

Uma proposta para correlacionar a temperatura com a degradação da areia verde de moldagem de fundição

A proposal to correlate the temperature with the degradation of the foundry molding green sand

RESUMO

Daniel Henrique Nardini Zitelli
danielzitelli@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Diego Teodoro de Souza
dteodorosouza@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Guilherme M. Yabushita Nakama
nakamitsuSC@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Odney Carlos Brondino
odneybrondino@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

A complexidade do controle da areia de moldagem e do seu processo impõe requisitos para o controle dos materiais que a compõe e do seu comportamento durante os ciclos de fabricação de moldes em uma fundição. Obter melhor qualidade das peças fundidas e com menor geração de resíduos sólidos é um dos objetivos principais. O mecanismo de compactação da areia verde de moldagem é um dos fatores mais importantes para alcançar bons resultados para o desempenho e eficiência da areia de moldagem. Os teores dos materiais que compõe a areia verde, estão entre: 7-10% de argila, 80-90% de sílica, além de adições de água e agentes carbonáceos. Um rota alternativa pode ser traçada para entendermos melhor as razões da degradação da areia a verde, pelo efeito da clivagem dos grãos de sílica que provoca a perda da capacidade dos materiais adicionados em atender as propriedades mecânicas do molde ideal para a fundição. Este estudo é uma das etapas do caminho que leva ao melhor aproveitamento da areia verde, na tentativa de reduzir custos e energia. Como resultados preliminares e conclusões desta pesquisa, as fundições que utilizam a areia a verde tem demonstrado interesse na redução dos resíduos gerados por ela.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento sustentável. Areia verde. Areia de Fundição.

ABSTRACT

The complexity of controlling the molding sand and its process imposes requirements for the control of the materials that compose it and its behavior during the mold manufacturing cycles in a foundry. Obtaining better quality of castings and less solid waste generation is one of the main objectives. The compaction mechanism of green molding sand is one of the most important factors in achieving good results for the performance and efficiency of molding sand. The contents of the materials that make up green sand are between: 7-10% clay, 80-90% silica, in addition to water and carbonaceous agents. An alternative route can be traced to better understand the reasons for the degradation of the sand to green, due to the cleavage effect of the silica grains, which causes the loss of the capacity of the added materials to meet the mechanical properties of the ideal mold for the foundry. This study is one of the steps on the path that leads to better use of green sand, in an attempt to reduce costs and energy. As preliminary results and conclusions of this research, foundries that use green sand have shown an interest in reducing the waste generated by it.

KEYWORDS: Sustainable development. Green sand. Foundry sand.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

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



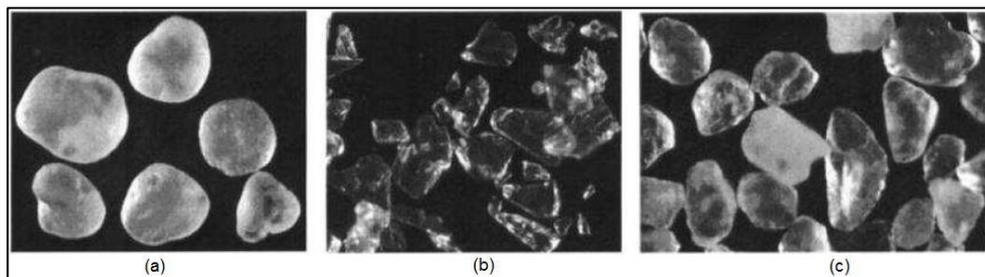
INTRODUÇÃO

O processo de fundição é a fabricação de materiais metálicos vertendo um metal ou liga em estado líquido sobre um molde oco, geralmente feito de areia. O tipo de molde de areia escolhido no processo de moldagem é de extrema importância devido à grande quantidade de processos e materiais existentes que são utilizados. A areia do molde pode ser compactada empregando aglomerantes que podem ser sintéticos ou naturais e que irão influenciar diretamente na periculosidade ou não, dos resíduos gerados pelas fundições.

Hoje, cerca de 80% das peças fabricadas em fundições são provenientes de moldes com areia (sílica) aglomerada com argilas também conhecidas como bentonitas, aditivos carbonáceos e água, e, por esta razão é denominada de areia a verde. Segundo os autores WINKLER e BOL'SHAKOV (2000), os teores destes principais componentes empregados na preparação da areia a verde, são: a sílica (70-80%), bentonita (5-15%), aditivos carbonáceos (0,5-5%) e água (até 4%).

A fundição de metais continua sendo a mais versátil tecnologia de formação de metal conhecida pelo homem. Nenhum outro processo tem a capacidade de formar recursos geométricos internos intrincados a uma fração do custo das tecnologias concorrentes. É comum que materiais ferrosos e não ferrosos convencionais sejam fundidos em formas intrincadas em tamanhos de gramas a toneladas. No entanto, segundo THIEL (2011), por causa da expansão térmica abrupta da areia de sílica e das fases instáveis do cristal, a precisão dimensional das peças fundidas produzidas nesses materiais está comprometida. Esta expansão da sílica causa a clivagem dos grãos mudando a morfologia dos grãos de areia (sílica) de arredondados angulares e sub angulares mostrados na Figura 1.

Figura 1 - Formatos de grãos da areia, arredondado(a), angular(b) e sub angular(c).

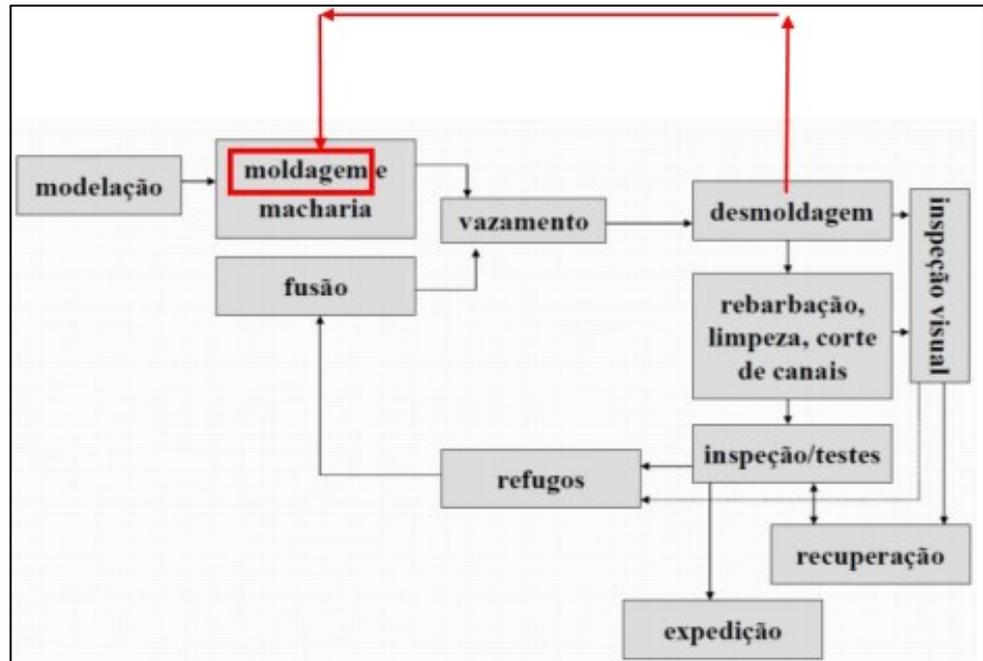


Fonte: Adaptado de AFS 1107-00-S (2001).

Atualmente calcula-se que para cada tonelada de metal fundido, tenha-se uma tonelada de areia descartada de fundição (ADF). Segundo a ABIFA (2020) em 2019 foram produzidos 2.289 milhões de toneladas de fundidos no Brasil. Desta forma estima-se que este mesmo valor em ADF tenha sido descartada e destinada a aterros. Os resíduos sólidos são classificados de acordo com os riscos que podem causar ao meio depositado. Segundo a norma ABNT NBR 10004/2004 (2004), os resíduos sólidos da areia de fundição são considerados como não perigosos e não inertes e seu depósito deve ocorrer em aterros industriais (BRONDINO et al. 2014). Segundo informações, para algumas fundições brasileiras o custo da ADF fica por volta de US\$ 200,00, desta forma os custos anuais de descarte podem chegar a 457 milhões de dólares além da desertificação da área do aterro.

A Figura 2 mostra um fluxograma dos processos utilizados na fundição, identificando a etapa da moldagem num processo cíclico de fundição entre moldagem e desmoldagem.

Figura 2 - Fluxograma do processo de fundição e mostrando o setor de moldagem onde são produzidos os moldes de areia.



Fonte: Adaptado de RUCHERT (2020).

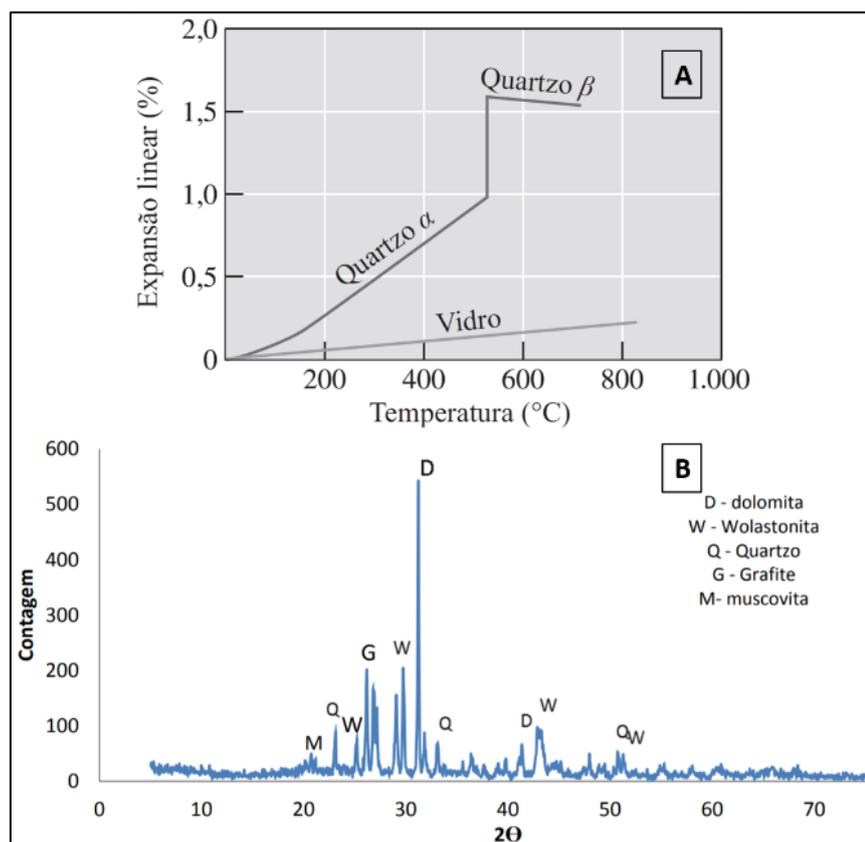
Logo, o objetivo deste trabalho é o de verificar através do aquecimento da areia a verde, a quantidade de areia (sílica/quartzo) que mantém a morfologia adequada para a produção de moldes com qualidade, não afetada pela expansão térmica do quartzo (Figura 3 A), juntamente com os demais materiais que a compõe, mostrado na Figura 3 B através do difratograma de raios-X típico de uma areia verde de moldagem. Daí a necessidade de se analisar após o aquecimento da areia as perdas de materiais voláteis, e classificar novamente a granulometria, a compactabilidade e a permeabilidade.

É sabido da transformação polimórfica que ocorre na sílica ($\alpha \rightarrow \beta$) com a elevação da temperatura como mostrado na figura 3 A.

Este trabalho demonstra ser promissor por levar em consideração as mudanças bruscas de temperatura, pois, relaciona com os vários ciclos da areia de moldagem que sofre inúmeras exposições sobre efeito da elevação da temperatura antes (um pouco acima da temperatura ambiente) e após o metal ser vertido no interior das cavidades dos moldes (temperatura de fusão) a solidificação dos fundidos e desmoldagem das peças produzidas por este processo.

O impacto destas ocorrências nos custos de produção dos fundidos é atualmente inevitável e as implicações negativas ao meio ambiente são alarmantes. Desta forma, o trabalho poderá contribuir na prevenção da necessidade de descarte e/ou mitigar o descarte da areia, lembrando que a sílica é o elemento majoritário da areia a verde de moldagem (70-80%).

Figura 3 – **A** - O coeficiente de expansão térmica do quartzo que pode modificar a morfologia dos grãos de areia e **B** – Difratograma típico da areia a verde de moldagem.



Fonte: A - Adaptado de ASKELAND e WRIGHT (2015) e B - PALUDO e BRAGANÇA (2017).

METODOLOGIA

Trata-se de uma metodologia exploratória, com base em areias de moldagem a verde empregadas por fundições próximas de Londrina e gentilmente cedidas para ensaios, será utilizada parte desta areia para classifica-la por difração de raios-X. Após a areia de moldagem seria submetida a aquecimentos em mufla, em temperaturas estimadas na interface metal/molde para metais ferrosos (1000 °C) e metais não ferrosos (700 °C). Por diferença de massa verificar-se-á a perda de voláteis durante o processo. A areia empregada neste aquecimento posteriormente reconstituída com a água e submetida a ensaios de permeabilidade (extração de gases), compactabilidade e dureza comparando com estes resultados com as propriedades iniciais desta forma mensurando a degradação da areia de moldagem no que diz respeito a reconstituição de suas propriedades iniciais.

Através do microestereoscópio será verificado a morfologia dos grãos de sílica após aquecimento (mufla) seguido da classificação granulométrica por conjunto de peneiras. A compactibilidade desta areia será obtida por um martelote mecânico que confecciona corpos de prova (cp) padronizados. A partir do cp a permeabilidade da areia será medida por um permeâmetro eletrônico e na sequência dureza na escala Shore B. A umidade da areia vai ser obtida por

diferença de massa antes e após aquecimento luz infravermelha. Estes equipamentos todos foram adquiridos da empresa TECNOFUND (2020).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos até o momento via revisão bibliográfica, refletem diretamente o que é proposto pelo trabalho. Há um grande apelo ambiental nos dias de hoje, visando diminuição de rejeitos, tanto pelo custo que é refletido no produto final, quanto na natureza.

Foi possível observar que seria plausível pensar em resultados satisfatórios durante a pesquisa, principalmente em relação a entender a quantidade de ciclos que uma areia de fundição poderia ser reutilizada num processo de fundição.

Com essa quantidade definida, seria possível reduzir custos de processo, e gerar um impacto ambiental muito positivo no meio ambiente, mostrando que o tema da iniciação científica é pertinente ao momento atual.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o tema proposto pela iniciação é de extrema importância nos dias atuais, principalmente quando se pensa nos conceitos de sustentabilidade.

Também é válido ressaltar o conhecimento que seria adquirido quando se pensa no estudo das transformações de fase da sílica e sua variação de morfologia quando aquecida.

Devido a pandemia, os experimentos que seriam realizados não puderam ser executados, portanto não foi possível observar estes pontos. Entretanto quando for possível realizar os mesmos, o estudo é muito válido e de grande importância para a indústria de fundição.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela oportunidade de participação do acadêmico Daniel Henrique Nardini Zitelli no Programa Institucional de Voluntariado em Iniciação Científica e Tecnológica – PIVICT 2019/2020.

REFERÊNCIAS

ABIFA. “**Produção de fundidos tem um novo incremento em 2019**”. P. 14-15. FUNDIÇÃO & MATERIAS-PRIMAS. Revista Oficial da Associação Brasileira de Fundição 51 f. Disponível em: <http://www.abifa.org.br/revista21/#p=1> em 02/09/2020. 2020.

AFS 1107-00-S. **Grain Shape Classification**. AMERICAN FOUNDRY SOCIETY. Illinois, USA. 3ª ed., 2001.

ASKELAND, D. R., WRIGHT, W. J. **“Ciência e engenharia dos materiais”**

Elaboração da versão SI – BHATTACHARYA, D. K.; tradução VISCONTI, S. A.;

Revisão técnica LEIVA, D. R. - São Paulo: Cengage Learning, Terceira Edição 2015.

BRONDINO, O. C.; SILVA, J. P. G.; BRONDINO, N. C. M. **O problema do descarte da areia de fundição: ensino para o desenvolvimento sustentável.** ENGENHARIA:

MÚLTIPLOS SABERES E ATUAÇÕES. 16 a 19 de setembro 2014. Juiz de Fora – MG.

Anais do evento, ISSN 2175 – 957X.: artigo 129851. Juiz de Fora: COBENGE, 2014.

PALUDO, H. L. e BRAGANÇA, S. R. **Consumo de passivo ambiental de areia descartada de fundição em cerâmica vermelha, um estudo de caso no Rio Grande do Sul** - 17º CONGRESSO ABIFA DE FUNDIÇÃO, São Paulo, 2017.

RUCHERT, C.O.F.T. **Processos da indústria metalúrgica e siderúrgica-Fundição:**

Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4553694/mod_resource/content/0/Aula%204%20-%20Fundicao%20mod%20cassius.pdf. Acesso em: 29 ago. 2020.

TECNOFUND. Disponível em: <http://www.tecnofund.com.br/port/controle-areia-verde/>. Acesso em: 20 jul. 2020.

THIEL, J. **Thermal expansion of chemically bonded silica sands.** Paper 11-116. P 01-10. AFS Proceedings 2011. AMERICA FOUNDRY SOCIETY, Schaumburg, Illinois - USA.

WINKLER, E. S., BOL'SHAKOV, A. A. **“Characterization of foundry sand waste”.**

Center for Energy Efficiency and Renewable Energy University of Massachusetts at Amherst. Chelsea center for recycling and economic development technical research program - October 2000.