



Comportamento térmico (TG-DTA) de sais de alumínio e análise morfológica (MEV) e estrutural (DRX) do resíduo final

Mariane Dalpasquale¹ Cristiane Regina Budziak Parabocz² Fauze Jacó Anaissi³

17 maio 2017

Resumo – Sais inorgânicos de alumínio como cloreto, nitrato e sulfato possuem aplicações semelhantes em diversas sínteses, porém suas características químicas e físicas podem ser bastante diferenciadas, influenciando diretamente na formação de um produto final: óxido ou hidróxido de alumínio. Assim, avaliamos o comportamento térmico a partir de curvas de análise termogravimétrica (TG/DTA) de três sais de alumínio, bem como avaliamos o comportamento morfológico e estrutural dos resíduos dos sais obtidos após análise térmica (1200 °C), utilizando as técnicas de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e Difração de Raios X (DRX). Os precursores apresentaram comportamento térmico diferente, sendo que a forma sulfato requereu maior temperatura de queima para levar a formação de Al_2O_3 . A morfologia dos resíduos dos sais analisados mostrou diferenças importantes e a análise deles por difração de Raios X evidenciou a formação da fase estável $\alpha-Al_2O_3$.

Palavras-chave: Cloreto. Nitrato. Resíduo. Sulfato.

1. INTRODUÇÃO

Os sais de alumínio (cloreto - $[AlCl_3 \cdot 6H_2O]$, nitrato - $[Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O]$ e sulfato - $[Al_2(SO_4)_3 \cdot (14-18)H_2O]$) são importantes precursores utilizados na preparação de novos compostos como hidróxidos ou óxidos de alumínio que têm como principais aplicações: catálise, suporte catalítico, material adsorvente e cerâmica estrutural (PACEWSKA E KESHR, 2002; PINES E HAAG, 1960).

Nesse contexto, o cloreto de alumínio hexahidratado

tem sido empregado em sínteses principalmente para a obtenção de catalisadores, conforme exposto por Liao et al. (2014), que preparou catalisadores a partir do cloreto de alumínio e sílica gel, Peng, Gao e Chen (2015) afirmou ser esse um catalisador simples, barato, de baixo custo e eficiente.

O nitrato de alumínio nonahidratado vem sendo largamente utilizado em sínteses buscando suprir limitações de materiais convencionais através das infinitas possibilidades de combinação de precursores como citam respectivamente, Zhang et al. (2014) que

¹ ane_dalpasquale@hotmail.com, Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.

² cristianerb@utfpr.edu.br, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Paraná, Brasil.

³ fjanaissi@gmail.com, Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.



utilizou a síntese hidrotérmica para obter ao final um material poroso com aplicações em catálise, troca iônica e adsorção e Wang et al. (2007) que através do método sol-gel obteve nanofibras de alumina partindo apenas de dois reagentes: um orgânico e outro inorgânico, que tem importância na área de óxidos nanoestruturados.

Enquanto que, o sulfato de alumínio como argumenta Lo Monaco et al. (2010) é o coagulante químico mais utilizado no Brasil para o tratamento de águas de abastecimento público sendo esse tema de grande importância atual, abordado em diversos trabalhos. No estudo de Paula, Ilha e Andrade (2014) é proposto, por exemplo, a preparação de uma mistura entre um coagulante químico ($Al_2(SO_4)_3$) e um coagulante natural (presente na Moringa oleifera) para tratamento de água, obtendo resultados satisfatórios.

É importante ressaltar que embora os precursores apresentem aplicações semelhantes, suas características químicas e físicas podem ser bastante diferenciadas e ao final de um processo (após uma reação ou um tratamento térmico) embora o objetivo final seja formar o mesmo material como, por exemplo, o hidróxido ou óxido de alumínio, o comportamento térmico, morfológico, espectroscópico, etc., pode ser bastante distinto, tendo influência direta de seus precursores, pois as propriedades gerais (elétrica, mecânica e química) de um composto, dependem da pureza e composição dos reagentes (LIMA E BERTAN, 1998).

Pelo exposto, nesse trabalho será apresentado o estudo do comportamento térmico (TG/DTA) dos sais de alumínio e análise morfológica (MEV) e estrutural (DRX) do resíduo final da decomposição térmica desses sais. Este estudo tem como intuito compreender o comportamento de precursores utilizados em sínteses de hidróxidos – óxidos de alumínio, etapa importante para adquirir conhecimento da química de coordenação de sais de alumínio, entender o comportamento de materiais formados a partir desses precursores, visando melhorar suas aplicações e entender suas propriedades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os sais: cloreto de alumínio hexahidratado [$AlCl_3 \cdot 6H_2O$] (P.M.: 241,43 g/mol), nitrato de alumínio nonahidratado – [$Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$] (P.M.: 375,13 g/mol) e sulfato de alumínio (14-18) hidratado – [$Al_2(SO_4)_3 \cdot (14-18)H_2O$] (P.M.: 594,36-666,42 g/mol), adquiridos da VETEC e utilizados conforme especificação, ou seja, sem nenhum tratamento prévio da amostra.

Os sais foram analisados por Análise Térmica (TG/DTA), no equipamento da marca Seiko, modelo 6300, operando na faixa de aquecimento de 30 °C – 1200 °C, na rampa de aquecimento de 10 °C/min, com suporte de amostras de platina, em atmosfera dinâmica de ar sintético com fluxo de 200 mL/min. Os resíduos finais da análise térmica foram caracterizados por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) em um microscópio modelo TM 3000, da marca Hitachi e por Difractometria de Raios X, onde os difratogramas de raios X foram obtidos em um difratômetro de raios X, modelo MiniFlex da Rigaku, que utiliza cátodo de cobre com emissão $K\alpha$ do cobre ($\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$), potência de 40 kv e corrente de 15 mA. Os dados foram coletados de 5 a 75° 2 θ , passo de varredura de 0,2 °/s. As fichas catalográficas utilizadas foram do banco de dados ICDD (International Center of Diffraction Data).

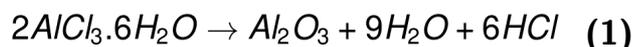
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 (a) mostra as curvas térmicas (TG/DTA) para o cloreto de alumínio hexahidratado. Entre 106 °C e 320 °C ocorreu perda de massa relacionada com a saída de águas de hidratação e decomposição do cloreto, aproximadamente 75 % do material foi decomposto em uma única etapa (evento endotérmico) segundo a curva DTA. Acima da temperatura de 320 °C, um único evento (exotérmico) ocorreu em aproximadamente 860 °C e está relacionado com transformações de fase do óxido formado, levando a formação de fases mais estáveis. Porém segundo Miller e McSweeney (1983) a primeira etapa de decomposição deveria ocorrer entre 200 °C -



400 °C, com um percentual de decomposição entre 90 % - 95 %, fato que não foi observado nesse trabalho, mas de acordo com Hartman, Trnka e Solcová (2005) a reação de decomposição do cloreto de alumínio hexahidratado se inicia em 90 °C, a partir de 150 °C a decomposição é considerada mais rápida do ponto de vista de perda de massa, cessando essa primeira etapa próximo a 350 °C, este fato foi observado na curva TG (Figura 1 (a)).

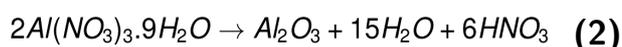
Ainda segundo, Hartman, Trnka e Solcová (2005) a decomposição do cloreto de alumínio hexahidratado ocorre em mais de uma etapa, ou seja, não é direta, porém a decomposição exata desse material ainda não é totalmente compreendida e estima-se que na primeira etapa de decomposição, que se inicia em torno de 100 °C, ocorra a formação de $Al_2(OH)_4Cl_2 \cdot H_2O$ ou $Al_2O_3 \cdot 2HCl \cdot 2H_2O$. Para efeitos de comparação com os outros precursores inorgânicos, escolheu-se o padrão de decomposição realizado em uma etapa apenas, conforme é evidenciado por Miller e McSweeney (1983) O padrão de decomposição do cloreto de alumínio hexahidratado é mostrado na Equação 1.



A Figura 1 (b) apresenta as curvas térmicas para o nitrato de alumínio nonahidratado. Entre 70 °C - 250 °C dois eventos de perda de massa relativos à saída de águas de hidratação e decomposição do grupo nitrato (PACEWSKA, KESHR, 2002) podem ser evidenciados na curva DTA, caracterizados como dois eventos endotérmicos (máximos em 83 °C e 143 °C). Especificamente o evento com máximo em 83 °C na curva DTA está relacionado com perda de massa devido à dessorção de água de hidratação e o máximo em 143 °C na curva DTA representa a remoção de água e ácido com formação de estruturas oligoméricas, conforme cita Myronyuk et al. (2016). Nessa etapa aproximadamente 75% do material foi decomposto. O pequeno evento observado na curva DTG em torno de 200 °C é devido à remoção de HNO_3 (MYRONYUK et al., 2016).

Segundo Adams e Romans (1987) quando o nitrato de alumínio nonahidratado é decomposto até 500 °C, grandes quantidades de H_2O e HNO_3 são liberadas, embora o nitrogênio seja liberado predominantemente como HNO_3 , pequenas quantidades de NO_2 , NO e N_2O também estão envolvidas nessa reação de decomposição.

Até 200 °C aproximadamente 70% do material foi decomposto e até próximo de 500 °C, 85% do sal inorgânico sofreu decomposição, adquirindo estabilidade térmica a partir dessa temperatura. Acima de 800 °C podem ocorrer dois processos exotérmicos (886 °C e 1088 °C) relacionados às transições de fases relacionadas aos polimorfos da alumina. Segundo Myronyuk et al. (2016), a decomposição do nitrato de alumínio nonahidratado envolve quatro fases (1 – $Al(NO_3)(OH)2.5 H_2O$ (150 °C – 180 °C); 2 – $Al(NO_3)(OH)_2$, $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$, $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$, $Al_2O_3 \cdot H_2O$ (200 °C – 250 °C); 3 – $Al_2O_3 \cdot H_2O$ (350 °C- 450 °C); 4 – Al_2O_3) até a formação do polimorfo α - Al_2O_3 . A proposta de decomposição em apenas uma etapa do nitrato de alumínio nonahidratado é mostrada na Equação 2.



Para as curvas termogravimétricas do sulfato de alumínio mostrado na Figura 1 (c), entre 68 °C e 133 °C existem dois eventos relacionados à desidratação do material, sendo o primeiro referente à saída de águas de cristalização e o segundo a desidratação completa do sal, seguidos por dois eventos endotérmicos na curva DTA (69 °C e 134 °C), nessa etapa aproximadamente 30% do material foi decomposto.

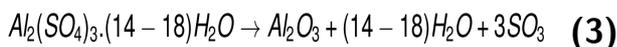
A partir de 133 °C continua o processo de desidratação do sal, evidenciado por um evento na curva DTG relacionado a esse fenômeno (355 °C), com o correspondente evento endotérmico na curva DTA em 349 °C. O último evento de perda de massa ocorreu após 800 °C estando relacionado à saída do grupo sulfato do sal.

De maneira resumida, a decomposição do sulfato de



alumínio (14-18) hidratado envolve quatro eventos principais de perda de massa e todos são endotérmicos segundo a curva DTA (69 °C, 134 °C, 349 °C e 815 °C), fato evidenciado também no trabalho de Çilgi e Cetisli (2009). Segundo os autores, os dois primeiros eventos de decomposição estão relacionados com a desidratação do material (Etapa 1 – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$; Etapa 2 – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 10\text{H}_2\text{O}$) e o terceiro evento, a partir de 350 °C pode ser resumido em uma etapa com a eliminação sucessiva de moléculas de água: Etapa 1: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$.

A forma anidra ocorre a partir de 700 °C e corresponde a última etapa de decomposição, levando a formação do óxido de alumínio: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3$. As informações contidas nas especificações do fornecedor, como reagente P.A., indicam que a quantidade água presente no composto está entre 14 e 18 moléculas, por isso o padrão de decomposição para esse material é estimado pela Equação 3, considerando essa informação.



Foram estimadas teoricamente as perdas de massa para cada sal de alumínio, considerando em todos os casos a formação do resíduo Al_2O_3 . O sal cloreto [$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$] apresentou um percentual teórico de quantidade de água de 44,7%; para o sal nitrato [$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$] o percentual encontrado foi de 43,2% de água; e para o sal sulfato [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (14-18)\text{H}_2\text{O}$] o percentual encontrado foi de 45,0% de água. Esses percentuais correspondem aos primeiros eventos de perda de massa dos sais de alumínio (curvas TG/DTA). Os valores obtidos teoricamente podem ser comparados com os valores experimentais de perda de massa, a partir das curvas termogravimétricas. Os percentuais estimados experimentalmente foram de 41,3% para o sal cloreto, 44,2% para o sal nitrato, e 45,6% para o sal sulfato. As pequenas discrepâncias entre os valores teóricos e experimentais são atribuídas a erros de cálculo e/ou

absorção de água do ambiente.

Teoricamente para $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ocorreu a formação de resíduo com 21,1% em massa, portanto a possível saída de 34,2% de Cl_2 . Para $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ o resíduo formado possui massa de 13,6% e 43,2% representa a saída de dióxido de nitrogênio (NO_2).

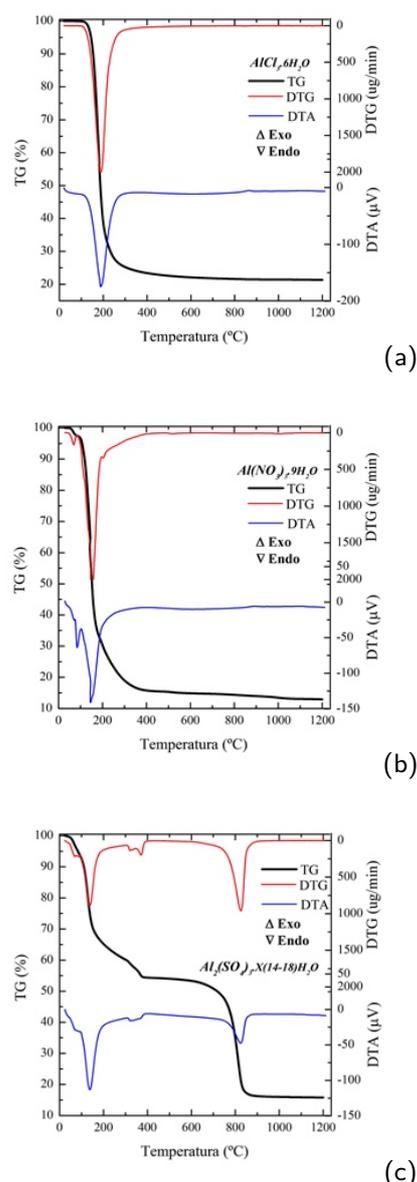


Figura 1 – Curvas Termogravimétricas a) $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; b) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ e c) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (14-18)\text{H}_2\text{O}$

Para o sal $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (14-18)\text{H}_2\text{O}$ o resíduo final formado, teoricamente, foi de 16,2% e a saída de trióxido de enxofre (SO_3) foi de 38,1%. Os valores



obtidos experimentalmente variaram em todos os casos, comparado aos valores teóricos: para sal cloreto o resíduo final obtido (Al_2O_3) foi de 21,3% e 34,7% de Cl_2 . Para sal nitrato o resíduo formado teve massa de 13,1% e 42,7% correspondendo à perda de massa de dióxido de nitrogênio. Para sal sulfato, a massa obtida de resíduo foi de 15,8% e 31,1% atribuída à saída de massa de trióxido de enxofre.

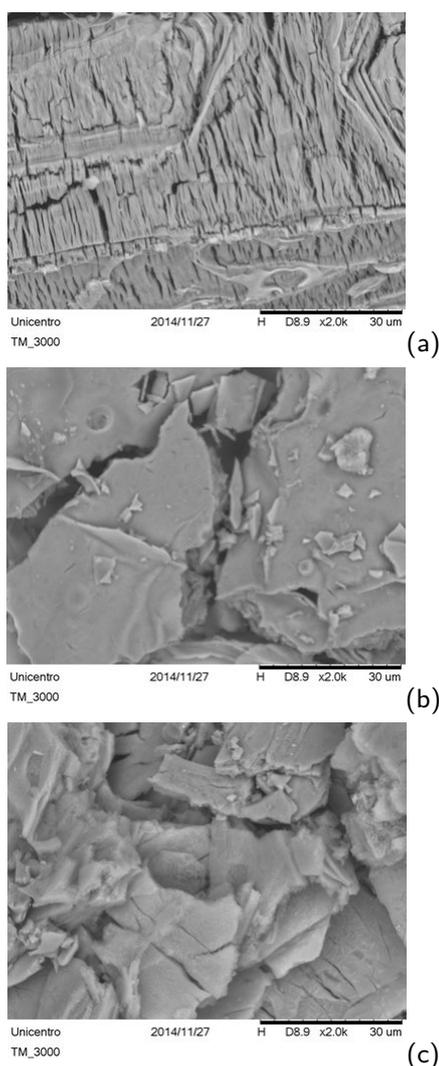


Figura 2 – Imagens de MEV do resíduo de a) $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; b) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ e c) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (14-18)\text{H}_2\text{O}$

A partir das curvas termogravimétricas do sal $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (14-18)\text{H}_2\text{O}$, foi possível calcular a quantidade em mols de água presente, pois de acordo com a ficha de informações do fornecedor, esse valor pode variar de 14 a 18 águas. Os cálculos foram realizados considerando a massa inicial de 11,08 mg e

o percentual experimental de 45,0%, apresentado anteriormente, correspondendo a saída de água. Através desses valores e conforme Equação 3, estimou-se um valor aproximado de 15,5 mols.

Na Figura 2 são apresentadas as imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura dos produtos finais da decomposição dos sais de alumínio, obtidos após o tratamento térmico (TG/DTA) a 1200 °C, formando ao final do processo óxido de alumínio ou alumina (Al_2O_3). Embora o material formado após o tratamento térmico seja o mesmo, é possível constatar que a morfologia deles é diferente, evidenciando que partindo de precursores diferentes é possível chegar em materiais com morfologia diferenciada.

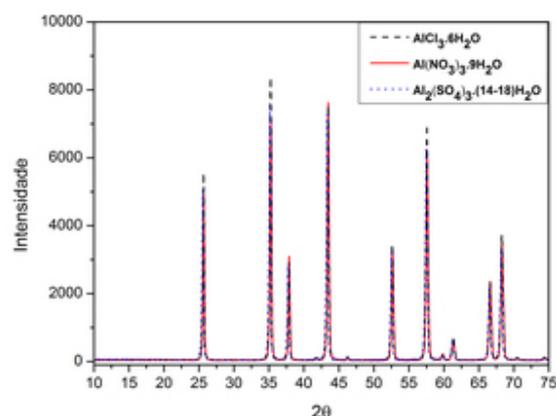


Figura 3 – Difratoformas de Raios X dos resíduos de $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ e $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (14-18)\text{H}_2\text{O}$ obtidos a 1200 °C

A Figura 3 mostra os difratogramas de Raios X dos produtos finais da decomposição dos precursores inorgânicos de alumínio (tratamento térmico a 1200 °C – TG/DTA). De acordo com os difratogramas, para todos os sais inorgânicos, após tratamento térmico a 1200 °C, os materiais formados possuem comportamento estrutural organizado e, portanto são todos cristalinos, em todos os casos ocorreu à formação da fase estável $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, segundo as cartas cristalográficas encontradas: 1) cloreto de alumínio nonahidratado: PDF 01-075-0783 e PDF 01-071-1125; 2) nitrato de alumínio nonahidratado: PDF 01-075-0783 e 3) sulfato de alumínio (14-18) hidratado: PDF 01-080-0786.

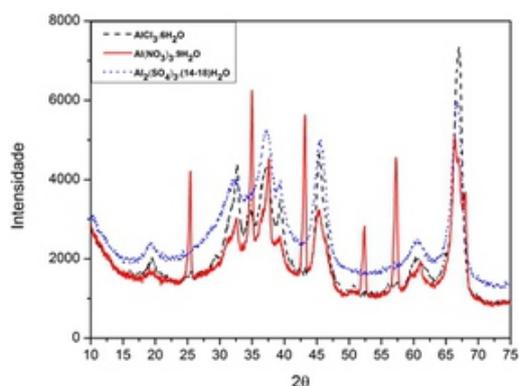


Figura 4 – Difratoformas de Raios X dos resíduos de $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ e $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (14-18)\text{H}_2\text{O}$ obtidos a 1000 °C

Com o intuito de verificar a formação da fase estável em menores temperaturas, foram realizados testes com os sais inorgânicos de alumínio, passando por tratamento térmico a 1000 °C. Os difratogramas desse teste são apresentados na Figura 4 e não indicaram em nenhum dos casos a formação da fase estável denominada “corundum” ou α -alumina. No caso do material obtido a partir do nitrato de alumínio nonahidratado, na temperatura de 1000 °C houve a formação de uma mistura de fases (α , δ e γ) segundo as cartas cristalográficas encontradas (PDF 00-011-0661; PDF 00-046-1131 e PDF 01-080-0956). Para os materiais obtidos a partir do cloreto de alumínio hexahidratado e do sulfato de alumínio (14-

18) hidrato, foram identificadas as fases δ (PDF 00-046-1131) e δ/γ (PDF 00-046-1131 e PDF 00-048-0367) respectivamente. Segundo Brand, Troschke e Weigelt (1989) esse resultado já era esperado, pois a formação da fase estável α - Al_2O_3 ocorre em temperaturas superiores a 1000 °C.

4. CONCLUSÕES

Os sais inorgânicos de alumínio analisados possuem comportamento térmico (TG/DTA) diferenciado. Foi possível constatar que o sal na forma de sulfato necessita maior temperatura de queima para a eliminação de voláteis, como SO_2 , para levar a formação de óxido de alumínio. Analisando a morfologia dos resíduos formados constatou-se que elas diferem entre si, embora o produto seja o mesmo, fato evidenciado pelos dados de Difração de Raios X que indicaram a formação da fase estável α - Al_2O_3 em todos os casos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e Fundação Araucária pelo suporte financeiro e a Central de Análises da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco pelo auxílio nas medidas de Difração de Raios X.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, A.; ROMANS, P. A. **Analytical methods for determining products from thermal decomposition of aluminum nitrate nonahydrate**. Series: United States Department of the Interior, Bureau of Mines, 1987.
- BRAND, P.; TROSCHKE, R.; WEIGELT, H. Formation of $\alpha\text{Al}_2\text{O}_3$ by thermal decomposition of basic aluminium chlorides at low temperatures. **Crystal Research and Technology**, v. 24, p. 671-675, 1989.
- ÇILGI, G. K.; CETISLI, H. Thermal decomposition kinetics of aluminum sulfate hydrate. **Journal Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 98, p. 855-861, 2009.
- EUGENE MILLER. Gerald B. McSweeney. **Thermal decomposition of aluminum chloride hexahydrate**. Int Cl C01F7/30. USA US 06/376,066. 7 may. 1982, 6 sept. 1983. United States Patent, Washington.
- HARTMAN, M.; TRNKA, O.; SOLCOVÁ, O. Thermal decomposition of aluminum chloride hexahydrate. **Industrial & Engineering Chemistry**, v. 44, p. 6591-6598, 2005.
- LIAO, J.; BAO, L.; WANG, W.; XIE, Y.; CHANG, J.; BAO, W.; CHANG, L. Preparation of AlCl_3 /silica gel catalyst for simultaneously removing thiophene and olefins from coking benzene by inclosed grafting method. **Fuel Processing Technology**, v. 117, p. 38-43, 2014.
- LIMA, P. T. de; BERTRAN, C. A. Rotas de síntese e a homogeneidade dos precursores de mullita e cordierita. **Química Nova**, v. 21, n.5, p. 608-613, 1998.
- LO MONACO, P. A. V.; DE MATOS, A. T.; RIBEIRO, I. C. A.; NASCIMENTO, F. da S.; SARMENTO, A. P. Use of extract of moringa seeds as coagulant agent in treatment of water supply and waste water. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of**



Applied Science, v. 5, p. 222-231, 2010.

MYRONYUK, I. F.; MANDZYUK, V. I.; SACHKO, V. M.; GUNIKO, V. M. Structural and morphological features of disperse alumina synthesized using aluminum nitrate nonahydrate. **Nanoscale Research Letters**, v. 11, p.2-8, 2016.

PACEWSKA, B.; KESHR, M. Thermal transformations of aluminium nitrate hydrate. **Thermochimica Acta**, v. 385, p. 73-80, 2002.

PAULA, H. M. de; ILHA, M. S. de O.; ANDRADE, L. S. Concrete plant wastewater treatment process by coagulation combining aluminum sulfate and Moringa oleífera powder. **Journal of Cleaner Production**, v. 76, p. 125-130, 2014.

PENG, L.; GAO, X.; CHEN, K. Catalytic upgrading of renewable furfuryl alcohol to alkyl levulinate using $AlCl_3$ as a facile, efficient, and reusable catalyst. **Fuel**, v.160, p.123-131, 2015.

PINES, H.; HAAG, W. O. Alumina: catalyst and support. I. Alumina, its intrinsic acidity and catalytic activity. **Journal of the American Chemical Society**, v. 82, n. 10, p. 2471-2483, 1960.

WANG, J.; WANG, Y.; QIAO, M.; XIE, S.; FAN, K. A novel sol-gel synthetic route to alumina nanofibers via aluminum nitrate and hexamethylenetetramine. **Materials Letters**, v. 61, p. 5074-5077, 2007.

ZHANG, L.; SHI, X.; LIU, S.; PAREEK, V. K.; LIU, J. Organic-inorganic hybrid hierarchical aluminum phenylphosphonate microspheres. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 427, p. 35-41, 2014.



Thermal behavior (TG-DTG) of aluminum salts and morphological (SEM) and structural analysis (XRD) of the final residue

Mariane Dalpasquale⁴ Cristiane Regina Budziak Parabocz⁵ Fauze Jacó Anaissi⁶

17 maio 2017

Abstract – Inorganic salts such as aluminum chloride, nitrate and sulfate have similar applications in various syntheses, but their chemical and physical properties may be quite different, directly influencing the formation of a final product: oxide or aluminum hydroxide. Thus, we evaluated the thermal behavior from thermogravimetric analysis curves (TG/DTA) of three aluminum salts, as well as evaluating the morphological and structural behavior of residues of the salts obtained after thermal analysis (1200 °C) using the techniques microscopy scanning electron (SEM) and X-ray diffraction (XRD). The precursors showed different thermal behavior, while the shape sulfate required higher firing temperature to lead to the formation of Al₂O₃. The morphology of the residues of the salts examined showed significant differences and X-ray diffraction analysis revealed stable phase α -Al₂O₃ formation.

Keywords: Chloride. Nitrate. Residue. Sulfate.

Correspondência:

Mariane Dalpasquale

Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – CEP 85040-080 – Guarapuava – PR - Brasil

Recebido: 28/10/2016

Aprovado: 17/05/2017

Como citar: DALPASQUALE, Mariane; PARABOCZ, Cristiane Regina Budziak; ANAISSI, Fauze Jacó. (NBR 6023) Comportamento térmico (TG-DTA) de sais de alumínio e análise morfológica (MEV) e estrutural (DRX) do resíduo final. *Syn. scy. UTFPR*, Pato Branco, v. 12, n. 1, p. 30–37. 2017. ISSN 2316-4689 (Eletrônico). Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/synscy>>. Acesso em: DD mmm. AAAA.

DOI: "registro apenas quando a revista for depositada no portal do PERI"

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença **Creative Commons** Atribuição 4.0 Internacional.

⁴ ane_dalpasquale@hotmail.com, Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.

⁵ cristianerb@utfpr.edu.br, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Paraná, Brasil.

⁶ fjanaissi@gmail.com, Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.