometria de absorção atômica por chama (AA).

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O difratograma representado na Figura 1 permite identificar as fases mineralógicas que compõem a amostra AP. Essa amostra é essencialmente composta por palygorskita ( $\text{Mg,Al}_5\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_2(\text{OH}_2)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), caulinita ( $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ ) e quartzo ( $\text{SiO}_2$ ).



**Figura 1:** Difratoograma de raios X da amostra AP.

A caracterização química da amostra obtida pelos teores de óxidos por meio da FRX está apresentada na Tabela 1. Os resultados corroboraram com os obtidos pela DRX, uma vez que o teor dos principais óxidos ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{MgO}$ ) estão presentes nos minerais contidos na amostra, exceto o ferro que pode estar associado como uma impureza da amostra. O silício possui um teor considerável devido a sua presença tanto na estrutura do argilomineral quanto no quartzo. O potássio ( $\text{K}^+$ ), o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e o sódio ( $\text{Na}^+$ ) funcionam como cátions de compensação da rede da palygorskita e o titânio ( $\text{Ti}^{4+}$ ) seria uma impureza presente (BALTAR et al., 2009).

**Tabela 1:** Composição química da amostra de palygorskita em teores de óxidos (% em peso).

Amostras	Óxidos (% p/p)											
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{TiO}_2$	$\text{MnO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{BaO}$	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	PPC
AP	53,6	16,6	9,2	3,4	1,8	0,17	0,64	0,23	0,12	<0,1	<0,1	14,4

O resultado da CTC foi de 31 meq/100g de amostra. Esse valor está dentro do previsto pela literatura, onde para a palygorskita, a CTC é estimada entre 20 e 50 meq/100 g de amostra (LUZ; ALMEIDA, 2008)

Os resultados da pelotização para sistema 1 foram satisfatórios no que tange ao formato esférico das pelotas formadas, bem como a homogeneidade interna e externa do material. Além disso, esse sistema apresentou estabilidade frente ao meio aquoso, preservando o formato das pelotas, não ocorrendo a desagregação. No teste de adsorção em batelada com as pelotas formadas nesse sistema foi certificado que o aglomerante utilizado não comprometeu as propriedades adsorptivas do material, uma vez que se obteve uma média de 74,16% de adsorção de íons de chumbo.

Já no sistema 2, as pelotas obtidas com este tipo de aglomerante não apresentaram formato esférico satisfatório, no entanto, a resistência física foi favorável. No teste de resistência ao meio aquoso, as pelotas não apresentaram desagregação imediata. Dessa forma, novas proporções devem ser testadas a fim de validar esse sistema composto por palygorskita e lignina.

No sistema 3, apresentaram formato esférico característico, bem como homogeneidade interna e externa. As pelotas desse sistema também demonstraram estabilidade em meio aquoso. A adição de WAX<sup>®</sup> no sistema cooperou com um melhor resultado no formato esférico das pelotas, não obtido anteriormente no sistema 2. Por fim, é importante ressaltar que os sistemas 1 e 3 não sofreram desagregação mesmo após 24h em contato com o meio aquoso.

## 5. CONCLUSÕES

A amostra AP composta por palygorskita, caulinita e quartzo após o beneficiamento onde houve a concentração do argilomineral de interesse pode ser utilizada no processo de pelotização devido a elevada capacidade de troca catiônica do material. Quanto a interação da palygorskita com os aglomerantes propostos, os resultados obtidos foram satisfatórios para os sistemas 1 e 3. Dessa forma, novas proporções precisam ser testadas para o sistema 2.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores Luiz Carlos Bertolino e Karla Arguelles Simões por terem me ensinado o que sei hoje, também agradeço a professora Fernanda Arruda Nogueira pelos conselhos e por toda a ajuda nesse processo, além dos funcionários e técnicos do CETEM. Agradecimentos também ao SCT e DQI/IQ-UFRJ pela infraestrutura para realização de todas as análises químicas e mineralógicas, assim como ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, M.R.M.P, NOVAES, A.C, GUARINO, A.W.S. **Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos.** Química nova, v. 25, n. 6b, 1145-1154, 2002.
- BALTAR, C.A.M., LUZ, A.B., BALTAR, L.M., OLIVEIRA, C.H., BEZERRA, F.J. **Influence of morphology and surface charge on the suit ability of palygorskite as drilling fluid.** Applied Clay Science, v. 42, p. 597-600, 2009.
- DA SILVA, F.R.A.S, AMARAL, S.P. **Utilização de argilominerais na remoção de Pb (II) em tratamento de efluentes.** Xiii SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de novembro de 2006.
- LEAL, G.C.S.G.; FARIAS, M.S.S.; ARAUJO, A.F. O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano. Qualitas revista eletrônica, v. 7, n. 1, 2008.
- LUZ, A.B.; ALMEIDA, S.L.M. Capítulo 10: **Argila – Atapulgita e Sepiolita.**
- Rochas e Minerais Industriais, Usos e Especificações** (editores: Adão B. Luz e Fernando F. Lins, 2º edição), Rio de Janeiro, 2008, p. 225.
- MUNIZ, D.H.F, OLIVEIRA-FILHO, E.C. **Metais pesados provenientes de rejeitos de mineração e seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente.** Universitas: Ciências da saúde, v. 4, n. 1 / 2, p. 83-100, 2006 ISSN: 1678-5398 83.