

ESTUDO DA REDUÇÃO DA EXPOSIÇÃO À SÍLICA CRISTALINA NO PROCESSO DE REVESTIMENTO DE FORNOS DE INDUÇÃO

Yanik Yim Hee Mussá¹, Aldrighi Luiz Marques de Oliveira², Maurício Ernesto Guiliche¹, João Alberto Mugabe¹.

¹Instituto Superior de Ciências e Tecnologia de Moçambique/Departamento de Engenharia Geológica e Minas, Rua 1,194, Maputo, Moçambique, yanikmussa2@gmail.com, mguiliche@isctem.ac.mz, jmugabe@isctem.ac.mz.

²PUC Minas Virtual/Pós-Graduação em Higiene Ocupacional e Perícias, Minas Gerais, Brasil, aldrighi_eq@hotmail.com.

Resumo

Doenças ocupacionais são conhecidas desde a Grécia antiga e com o passar do tempo, as ligações entre a ocupação e os problemas de saúde aumentaram e as associações se fortaleceram. Estima-se que cerca de 24% de todas as mortes no mundo são atribuídas ao meio ambiente do trabalho, incluindo a contaminação do ar e exposição a produtos químicos. Sílica cristalina é o mineral com maior ocorrência no planeta, sendo encontrado na maioria das rochas. Este mineral constitui um perigo tóxico uma vez que sua poeira pode gerar um tipo de fibrose pulmonar que é considerada a mais comum e grave de todas as pneumoconioses. A sílica é encontrada em diversos processos industriais e os refratários contendo este elemento continuam sendo a escolha preferencial para o revestimento de fornos de indução, pois combinam boas propriedades de refratariedade, resistência ao choque térmico, condutividade térmica relativamente baixa, e ainda um baixo custo. O presente trabalho propõe o estudo de modificações no processo de demolição e revestimento dos refratários dos fornos de indução, com o objetivo de reduzir a exposição dos operadores à sílica cristalina.

Palavras-chave: Minério, Sílica Cristalina, Exposição Ocupacional.

Área do Conhecimento: Engenharia de Minas.

Introdução

Sílica ou quartzo (SiO_2) é um mineral comumente encontrado em processos que utilizam minerais, podendo se apresentar nas formas cristalina ou amorfa (HIRST, 2010; ALAGO, 2021). Os dados das Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos Materiais mostram que a porcentagem em peso de sílica no refratário usado para revestir um forno de indução (para derreter metais ferrosos) varia entre 80 a 100% de sílica de quartzo (GRADY, 2017).

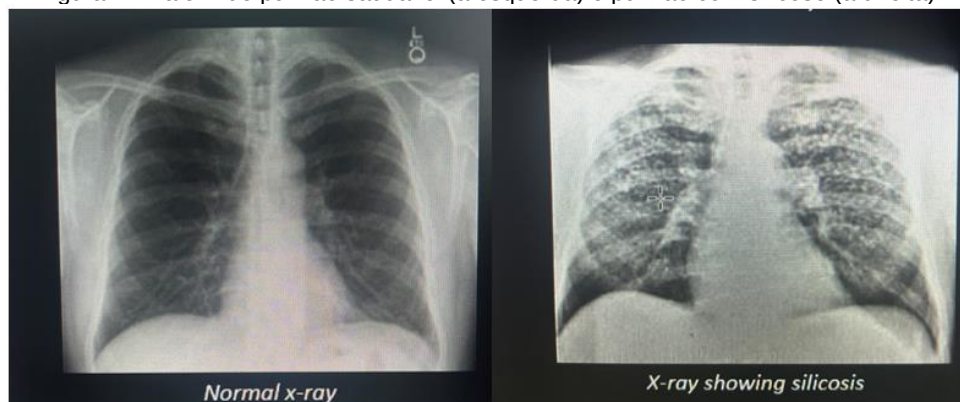
A inalação prolongada de poeira contendo sílica cristalina livre pode resultar em uma doença conhecida como silicose, a qual é caracterizada por fibrose progressiva dos pulmões, marcada por falta de ar e função pulmonar prejudicada. As complicações podem resultar em morte (HIRST, 2010; GRADY, 2017).

A silicose (Figura 1) é considerada a mais comum e graves de todas as pneumoconioses, constituindo um sério problema de saúde pública por apresentar altos índices de incidência e prevalência, especialmente nos países menos desenvolvidos. É, em geral, uma doença de desenvolvimento lento e pode progredir independentemente do término da exposição (HIRST, 2010; INTERFISIO, 2016; ALAGO, 2021). A silicose predispõe o organismo a uma série de comorbidades, pulmonares e extrapulmonares, como a tuberculose, o enfisema, a limitação crônica ao fluxo aéreo, as doenças autoimunes e o câncer. Em 1997, a Agência Internacional para Pesquisa sobre o Câncer (IARC) classificou a sílica cristalina como potencialmente cancerígena para humanos (GRADY, 2017; ALAGO, 2021). No Brasil a silicose é a pneumoconiose de maior prevalência, e já há muitos anos, é considerada para fins previdenciários como doença ocupacional (INTERFISIO, 2016; GRADY, 2017).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Os trabalhadores de fundição estão entre os 1 milhão de trabalhadores expostos à sílica cristalina anualmente, conforme estimativa do Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH – sigla em inglês). No entanto, a sílica continua sendo o refratário de escolha (Figura 2) por combinar as propriedades de refratariedade relativamente boa com muito boa resistência ao choque térmico e condutividade térmica, além de sua manutenção ser de custo relativamente baixo; tais propriedades fazem com que os materiais substitutos para refratários de sílica se tornem impraticáveis (NEWSOME & OGDEN, 1993; GRADY, 2017). Desta forma, a magnitude do desafio de reduzir a exposição de trabalhadores à sílica nestas operações é enorme.

Figura 1 - Raio-X de pulmão saudável (à esquerda) e pulmão com silicose (à direita).



Fonte: Fonte: Health Effect of Hazardous Substances, Student Manual, SEDULITAS, 2006

Figura 2 - Método tradicional de reparação de refratário de fornos de indução.



Fonte: Gradmatic Equipment Inc., 2017.

A indústria como um todo tem muita experiência no desenvolvimento de técnicas para avaliar e controlar os riscos de exposição (HIRST, 2010). Compreender a relação entre doenças e problemas de saúde com riscos ambientais modificáveis pode contribuir para identificar oportunidades de prevenção com todos os controles já disponíveis, incluindo ventilação local, isolamento, exaustão, alternativas sem sílica, etc (OMS, 2016).

Com o intuito de reduzir a exposição à sílica cristalina nos fornos de indução, o presente trabalho irá fazer a análise comparativa do processo atual e após mudanças nas embalagens de refratário e no processo de demolição e reparação do revestimento refratário à base de sílica.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Metodologia

O presente trabalho irá avaliar a exposição dos funcionários a substâncias químicas agressivas, que incluem poeira respirável contendo sílica cristalina, comparando os resultados das medições com os Limites de Exposição Ocupacional regulamentados na NR15 para agentes químicos e a seguir, descrever um plano de ação de gestão de Higiene Ocupacional e/ou recomendações para prevenir doenças ocupacionais e efeitos nocivos à saúde, entre os funcionários.

Para tal efeito, serão realizadas modificações no processo de demolição e revestimento do material refratário dos fornos de indução, as quais são listadas:

- Redesenhar os sacos do material refratário – sacos de 250 quilogramas com uma extensão na base, sem necessidade de corte e deposição (Figura 3); O presente processo inclui o corte e deposição de 25 sacos de refratário entre a fôrma e a parede do forno, gerando uma grande nuvem de poeira;
- Substituir o material refratário por um material similar contendo um menor percentual de quartzo;
- Substituir a ferramenta de demolição do refratário de ignição pneumática para elétrico, reduzindo a quantidade de partículas dispersas no ar durante a quebra do refratário gasto.

Figura 2 - Saco refratário com calha extensora.



Para quantificar os resultados obtidos, o seguinte método será utilizado:

- As amostras serão coletadas e analisadas em laboratório credenciado de acordo com a normativa NIOSH 7602, que trata do processo de análise quantitativo para amostras de sílica cristalina pelo método de infravermelho;
- A amostragem será realizada durante o processo de demolição e substituição do refratário dos fornos de indução;
- As medições serão realizadas apenas com o objetivo de avaliar a redução da atividade específica, que ocorre em intervalos de 07 dias e por um período de aproximadamente 2h da jornada de trabalho;
- Não será considerada nenhuma mudança nos EPI's atualmente utilizados pelos colaboradores.

As bandas de exposição a serem consideradas foram definidas para o presente trabalho com base nos padrões de exposição a agentes químicos e são apresentadas na Tabela 1:

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Tabela 1- Bandas de Exposição.

Banda	Cor	Definição
Muito Alta	Preta	>200% acima do OEL
Alta	Vermelha	> 100% acima do OEL
Moderada	Laranja	Acima do limite de ação (>50% do OEL)
Baixa	Verde	Excede 10% do OEL, mas abaixo de 50%
Muito Baixa	Azul	Menor que 10% do OEL

Fonte: Manual do Estudante, Sedulitas (2006).

Resultados

Após a realização das análises, os resultados indicaram que a exposição média a sílica cristalina durante o processo tradicional foi de 3,43mg/m³; com a implementação das mudanças sugeridas, essa média reduziu para 0,42mg/m³. As mudanças propostas no objetivo, foram realizadas de forma simultânea.

Para um material refratário à base de sílica-quartzo 80%, o limite de exposição é 0,10mg/m³, para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, conforme a Norma Regulamentadora nº 15, do Ministério do Trabalho e Emprego, que trata de Atividades e Operações Insalubres (NR 15); portanto, a exposição dos operadores de refratário está na banda “muito alta” antes e depois das modificações do processo.

Durante a realização da atividade, foi observada uma redução visual nos níveis de poeira. A eliminação do risco de corte em mãos e dedos, e o esforço físico dos colaboradores no processo de deposição do refratário, não foram considerados como objetivo inicial das mudanças propostas, no entanto, foram também observados nesse processo, uma vez que não houve necessidade do corte do saco contendo o material refratário.

Discussão

O uso contínuo de fornos de indução em processos industriais resulta na erosão do revestimento. O revestimento gasto precisa ser removido e substituído; isso é feito periodicamente, expondo os operadores a partículas de sílica transportadas pelo ar durante a operação de demolição e revestimento. É fundamental atuar no controle da exposição à inalação de ar contaminado com poeiras de sílica.

Os resultados dos níveis de exposição à sílica são superiores aos limites de exposição referidos na Norma Regulamentadora nº 15, do Ministério do Trabalho e Previdência. No entanto, durante as observações e após a análise dos resultados, foi possível observar que é possível minimizar a contaminação do local de trabalho, com a adoção de medidas de proteção.

A proposta de substituição de sacos de 20kg por um saco de maior capacidade e com calha extensora, bem como a troca do material de revestimento onde a quantidade de “quartzo cristalino respirável” é reduzida; e a substituição da britadeira de ignição pneumática por uma similar de ignição elétrica para o processo de demolição do refratário mostraram ser eficientes e reduziram a exposição a poeiras de sílica em mais de 200% quando comparado ao processo tradicional. No entanto, os resultados ainda estão acima dos limites de exposição ocupacional, indicando que medidas adicionais são necessárias.

Conclusão

As mudanças introduzidas no processo reduzem a exposição à sílica cristalina em comparação com o processo tradicional. Entretanto, os resultados de sílica cristalina excederam 200% do OEL para a atividade específica.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Recomenda-se a introdução das mudanças sugeridas e uma nova monitoria do ciclo completo de trabalho dos operadores de refratário dos fornos de indução para uma melhor conclusão dos ganhos reais na exposição dos funcionários.

De acordo com FISPQ, esse novo material é mais resistente ao calor, reduzindo a necessidade de troca do refratário e, portanto, reduzindo a exposição dos funcionários.

Alternativamente, uma nova estratégia ou procedimento de trabalho pode ser implementado para reduzir a exposição do funcionário à sílica cristalina, visto que atualmente há tecnologias disponíveis para semi-automação do processo de revestimento dos fornos de indução.

Os funcionários devem continuar a utilizar máscara facial completa com cartuchos de gás e vapor, contendo filtros de poeira; além de macacão que funcionam como uma proteção extra contra exposição à poeira, os quais devem seguir o ciclo de manutenção definidos nas práticas operacionais.

Referências

ALAGO, Iride. O que é sílica e quais os riscos de exposição dos colaboradores? **Segurança Química. 2021**. Disponível em < <https://www.chemicalrisk.com.br/o-que-e-a-silica/> > Acessado em: 28 de Junho de 2022

GRADY, Ayton J. An engineered method for installing refractory in coreless furnaces. **Gradmatic Equipment Inc. Bala, Ontario, Canada, 2017**

HIRST, Adrian. W201: Basic Principles in Occupational Hygiene. **British Occupational Hygiene Society, 2010**.

INTERFISIO. Exposição à sílica e silicose. 2016. **Interfisio Website** [Disponível em < <https://interfisio.com.br/exposicao-a-silica-e-silicose/> >] Acessado em: 28 de Junho de 2022.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. Silica, some silicates, coal dust and para-arami fibrils. **IARC Monographs on Evaluation Carcinogenic Risk to Humans**. Lyon, France: IARC, 1997. v. 68

NEWSOME, D. R., OGDEN, G. "Induction Furnace Refractories, State of the Art and Future Trends", **Casting Technology International**, 1993, p. 3.

NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health. **NIOSH Website** [Disponível em < <http://www.niosh.com.my/> >] Acessado em 22 de Setembro de 2022

NR15. Atividades e operações insalubres, página 96. **Norma Regulamentadora 15** [Disponível em < <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-15.pdf/view> >] Acessado em 22 de Setembro de 2022.

OMS: Organização Mundial da Saúde. Estimating environmental health impacts. 2016. **OMS Website** [Disponível em < <https://www.who.int/activities/environmental-health-impacts> >] Acessado em: 20 de Setembro de 2022.

Agradecimentos

Ao Instituto Superior de Ciências e Tecnologia de Moçambique pelo suporte técnico.