



CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE LUVAS EXOTÉRMICAS UTILIZADAS COMO ISOLANTES TÉRMICOS EM PROCESSOS DE FUNDIÇÃO¹

Carlos Alberto Mendes Moraes²

Thiago Soares Zezzi³

Rodrigo Brau Verez⁴

Luisa Simon, e-mail⁵

Daiane Calheiro⁶

Amanda Gonçalves Kieling⁷

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados obtidos na caracterização físico-química de um dos resíduos sólidos gerados hoje em fundições, as luvas exotérmicas. Aplicadas em alguns processos de fundição como isolantes térmicos dos moldes, quando há o objetivo de prolongar o período em que o metal permanecerá em seu estado fundido, podem se tornar um problema quando o assunto é descarte, pois sua composição, em geral mantida sob sigilo por seus fabricantes, dificulta um destino correto ou uma possível reutilização desses resíduos sólidos para outras finalidades. Esta situação está relacionada pela grande quantidade de materiais, alguns resíduos sólidos, que compõem a formulação da luva, e podem tanto interferir no processo de fabricação de fundidos via moldes em areia, caso não sejam devidamente balanceados e em especial seu descarte correto. A caracterização físico-química de luva exotérmica mostrou a presença de cinza de casca de arroz, carepa de ferro, alumínio, borra de alumínio, fibras de côco e carvão.

Palavras-chave: Luvas exotérmicas; Composição; Caracterização; Resíduos sólidos.

PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF EXOTHERMIC SLEEVES USED AS THERMAL INSULATOR IN FOUNDRY PROCESS

Abstract

The present work has the aim of presenting results obtained in the physico-chemical characterization from one of solid wastes generated in foundries, exothermic sleeves. It is applied in some foundry processes as thermal isolators in molds, when the objective is maintain liquid metal for a longer time to feed the casting. On the other hand, if it used in high amounts may become a problem concerning its disposition or recycling, because most of the sellers do not open its composition. This situation is related to the many different material, which are present in the sleeve. The physical-chemical characterization showed the presence of Rice husk ash, iron mill, aluminum, aluminum dross, coconut fibres, and coal.

Key words: Exothermic sleeves; Composition; Characterization; Solid wastes.

¹ Contribuição técnica ao 65º Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Membro da ABM, Prof. Dr. - Engenharia Mecânica - Núcleo de Caracterização de Materiais (NucMat) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS. Av. Unisinos, 950 São Leopoldo – RS, Brasil, CEP 93022-000.

³ Técnico em Química e Graduando de Eng. Mecânica, laboratorista do Lab. De Metalurgia da Unisinos. e-mail: tszezzi@unisinos.br

⁴ Graduando em Eng. Mecânica, laboratorista do Lab. De Metalurgia da Unisinos. e-mail: rbrau@unisinos.br

⁵ Graduando em Eng. Mecânica, estagiária do Lab. De Metalurgia da Unisinos. luly_121@hotmail.com

⁶ Gestora Ambiental, pesquisadora do NucMat – Unisinos. e-mail: dcalheiro@gmail.com

⁷ Prof. Ms Graduação em Engenharia Ambiental - Núcleo de Caracterização de Materiais, Universidade do Vale do Rio dos Sinos/Unisinos. e-mail: amandakieling@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

As fundições, embora contribuam para o meio-ambiente com a reciclagem de metais, retardando a necessidade de extração, também apresentam alto risco de geração de resíduos contaminantes.

Como exemplo e foco deste estudo, têm-se as luvas exotérmicas. Estes produtos são aplicados em alguns processos de fundições como isolantes térmicos, revestindo o massalote quando necessário para aumento de sua eficiência térmica, conforme Rossitti.⁽¹⁾ Pode-se definir massalotes como são vazios internos do molde, propositadamente posicionados para evitar defeitos de falta de preenchimento da peça fundida em regiões mais volumosas da mesma quando da solidificação da peça fundida, uma vez que o metal líquido contrai quando solidifica, de acordo com Martins.⁽²⁾

Uma rápida análise do ciclo de vidas de luvas exotérmicas, nos revelam que as mesmas podem incorporar materiais reciclados da agroindústria em sua produção, concebendo uma característica ambiental positiva, ao passo que no processo produtivo, a adição de compostos químicos conferem ao produto manufaturado uma característica ambiental negativa, devido ao potencial de contaminação ao meio ambiente em condições de descarte incorreto.

Na fabricação de luvas exotérmicas, pode-se destacar duas principais em sua composição, a cinza de casca de arroz e as fibras de coco.⁽³⁾

A casca de arroz, utilizada como fonte energética em algumas indústrias por possuir valor calórico comparável a lenha,⁽⁴⁾ quando queimada e transformada em cinza, torna-se um problema ambiental, pois a cinza gerada na combustão apresenta uma quantidade de carbono residual que é um grave poluente para o solo, conforme descreve Hoffmann.⁽⁵⁾

O coco verde, matéria-prima para a fabricação da fibra de coco, é também um problema ambiental em grandes cidades, devido principalmente ao grande volume ocupado, como por exemplo, no Rio de Janeiro, que chega a gerar cerca de 600 toneladas/dia de resíduo com alto custo de manejo.⁽⁶⁾ Atualmente, várias empresas especializadas estão utilizando o coco para novas e diversas aplicações (vasos, placas, etc...), entre elas para produção de fibras, reduzindo consideravelmente o impacto desses resíduos no meio-ambiente.⁽⁷⁾

Analisando desta maneira, podemos em um primeiro momento afirmar que as luvas exotérmicas contribuem com o meio-ambiente, pois reutilizam em sua composição, resíduos que são ambientalmente problemáticos. Porém, após o seu uso, tornam-se um problema ambiental ainda maior, pois, além de devolverem ao meio ambiente praticamente todo o resíduo absorvido em sua fabricação, adicionam um novo agravante, que são, entre outros aditivos, as resinas fenólicas, utilizadas em sua composição como agentes ligantes de seus compostos.⁽³⁾ Essas resinas fenólicas adicionadas, fornecem às luvas exotérmicas, após o seu uso, característica de resíduos Classe I – Perigoso, conforme NBR 10004-2004.⁽⁸⁾

Ao mesmo tempo, percebe-se também que a preocupação com o meio-ambiente e com o descarte adequado de resíduos, tornou-se uma realidade necessária para empresas de todos os segmentos, até mesmo pelo surgimento de legislações ambientais específicas, tanto estaduais como federais, que tentam coibir e controlar o descarte indiscriminado de resíduos, como por exemplo, a Lei Nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998,⁽⁹⁾ que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Entendeu-se dessa forma, que era necessário, dentre os vários

resíduos gerados em fundições, um estudo focado nas luvas exotérmicas, hoje descartadas em aterros industriais, sem tratamentos específicos.

O presente trabalho tem, portanto, como objetivo, determinar a composição física e química das luvas exotérmicas com o intuito de elaborar estudos direcionados ao gerenciamento deste resíduo, de maneira que ocorra de forma adequada, reduzindo os riscos ao meio ambiente, assegurando o correto manuseio e disposição final e buscando possíveis alternativas para aplicação desses produtos, após sua utilização, em outras finalidades.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para realização da caracterização, foram utilizadas duas luvas exotérmicas denominadas neste trabalho como Amostra 01 e Amostra 02, conforme apresentadas na Figura 1.



Figura 1: Exemplo de luvas exotérmicas utilizadas nos moldes em areia para obtenção de peças fundidas.⁽¹⁰⁾

Na sequência são apresentadas as análises empregadas na caracterização física, química e estrutural das luvas.

2.1 Perda ao Fogo

Utilizado para quantificar o material orgânico presente nas amostras, este ensaio foi realizado de acordo com a norma CEMP n° 120.⁽¹¹⁾ O ensaio consiste em secar a amostra a 105°C em estufa, pesar 1g do material seco e colocá-lo em forno mufla a 950°C durante 3 horas. Passado este período, pesa-se o material até atingir massa constante. A diferença entre a massa inicial e massa final corresponde ao resultado da análise. Podemos citar como exemplos das matérias volatilizadas durante a análise, o carbono livre, água combinada e dióxido de carbono presentes nos hidratos e carbonatos.

2.2 Análise Química

A técnica conhecida como Fluorescência de Raio X (FRX), permite além de uma análise qualitativa, onde os elementos constituintes de uma amostra são identificados, também uma análise quantitativa desses mesmos elementos, permitindo que a proporção de cada um seja encontrada. Para essa análise utilizou-se um Espectrômetro de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva, de marca Shimadzu do Brasil Comércio Ltda, modelo EDX 720 HS.

2.3 Difração de Raio-X

Determina a presença ou não de fases cristalinas, ou seja, composição mineralógica da material. O difratograma apresenta picos quando o material analisado é cristalino ou possui caráter cristalino. A amorficidade é indicada pelo desvio da linha base entre 15 graus e 30 graus.⁽¹²⁾

Para esta análise, as amostras de luva exotérmica foram moídas em grau de Ágata até os grãos possuírem um tamanho uniforme, passantes em peneira 200 da ABNT.

Os ensaios de DRX foram realizados no Laboratório de Física da UFRGS, no difratômetro Siemens D5000 com as amostras em forma de pó orientadas aleatoriamente. Os difratogramas foram obtidos utilizando uma fonte de $\text{CuK}\alpha$, cujas medições foram de 5° Tetha a 140° Tetha, passo de $0,050$ e tempo de 1s em cada passo. A identificação dos picos obtidos no difratograma foi realizada com o Software Philips Analytical e sua respectiva base de dados.

2.4 Microscopia Eletrônica de Varredura

Fundamentada na emissão de um feixe de elétrons, que incide sobre uma amostra, provocando uma série de emissões de sinais relacionadas com a interação entre o feixe de elétrons e a amostra. Esse é o princípio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). A associação de outros equipamentos ao MEV, como por exemplo, o Espectrômetro de Dispersão de Energia (EDS), permite analisar quantitativamente e semiquantitativamente a composição dos elementos de áreas superficiais. O MEV será aplicado na amostra em uma pequena porção da amostra em seu estado bruto, ou seja, sem nenhum tipo de processo.

As imagens foram obtidas pelo equipamento MEV, marca Shimadzu SSX-550, instalado no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão (Senai-Cetemp), em São Leopoldo-RS.

3 RESULTADOS

Apresentados abaixo os resultados obtidos pelo tratamento dos dados das técnicas de análise acima citadas, aplicadas às amostras.

3.1 Perda ao Fogo

Tabela 1: Determinação de Perda ao Fogo das amostras.

Réplicas executadas	Amostra 01 (%)	Amostra 02 (%)
1 ^o via	3,26	3,43
2 ^o via	3,58	3,65
3 ^o via	3,66	3,74
Média percentual da Análise de Perda ao Fogo (%)	3,50	3,61
Desvio percentual da Análise de Perda ao Fogo	0,21	0,16

3.2 Análise Química

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos na análise química qualitativa realizada nas amostras.

Tabela 2: Elementos identificados através da análise química qualitativa via Fluorescência de raio-X e seus respectivos percentuais.

Elemento identificado	Amostra 01 (%)	Amostra 02 (%)
Ferro (Fe)	30,27	19,96
Alumínio (Al)	26,59	30,24
Silício (Si)	16,96	20,14
Manganês (Mn)	10,48	11,04
Potássio (K)	6,26	6,94
Cálcio (Ca)	5,62	5,71

Já na Análise Química, podemos detectar uma concentração considerável de Sílica em ambas as amostras, provavelmente proveniente da CCA (Cinza de Casca de Arroz) presente.

3.3 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Na Figura 1 e Figura 2 apresentam-se as micrografias da Amostra 01 e Amostra 02 respectivamente, com ampliação igual a 80 x. Estas fotografias nos dão um panorama da quantidade de compostos possivelmente presentes nessas amostras.



Figura 2: Micrografia da Amostra 01 com ampliação igual a 80 x.

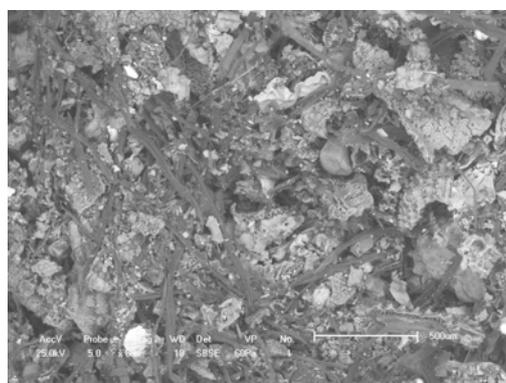


Figura 3: Micrografia da Amostra 02 com ampliação de 80 x.

Abaixo, na Figura 4 e Figura 5, a Amostra 01 e a Amostra 02, respectivamente, com uma maior ampliação, desta vez igual a 300x, focalizando o que possivelmente seja uma CCA.

Comparando com a Figura 6 e Figura 7, fotos publicadas no trabalho sobre CCA por Kieling,⁽¹³⁾ pode-se concluir que muito provavelmente trata-se do mesmo composto encontrado na Amostra 01 e Amostra 02, representados respectivamente pela Figura 4 e Figura 5.



Figura 4: Micrografia da Amostra 01 com ampliação igual de 300x.

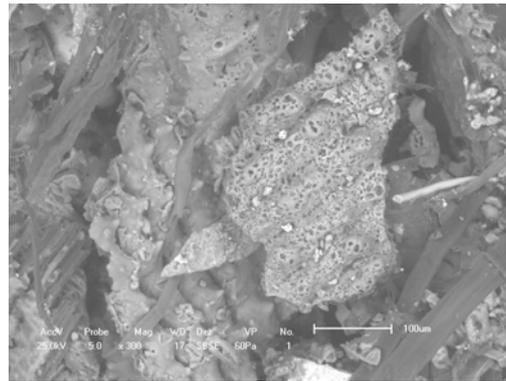


Figura 5: Micrografia da Amostra 02 com ampliação de 300 x.

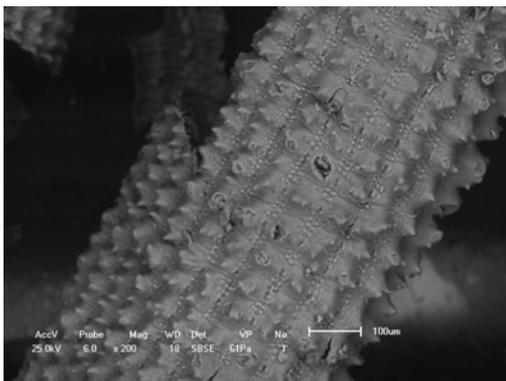


Figura 6: Amostra CCA.⁽¹¹⁾

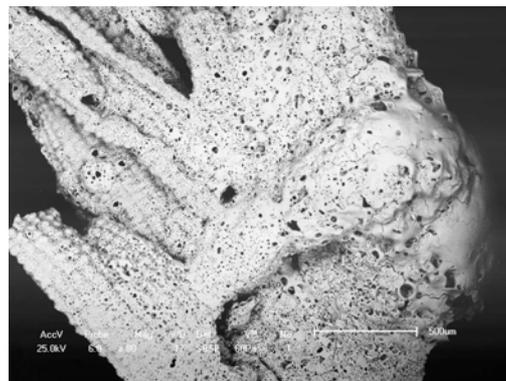


Figura 7: Amostra CCA.⁽¹¹⁾

Além do CCA, também se verifica na Figura 8 e Figura 9 a presença de fibras.⁽³⁾

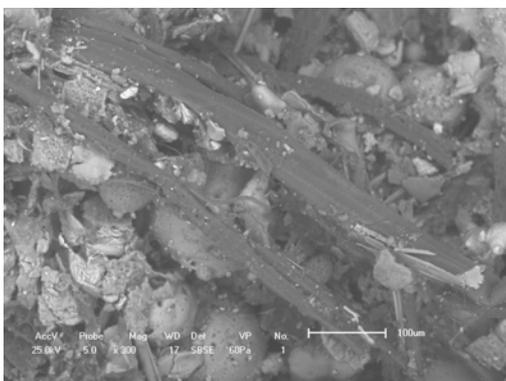


Figura 8: Micrografia de fibras da Amostra 01.

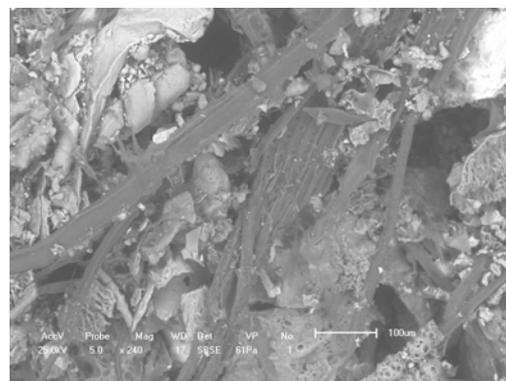


Figura 9: Micrografia de fibras da Amostra 02.

Comparando com a Figura 10, foto publicada no trabalho sobre fibra de coco,⁽¹⁴⁾ podemos concluir que possivelmente também trata-se do mesmo composto encontrado na Amostra 01 e Amostra 02, Figura 8 e Figura 9.



Figura 10: Micrografia da amostra de fibra de coco.⁽¹²⁾

Observa-se também, com análises de MEV pontuais da superfície das amostras, a presença de compostos metálicos. Nas Figuras 11 e 13, podemos perceber a formação de esferas com aspecto metálico. A análise de EDS (Espectrômetro de Dispersão de Energia), citado anteriormente como um periférico acoplado ao equipamento de MEV que permite a análise quantitativa elementar do ponto visualizado, fornece um espectro que confirma a presença desses elementos, conforme mostrado pelas Figuras 12 e 14, espectros das Figuras 11 e 13, respectivamente.



Figura 11: Micrografia de esfera possivelmente metálica.

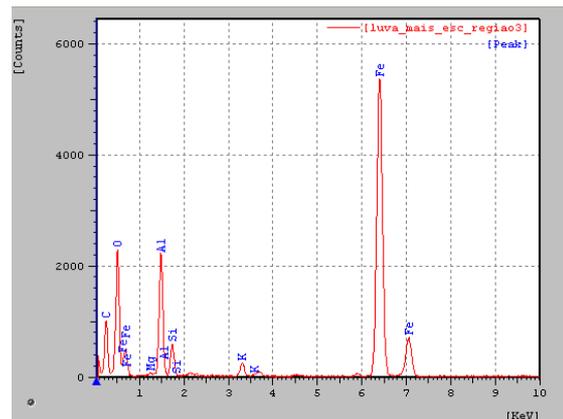


Figura 12: Espectro fornecido pelo EDS da Figura 11.

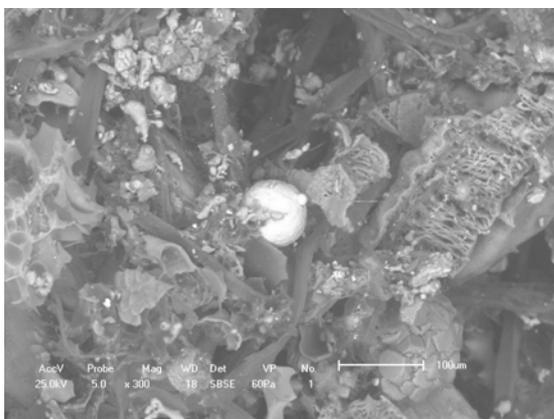


Figura 13: Micrografia de esfera possivelmente metálica.

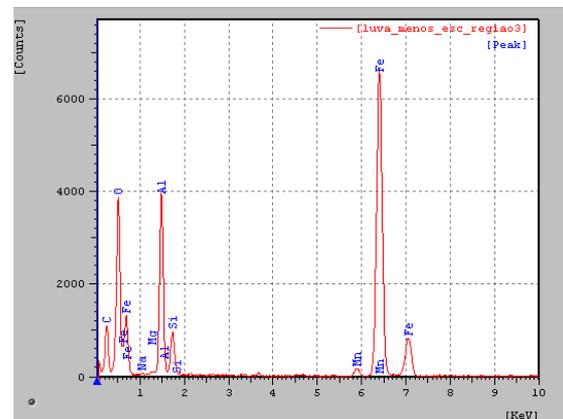


Figura 14: Espectro fornecido pelo EDS da Figura 13.

Da mesma maneira, nas Figuras 15 e 17, observam-se as presenças de grãos com alto teor de Silício, elemento comum e abundante em grãos de areia, conforme pode-se visualizar nos espectros da Figura 16 e Figura 18.

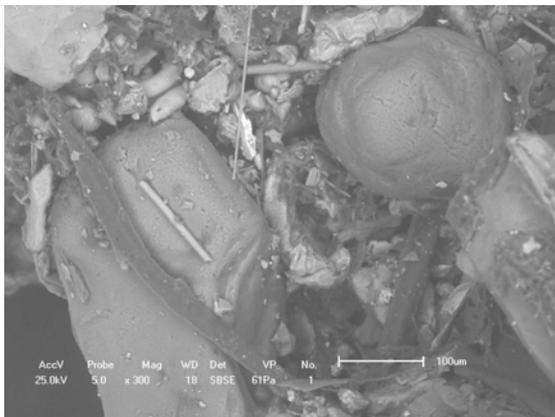


Figura 15: Micrografia de grãos.

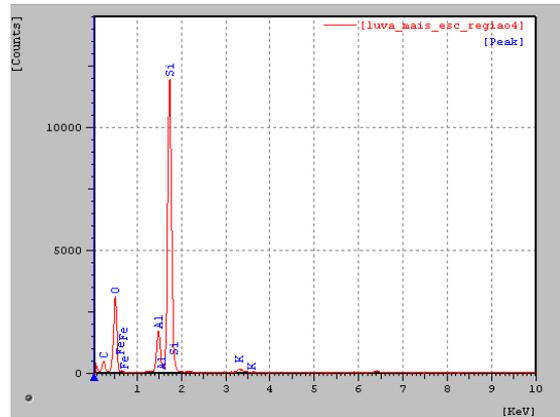


Figura 16: Espectro fornecido pelo EDS da Figura 15.

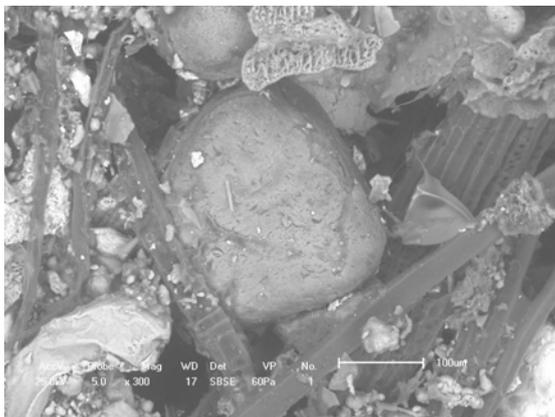


Figura 17: Micrografia de grãos.

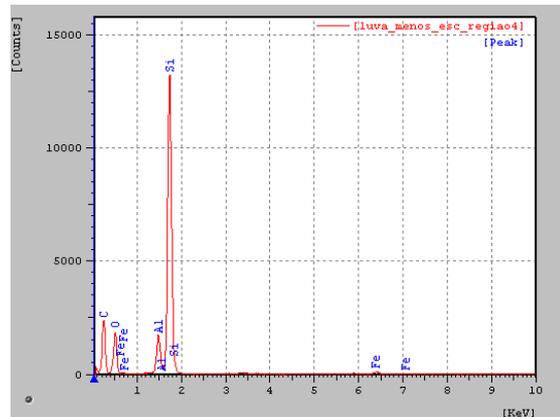


Figura 18: Espectro fornecido pelo EDS da Figura 13.

3.4 Difração de Raio-X

Nas Figuras 19 e 20 são apresentados os difratogramas de raios-x para a Amostra 01 e Amostra 02 respectivamente.

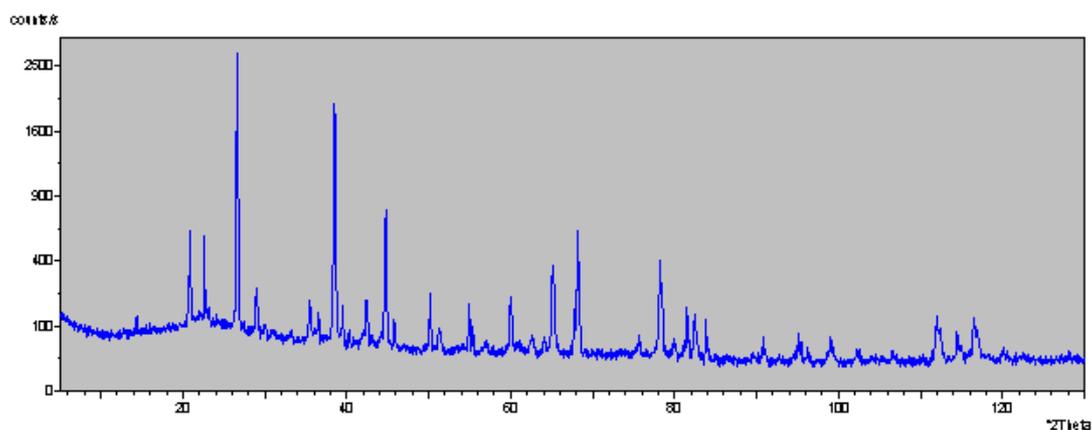


Figura 19. Difratograma Amostra 01.

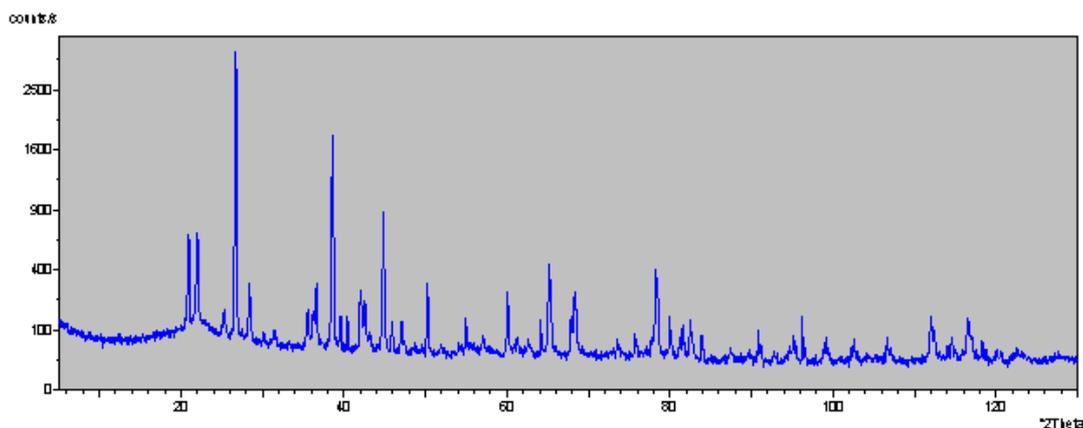


Figura 20. Difratoograma Amostra 02.

Observa-se que a Amostra 01 e a Amostra 02 apresentaram picos bem definidos o que caracteriza o caráter cristalino das luvas analisadas.

Na Tabela 3 são apresentados os compostos identificados a partir dos difratogramas da Amostra 01 e Amostra 02, juntamente com os compostos identificados para amostras de cinzas de casca de arroz (CCA).⁽¹³⁾

Tabela 3: Comparativo entre os compostos identificados, 25/01/2010

Composto	Amostra 1	Amostra 2	CCA ⁽¹¹⁾
SiO ₂	x	x	x
C	x		
FeO. Fe ₂ O ₃	x	x	
FeAl ₂ O ₄	x		
SiC	x		
K ₂ O	x		
CaCO ₃	x		
Fe ₂ O ₃	x	x	x
CaFeSi ₂ O ₆	x		
FeO		x	
Al ₂ SiO ₄		x	
Al-Fe-Si		x	
AlPO ₄			x
FeO ₁₁ TiO ₄₃ SO ₅₁₀ ₂			
Ca-Mg-Al-Si-O			x
MnPO ₄			x
CaSO ₃			x
MgSiO ₃			x

Conforme verificado, as amostras de luvas apresentaram SiO₂ (óxido de silício) identificada também para a CCA. A presença deste composto nas amostras de luvas indica a presença de cinza de casca de arroz, identificada na análise química e nas micrografias apresentadas anteriormente.

4 DISCUSSÃO

Analisando os resultados obtidos primeiramente na Análise de Perda ao Fogo, é perceptível que a quantidade de compostos orgânicos existentes nas luvas exotérmicas é muito baixo, em torno de 3,5%. Pela junção dos resultados da Análise de Química e análise e de MEV, alguns pontos ficam evidenciados. Um deles é em relação à possível presença de CCA, devido a forte presença de Silício, identificado pelo equipamento de FRX e posteriormente pelo EDX, e também, pela comparação das fotos tiradas pelo equipamento de MEV e bibliografias pesquisadas. Essa quantidade significativa de Silício pode também ser justificada pela presença de grãos, possivelmente de areia, pois apresentam alto grau deste elemento, conforme identificado pelos espectros do EDS (Figuras 16 e 18).

A possibilidade da presença de fibra de coco pode ser confirmada também por comparação com a bibliografia pesquisada, pois a fibra fotografada e analisada pelos equipamentos de MEV e EDS, confirmam alta quantidade do elemento Carbono nessas fibras, e visualmente são bastante semelhantes, além do fato de serem citadas na composição da luva.⁽³⁾ Metais, também são constituintes na composição do produto. Além de presentes na Análise Química, são confirmados pela análise de EDS do MEV.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização físico-química das duas amostras de luvas exotérmicas estudadas mostrou que na sua composição vários estão presentes, como cinza de casca de arroz, fibra de côco, alumínio, borra de alumínio, carepa de ferro. Em função de possível interferência no processo de fundição em moldagem em areia e também de sua transformação em resíduo após a fundição, estas caracterizações foram realizadas,.

Os resultados mostraram que a presença de carepa pode, por exemplo, gerar oxidação do fundido, e a presença de matéria orgânica realizar gases que podem gerar gases no fundido.

Quanto a sua reciclagem, os materiais encontrados não devem interferir uma vez que tais materiais vêm sendo utilizados, por exemplo, na construção civil. Nos processos de fundição de aço onde comumente muitas luvas são utilizadas, o resíduo areia de fundição, se for utilizado na construção civil deve considerar a possível presença destes materiais, misturado à areia durante o processo de desmoldagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem a UNISINOS, Banco Santander, e CNPq pelo apoio à bolsista de iniciação científica, mestranda e pesquisadora.



REFERÊNCIAS

- 1 ROSSITTI, S. M. Processos e variáveis para fundição. Material desenvolvido pelo GRUPO METAL AÇOS INOXIDÁVEIS E LIGAS ESPECIAIS, São Paulo, SP, maio 1993.
- 2 MARTINS, A.; ALMEIDA, D. A. Gestão de produção em empresas de fundição. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ ENEGEP2001_TR12_0586.pdf > Acesso em: 28/01/2010.
- 3 NEU, M. G.; GOUGH, M. J. Exothermic compositions. Nº da patente 5.180.759. 19 jan 1993.
- 4 AMATO, G. W. Casca: agregando valor ao arroz. Artigo extraído da conferência do mesmo autor, apresentada no encontro da WAITRO – World Association Industrial and Technological Research Organizations, 2002. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/20050815133443.pdf> > Acesso em 28/01/2010.
- 5 HOFFMANN, R.; JAHN, S. L.; BAVARESCO, M.; SARTORI, T.C. Aproveitamento de cinza produzida na combustão da casca de arroz: estado da arte.. In: IX Congresso Brasileiro de Energia - IV Seminário Latino-Americano de Energia, 2002, Rio de Janeiro. Soluções para a energia no Brasil - Anais, 2002. v. III. p. 1138-1143.
- 6 REAPROVEITAMENTO DA CASCA DE COCO. Publicado no site <http://www.responsabilidadesocial.com>, jun. 2003. Disponível em: http://www.responsabilidadesocial.com/article/article_view.php?id=205 > Acesso: 30/01/2010.
- 7 ROSA, M. de F. Utilização da casca de coco como substrato agrícola. Documentos 52, ISSN 1677-1915 ed. 1, maio 2002.
- 8 ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004:2004 - Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- 9 BRASIL. Lei nº 9.605. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em http://www.ibama.gov.br/fauna/legislacao/lei_9605_98.pdf, acesso em 25/01/2010.
- 10 GTPSCHAEFER. Risers and Application Technology. Disponível em <http://www.gtpschaefer.de/Risers>, acesso em 25/01/2010.
- 11 ABIFA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO. CEMP (Comissão de Estudos de Matérias Primas) nº 120: Materiais para Fundição – Determinação da Perda ao Fogo, 2003.
- 12 TASHIMA, M. M. Cinza de casca de arroz altamente reativa: método de produção, caracterização físico-química e comportamento em matrizes de cimento, Portland. Tese (Doutorado), UNESP, São Paulo, 2006.
- 13 KIELING, A. G. Influência da segregação no desempenho de cinzas de casca de Arroz como pozolanas e material adsorvente. 2009
- 14 ISHIZAKI, M. H.; VISCONTE, L. L. Y. Caracterização Mecânica e Morfológica de Compósitos de Polipropileno e Fibras de Coco Verde: Influência do Teor de Fibra e das Condições de Mistura. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 16, nº3, p. 182-186, 2006.