

RECICLAGEM DE RESÍDUO GALVÂNICO PARA APLICAÇÃO NA TÉCNICA DE ASPERSÃO TÉRMICA

**IEPSEN, Tiago Guilherme¹; GONÇALVES, Margarete Regina Freitas¹;
PAGANOTTO, Gian F. R¹; NOREMBERG, Bruno da Silveira¹; BERGMANN, Carlos
Pérez²**

¹ Universidade Federal de Pelotas, CDtec-Curso De Engenharia de Materiais

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul

tiagoiepsen@bol.com.br

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento científico e tecnológico gera inúmeras facilidades e possibilidades diferentes para a população de um modo geral, porém é evidente que na atualidade um dos maiores problemas da indústria é a quantidade de lixo e resíduos gerados nos processos industriais, onde o meio ambiente é afetado de forma direta. Os resíduos sólidos industriais são gerados como lodo proveniente das estações de tratamento de efluentes ou como subproduto de processos industriais. Segundo a legislação brasileira (NBR 10004) os resíduos são classificados da seguinte maneira: Classe I, correspondendo aos resíduos perigosos, Classe II onde se encontram resíduos não inertes, e Classe III para resíduos inertes, sendo estas classificações realizadas pelos testes de lixiviação^(1,2) (processo de extração de uma substância presente em componentes sólidos através da sua dissolução num líquido).

Os resíduos sólidos perigosos geram riscos à saúde pública por apresentarem propriedades como toxicidade e inflamabilidade. Visando a redução de impactos ambientais, uma alternativa é a reciclagem destes resíduos, devendo ser analisada sua aplicabilidade para que atenda a relação de valores agregados ao comprometimento da legislação ambiental.⁽³⁾

Os resíduos oriundos de indústrias de galvanoplastia, em geral, são classificados como classe I, por apresentarem metais pesados.⁽⁴⁾

A galvanoplastia é uma técnica de tratamento de superfície que consiste na transferência de íons metálicos de um eletrólito para outra superfície. O eletrólito pode ser uma superfície sólida ou um meio líquido e a superfície que sofrerá eletrodeposição pode ser metálica ou não. As etapas da galvanoplastia são: polimento, desengraxe, decapagem e, finalmente, eletrodeposição. As três primeiras etapas são referentes ao tratamento da peça a ser revestida. Os efluentes deste processo são normalmente tratados através de precipitação seguida de decantação, formando lodo.

Os resíduos oriundos de indústrias de galvanoplastia, em geral, são classificados como classe I, por apresentarem metais pesados.

Atualmente existe a técnica de aspersão térmica para tratamento superficial, porém a questão financeira para utilização desta em relação à galvanoplastia torna-se inviável para uma gama de materiais devido ao valor agregado no produto final, o que gera preferência pela utilização do último. A aspersão térmica é uma técnica de revestimento que consiste, basicamente, na deposição por jato de partículas que são aquecidas e aceleradas contra o material a ser revestido (substrato)⁽⁵⁾. O

diferencial do processo de aspersão para os galvânicos está na vasta linha de materiais que podem ser usados como produto de aspersão, a baixa geração de resíduos e a obtenção de revestimentos iguais ou melhores.

Assim, o objetivo deste trabalho é caracterizar o resíduo sólido, oriundo do lodo da galvanoplastia proveniente de uma empresa de revestimentos metálicos, para futura utilização na área da aspersão térmica.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

O lodo utilizado neste trabalho é proveniente de uma empresa de eletrodeposição, já em estado final para o descarte (prensado) seguindo as normas ambientais para armazenamento. Este lodo é composto por diversos elementos químicos e apresenta água em abundância. A seguir serão apresentadas as etapas de preparação do lodo:

- Primeira etapa: preparação e obtenção do pó
 - 1) Secagem: O lodo foi seco em estufa à temperatura de 100°C durante 4 horas.
 - 2) Moagem: O resíduo foi moído de forma manual utilizando grahl e pistilo.
 - 3) Peneiramento: em sequência foram utilizadas as peneiras mesh (#) 32, 35, 42 e 48, para obter-se um pó com granulometria igual ou menor que obtido pela peneira mesh 48
 - 4) Pré calcinação: O resíduo foi pré calcinado em mufla à temperatura de 300°C.
 - 5) Calcinação: Em forno tubular o resíduo foi levado a temperatura de 1000°C em atmosfera inerte de nitrogênio, com taxa de aquecimento de 10°C/min; ao atingir a temperatura de 1000°C, o resíduo permaneceu no forno durante duas horas. Após este processo o lodo segue em resfriamento lento ainda em atmosfera de hidrogênio para em seguida ser removido do forno já em temperatura ambiente. Em seguida é moído novamente para separação de aglomerados e caracterizado.

- Segunda etapa: caracterização
 - 1) Energia dispersiva de raios-x: Esta análise consiste na incidência de energia na amostra fazendo com que a mesma irradie, ou seja, libere uma quantidade de energia a qual é característica de um determinado elemento ou composto químico. O equipamento utilizado foi um shimadzu EDX-720.
 - 2) Difração por raios X (DRX): Nesta análise obtêm-se os dados do arranjo estrutural dos átomos, a mesma baseia-se na interação de ondas de raios X com os átomos do material a ser analisado. Onde esta interação só ocorra devido ao comprimento de onda dos raios X, serem aproximadamente igual ao tamanho dos átomos, tendo em vista o conhecimento da fonte geradora de raios X. Foi utilizado o difratômetro da shimadzu XRD- 6000 com fonte de cobre ($\lambda = 0,154$ nm).
 - 3) Microscopia eletrônica de varredura: Esta análise tem como objetivo determinar a forma e o tamanho das partículas do pó obtido através do resíduo utilizado após os processos de secagem, moagem, pré-calcinação e calcinação; depois a análise será repetida já com o resíduo calcinado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das análises de fluorescência por energia dispersiva, podemos verificar a presença de óxidos presentes no resíduo proveniente do processo de galvanoplastia. A análise realizada possui caráter qualitativo e quantitativo e o equipamento é restrito a uma faixa de elementos, é importante ressaltar que a presença de carbono não é detectada por esta análise, (Tab.1).

Outra análise realizada no logo galvânico foi a difração de raios-x, onde o gráfico gerado pela mesma (Fig.1) demonstra a presença de picos referentes à estrutura cristalina da hematita (Fe₂O₃) e do óxido de zinco, segundo o JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standards). O resultado obtido é característico de uma estrutura amorfa, porém contendo algumas fases cristalinas, as quais são referentes as acima citadas. O grau de cristalinidade do resíduo apresentou-se inferior a 20%, sendo a análise referente ao resíduo sólido seco, sem o processo de pré-calcinação e calcinação.

Também foi realizada a análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) com o objetivo de identificar o tamanho e forma das partículas do resíduo, verificando se as mesmas apresentam as características adequadas para futuros testes de aspersão térmica. As características da forma e tamanho da partícula são apresentadas abaixo (Fig.2).

A coloração do resíduo antes do processo de calcinação apresenta a cor marrom-avermelhada, característica da hematita, considerando os resultados até aqui obtidos coerentes.

Composto	Resultado (%)	Desvio padrão	Linha de energia
Fe ₂ O ₃	67,905	0,056	FeKa
ZnO	14,247	0,027	ZnKa
CaO	5,288	0,018	CaKa
SiO ₂	3,658	0,038	SiKa
Al ₂ O ₃	2,210	0,061	AlKa
P ₂ O ₅	1,811	0,022	PKa
TiO ₂	1,373	0,013	TiKa
Cr ₂ O ₃	1,301	0,009	CrKa
SO ₃	1,201	0,013	SKa
Outros	1,007	0,007	Ka

Tabela 1- Resultado quantitativo da análise de fluorescência

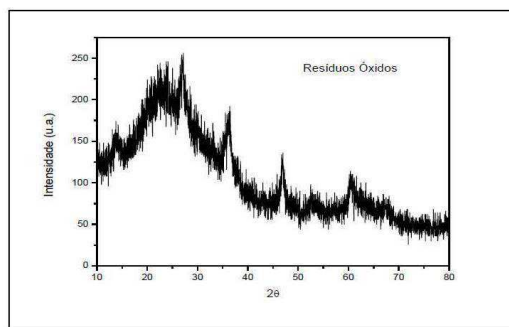


Figura 1- Resultado da análise por difração de raios-x

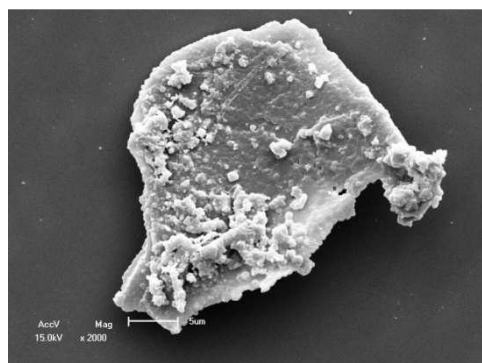


Figura 2-Análise de microscopia eletrônica de varredura

4 CONCLUSÃO

Através das análises realizadas foi possível identificar os elementos e compostos químicos, assim como o arranjo da estrutura atômica do resíduo sólido seco obtido a partir do lodo. Com isso, pode-se prever a utilização deste resíduo na composição da matéria-prima utilizada como produto em forma de pó para aplicação na técnica de aspersão térmica, tendo em vista todos os quesitos necessários para formação do mesmo. A presença do ferro e zinco no resíduo oferece-lhe expectativas quanto sua reutilização, com aplicabilidade como produto na área de aspersão térmica. É importante ressaltar que o projeto ainda está em fase de desenvolvimento e estão sendo realizados tratamentos térmicos no resíduo tendo como objetivo a formação de carbetos, principalmente carbetos de ferro, onde serão realizadas misturas com outros componentes químicos com a finalidade de se obter o pó final. Este pó (final) será utilizado para revestimento sendo caracterizado segundo suas propriedades em relação ao substrato e as características em função do processo de aspersão.

5 REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR10004. Resíduos sólidos: Classificação. São Paulo, 1987.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR10005. Lixiviação de Resíduos: Procedimento. São Paulo, 1987.
3. BRAGA, Benedito. **Introdução à Engenharia Ambiental** - São Paulo: Pearson Prentice hall, 2005
4. MILANEZ, Kênia Warmling. **Incorporação de resíduo de galvanoplastia na produção de pigmentos inorgânicos**. 2003. Dissertação (Mestrado em engenharia química) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, fevereiro de 2003.
5. TAKIMI, Antonio Shigueaki. **Obtenção de super ligas NiCrAlY nanoestruturadas por moagem de alta energia e sua aplicação por aspersão térmica hipersônica (HOVF)**. 2004. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia dos materiais)- Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, março de 2004.