

ADEQUAÇÃO DE MÁQUINA DE FUNDIÇÃO DE BACIAS SANITÁRIA ÀS NORMAS DE SEGURANÇA

André da Costa Milan (UNIFAE) andrecmilan@yahoo.com.br

Resumo

Nas indústrias cerâmicas existem diversas operações para a produção de uma peça. Uma das etapas é a fundição, onde são produzidas as peças. O objeto de estudo desse trabalho é uma máquina para fundição de bacias sanitárias, localizada em uma indústria cerâmica no sul de Minas Gerais. Para o garantir uma atividade segura no trabalho existem as Normas Regulamentadoras criadas pelo Ministério do Trabalho brasileiro. Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo para apontar oportunidades de melhoria para minimizar ou eliminar os riscos de acidentes presentes na máquina. O método utilizado foi a análise qualitativa de riscos, associada a metodologia *Hazard Rating Number* (HRN) para mensurar a estimativa dos riscos encontrados. Os resultados da análise de risco permitiram tomar ações de melhoria para a preservação de segurança operacional na máquina.

Palavras-Chaves: Máquina de Fundição. Normas Regulamentadoras. Segurança no trabalho.

1. Introdução

Um assunto tão importante quanto a produtividade em uma indústria é a segurança do trabalhador em seu ambiente de trabalho. Atualmente, com as novas tecnologias e equipamentos, há uma grande diversidade de máquinas nas organizações.

Tal comprometimento é balizado em Normas Regulamentadoras. As primeiras regulamentações no Brasil datam de 8 de junho de 1972, por meio da portaria nº 3214 (BRASIL, 2016), a qual aprovou as 27 Normas Regulamentadoras (NR's) – Capítulo V, Título II, Consolidação das Leis do Trabalho.

Para se alcançar efetividade na segurança dos processos industriais aplicando os requisitos mínimos de segurança contidos nas NR's, são necessários três fatores: sistemas de proteção bem projetados, procedimentos operacionais adequados; capacitação dos colaboradores ligados diretamente aos equipamentos. Portanto, os estudos de análise de riscos nas empresas são necessários, pois não há como prever o momento exato em que ocorrerá um acidente e onde ele acontecerá, mas há como evitá-los ou minimizar o seu impacto no ambiente de trabalho.

1.1. Justificativa

A redução de acidentes passa necessariamente pela busca de equipamentos, métodos e procedimentos operacionais seguros de trabalho para os colaboradores das empresas, independentemente do seu porte. Essa busca deve ser balizada pelo atendimento às normas de

segurança aplicáveis, ação que confirma a legalidade e evidencia a preocupação das empresas com os seus colaboradores. Nesse sentido, se propôs a realizar um estudo sobre uma máquina de fundição de louças sanitárias de uma indústria do Sul de Minas Gerais-MG, para verificar o nível de atendimento às normas de segurança aplicáveis e identificar oportunidades de melhoria para as condições de trabalho dos colaboradores.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Realizar um estudo sobre os aspectos estruturais e a rotina operacional de uma máquina de fundição de bacias sanitárias, para identificar oportunidades de melhoria, assegurar a prevenção de acidentes e aumentar o nível de segurança operacional dos colaboradores.

1.2.2. Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Estudar os requisitos das NR's e identificar quais são aplicadas à máquina objeto de estudo;
- b) Executar a análise de riscos para detectar oportunidades de melhoria na máquina;
- c) Projetar e analisar a viabilidade de implantação de dispositivos de segurança, para as oportunidades de melhoria identificadas, em atendimento aos requisitos das normas;
- d) Implementar e avaliar o desempenho prático dos dispositivos instalados e se esses atendem aos requisitos mínimos da norma na prevenção de acidentes;

1.3. Descrição do Equipamento

A máquina em estudo está localizada numa Cerâmica de louças sanitárias. Está instalada no processo de fundição, especificamente na fundição de vasos sanitários.

O processo produtivo do vaso sanitário utiliza dois conjuntos de moldes. Um conjunto produz o corpo contendo duas laterais, o pé e o bolão, outro conjunto produz a argola, composta pela argola superior e argola inferior. Depois de prontas, essas duas partes são coladas (Figura 1), não havendo problemas com rachaduras depois de queimadas.

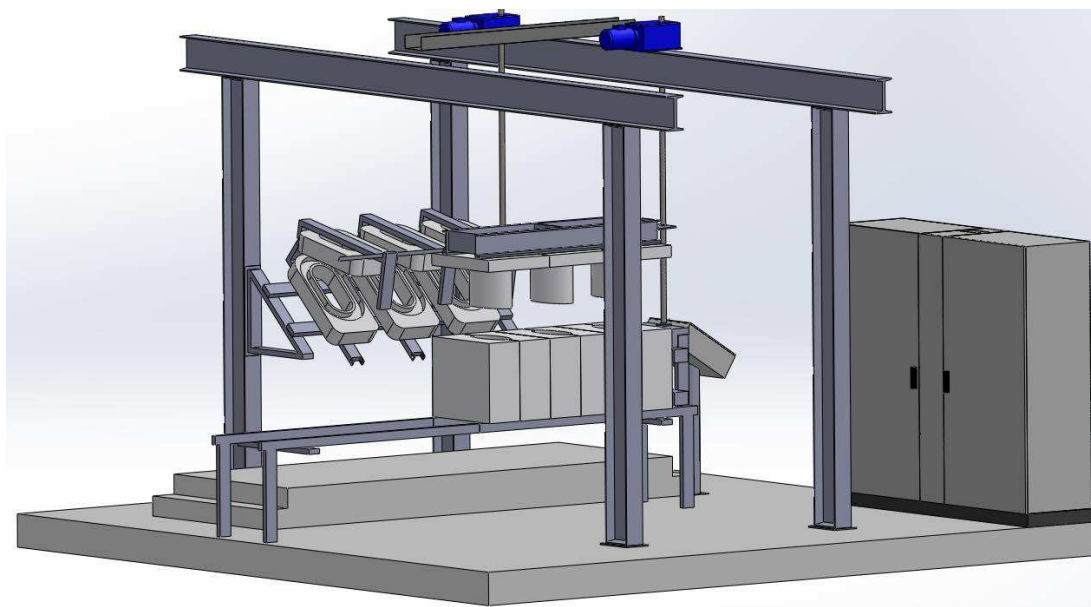
Figura 1 - Vaso sanitário com argola e corpo



Fonte: MIL ASSENTOS, 2016

A Figura 2 mostra a estrutura da máquina deste estudo.

Figura 2 - Máquina de fundição de bacia com colagem de argola



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016

As informações contidas no anexo VIII da NR 12, diz sobre prensas e similares. A máquina de fundição de bacia com colagem de argola se enquadra no item 1.2 deste anexo, a qual é máquina similar com funções e riscos equivalentes aos das prensas, e se enquadra ao subitem G, prensas de compactação e de moldagem, conforme ilustra a Figura 2.

2. Referencial Teórico

2.1. Segurança do trabalho

A segurança do trabalho tem como objetivo proporcionar proteção ao trabalhador, para preservar a sua saúde e integridade física e minimizar ou eliminar os riscos de acidentes e doenças ocupacionais, no seu ambiente de trabalho.

Segundo o Ministério do Trabalho – MT (2014), 25% dos acidentes de trabalho graves e incapacitantes registrados no país, foram causados por máquinas e equipamentos obsoletos, sendo uma das principais causas de acidentes, a entrada em diferentes zonas de risco, ocasionando o corte, esmagamento, cisalhamento de membros superiores e inferiores do corpo.

2.2. Normas Regulamentadoras

Em 08 de junho de 1978, foi criada a portaria Nº 3214, aprovando as Normas Regulamentadoras contidas na Lei Nº 6514 de 22 de Dezembro de 1977, Capítulo V, Título II, Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho (BRASIL, 2016), e incumbe o Ministério do Trabalho a elaborar e fiscalizar todas as empresas privadas ou qualquer tipo de atividade que admita trabalhadores como empregados, se estão em conformidade ao mínimo de segurança exigido nas NR's.

Segundo Waldhelm (2015), as Normas Regulamentadoras são um conjunto de procedimentos e orientações técnicas relativas à segurança no trabalho, elaboradas e alteradas por uma comissão tripartite composta por representantes do governo, empregadores e empregados.

Atualmente existem 36 NR's aprovadas e publicadas (MT, 2016). Algumas estão desatualizadas e outras passam por reformulação para se adaptarem às novas tecnologias e processos, a fim de garantir um mínimo de segurança ao trabalhador. Não são todas as NR's que se aplicam em uma empresa, para cada tipo de atividade existe uma Norma específica.

Para esse estudo foram utilizadas a NR 10 (Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade) e a NR 12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos).

2.3. Riscos Ambientais

Os riscos ambientais são agentes capazes de causar danos à saúde e à integridade física dos trabalhadores (SANTOS, 2016). Os riscos ambientais estão divididos em cinco grupos, conforme o Quadro 1.

Quadro 1- Riscos Ambientais

Riscos Ambientais				
Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Agentes químicos	Agentes Físicos	Agentes Biológicos	Agentes Ergonômicos	Agentes Mecânicos
Fumos metálicos	Ruído	Vírus	Trabalho físico pesado	Arranjo físico deficiente
Poeira	Vibração	Bactéria	Postura incorreta	Máquinas sem proteção
Névoas	Radiação ionizante e não ionizante	Protozoários	Treinamento inadequado, inexistente	Matéria-prima fora de especificação
Vapores	Pressões anormais	Fungos	Jornadas prolongadas de trabalho	Equipamentos inadequados, defeituosos ou inexistentes
Gases	Temperaturas extremas	Bacilos	Trabalho noturno	Ferramentas defeituosas, inadequadas ou inexistentes
Produtos químicos em geral	Frio Calor	Parasitas	Responsabilidade e Conflito, Tensões Emocionais	Iluminação deficiente Eletricidade
Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral	Umidade	Insetos, cobras, aranhas, etc.	Desconforto Monotonia	Incêndio Edificações Armazenamento
Outros	Outros	Outros	Outros	Outros
VERMELHO	VERDE	MARROM	AMARELO	AZUL

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da NR 09, MT 2016

Para este estudo, foram utilizados os riscos ambientais do Grupo V – Riscos Mecânicos ou Acidentes, pois os outros riscos já são analisados periodicamente pelos técnicos de segurança do SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho) da empresa.

3. Materiais e Métodos

3.1. Análise de risco

Para este trabalho foi realizada uma análise dos riscos inerentes aos agentes mecânicos (acidentes) identificados conforme o Grupo V do Quadro 1, além de outros aspectos observados que representaram oportunidades de melhoria.

Segundo Bitar & Ortega (1998) uma análise de risco corresponde a uma estimativa prévia da probabilidade de ocorrência de um acidente e a avaliação de suas consequências sociais, econômicas e ambientais.

Para se analisar um risco existem duas metodologias:

- a) **Análise de Risco Quantitativo:** para a medição dos agentes ambientais, são utilizados equipamentos específicos para cada tipo dos grupos de risco. Segundo a NR 09, as análises devem ser realizadas para comprovar a existência ou não de cada risco (MTE, 2015).
- b) **Análise de Risco Qualitativo:** avaliação ou inspeção realizada em determinado local de trabalho, observando as características físicas do ambiente laboral, os agentes ambientais e funções exercidas naquele local (MTE, 2015).

3.1.1. Estimativa do risco

Para mensurar a estimativa de risco ambiental, a metodologia adotada é denominada HRN – *Hazard Rating Number* (Número de Avaliações de Perigo), muito utilizada em Países da Comunidade Europeia e Reino Unido (MTE, 2015). O indicador da estimativa do risco também indicado pela sigla *HRN*, matematicamente é representado por:

$$HRN = LO \times FE \times DPH \times NP$$

A pontuação para cada parâmetro dessa equação e o que cada um deles representa, estão descritos nos Quadros 2, 3, 4 e 5. Por exemplo, a probabilidade de ocorrência do dano é um fator que avalia as chances de que um determinado problema possa acontecer, conforme ilustra o Quadro 2.

Quadro 2 - Probabilidade de Ocorrência do Dano (LO)

Pontuação	Descrição
15	Certo (sem dúvidas)
10	Muito provável (esperado)
8	Provável (sem surpresas)
5	Alguma chance (pode acontecer)
2	Possível (mas não usual)
1,5	Improvável (embora concebível)
1	Altamente improvável (mas pode ocorrer)
0,03	Quase impossível (pode ocorrer em circunstâncias extremas)

Fonte: MTE - Ministério do Trabalho e Emprego (2015)

A frequência de exposição é o fator que mensura a exposição do trabalhador no risco ambiental em estudo (Quadro 3).

Quadro 3 - Frequência de exposição (FE)

Pontuação	Descrição
5	Constantemente
4	Em termos de hora
2,5	Diariamente
1,5	Semanalmente
1	Mensalmente
0,5	Anualmente

Fonte: MTE - Ministério do Trabalho e Emprego (2015)

O fator de gravidade de uma possível lesão leva em consideração qual tipo de lesão pode ocorrer em caso de acidente (Quadro 4).

Quadro 4 - Gravidade da possível lesão (DPH)

Pontuação	Descrição
15	Morte
12	Enfermidade permanente ou crítica
8	Perda de 2 membros / olhos ou doença grave (irreversível)
4	Perda de 1 membro / olho ou doença grave (temporária)
2	Fratura – ossos importantes ou doença leve (permanente)
1	Fratura - ossos menores ou doença leve (temporária)
0,5	Laceração / Corte / Efeito leve na saúde
0,1	Arranhão / Contusão / Escoriação

Fonte: MTE - Ministério do Trabalho e Emprego (2015)

O índice do número de pessoas expostas é a quantidade de trabalhadores expostos ao risco em um determinado turno de trabalho (Quadro 5).

Quadro 5 - Número de pessoas expostas (NP)

Pontuação	Descrição
12	Mais de 50 pessoas
8	16 – 50 pessoas
4	8 – 15 pessoas
2	3 – 7 pessoas
1	1 – 2 pessoas

Fonte: MTE - Ministério do Trabalho e Emprego (2015)

Conforme os critérios estabelecidos nos Quadros 2 a 5, o próximo passo foi o cálculo da pontuação de cada parâmetro e, conseqüentemente, do indicador *HRN*. Para a estimativa do risco a partir do *HRN* calculado foi utilizado o Quadro 6, que mostra quatro possibilidades de risco de acidentes, classificados conforme quatro diferentes faixas de pontuação.

Quadro 6 – Faixas de Pontuação e Risco para o Indicador HNR

HRN	Risco	Descrição	Ação
0 - 5	Insignificante	Oferece um risco muito baixo para a segurança e saúde.	Nenhuma Ação Requerida
5 – 50	Baixo porém Significativo	Contém riscos necessários para a implementação de medidas de controle de segurança.	Melhoria Recomendada
50 - 500	Alto	Oferece possíveis riscos, necessitam que sejam utilizadas medidas de controle de segurança urgentemente.	Necessária Ação de Melhoria
500+	Inaceitável	É inaceitável manter a operação do equipamento na situação que se encontra.	Necessária Ação de Melhoria

Fonte: MTE - Ministério do Trabalho e Emprego (2015)

As ações cabíveis são classificadas em três categorias de melhorias necessárias:

- Risco baixo, porém significativo:** pelo baixo valor calculado para o *HRN* é aconselhável o uso de EPI, aplicação de treinamentos e procedimentos, e não são requeridas melhorias significativas, para inimizarem o valor encontrado de *HRN*.
- Risco alto:** devem ser implantadas medidas de controle adicionais no equipamento, em um prazo recomendado de 6 meses.
- Risco Inaceitável:** é necessário parar imediatamente as operações no equipamento até que sejam tomadas as medidas de controle adicionais.

3.1.2. Categoria de Risco

Quando é necessária a implementação de um sistema de controle para assegurar a segurança do operador, outros fatores deverão ser levados em consideração para a determinação da categoria de risco dos dispositivos de segurança a serem instalados.

Para determinar a categoria de risco dos dispositivos de segurança, aplicam-se os parâmetros do anexo B da norma ABNT NBR 14.153:2013, demonstrados no Quadro 7.

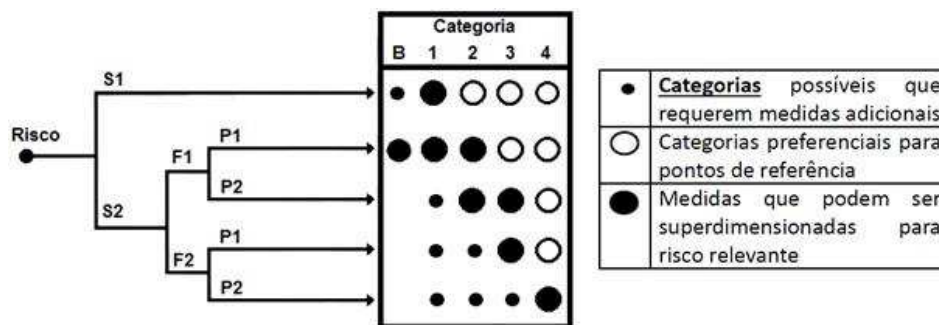
Quadro 7 - Parâmetros para determinação da categoria de risco, ABNT NBR 14.153

S- Severidade do ferimento	
S1	Ferimento leve (normalmente reversível) contusão e/ou laceração
S2	Ferimento sério (normalmente irreversível) amputação ou morte
F- Frequência e/ou tempo de exposição ao perigo	
F1	Raro e relativamente frequente e/ou baixo tempo de exposição – frequentemente ou continuamente
F2	Frequente a contínuo e/ou tempo de exposição longo
P- Possibilidade de evitar o perigo	
P1	Possível sob condições específicas – existe chance de evitar
P2	Quase nunca possível – não existe chance de evitar

Fonte: Elaborado pelo autor a partir na ABNT NBR 14.153, 2013

Após especificados os parâmetros do Quadro 7, optou-se pelo guia presente na ABNT NBR 14.153:2013 para auxiliar na escolha da categoria de risco dos dispositivos de segurança (Figura 3). Ao aplicar os parâmetros do Quadro 7, é possível definir um caminho até chegar na categoria de risco dos dispositivos de segurança.

Figura 3 - Guia para selecionar a categoria de risco.



Fonte: ABNT NBR 14.153, 2013

O Quadro 8, utilizado como referência nesse trabalho, apresenta a definição de cada categoria de risco dos dispositivos de segurança segundo a ABNT NBR 14.153:2013.

Quadro 8 – Descrição das categorias de risco dos dispositivos de segurança

Categoria	Descrição
B	A ocorrência da falha de segurança pode levar a perda da função de segurança.
1	A ocorrência da falha pode levar a perda da função de segurança, mas a probabilidade é mais baixa do que a CAT B.
2	A função de segurança será perdida por uma falha única, como um curto-circuito no fio de entrada.
3	Um acúmulo de falhas não detectadas pode levar à perda da função de segurança. Função Principal: Redundância.
4	Um acúmulo de falhas não irá levar à perda da função de segurança. Função Principal: Redundância e Auto Teste.

Fonte: ABNT NBR 14.153, 2013

4. Resultados e Discussões

4.1. Identificação dos Riscos

Para a identificação de riscos na operação da máquina de fundição de louças sanitárias foi aplicada a metodologia de Análise de Risco Qualitativo. Essa metodologia não requer a utilização de instrumentos de medição para mensurar o risco identificado.

Ao analisar os aspectos estruturais e a rotina operacional da referida máquina foram identificadas duas oportunidades de melhoria, as quais são descritas no Quadro 9.

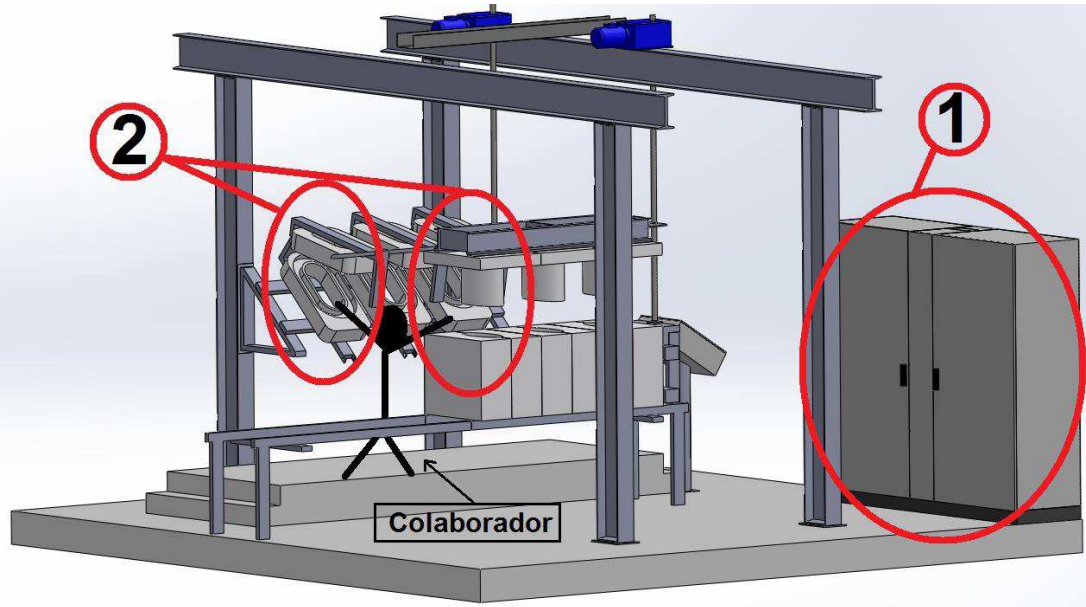
Quadro 9 - Riscos de acidentes encontrados no ambiente laboral

Item	Riscos	Descrição dos Riscos
1	Choque Elétrico	1- Painel em desconformidade com a NR10; 3- Sistema pneumático junto com sistema de potência (NR10 – item 10.4.2).
2	Esmagamento	1- Ao levantar e abaixar as mesas de bolões e argola, o fundidor ou ajudante de produção fica exposto ao trabalhar ao lado das mesas em movimentação, sem haver nenhum dispositivo de segurança para parada instantânea da máquina (NR12 – Anexo VIII).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016

Para melhor visualização dos riscos encontrados no Quadro 9, os dois riscos foram apontados na Figura 2 que ilustra a máquina de fundição de bacias sanitária, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Local onde foram encontrados os riscos no ambiente laboral



Fonte: Adequado pelo o autor da Figura 2

4.2. Estimativa de Riscos

A metodologia *HRN* foi aplicada para cada uma das duas oportunidades de melhoria abordadas no capítulo 4.1.1 Identificação de Riscos, para a determinação da estimativa de riscos. A pontuação calculada para cada parâmetro necessário ao cálculo do indicador *HRN* e o valor obtido para o próprio indicador *HRN* são apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 - Aplicação da Metodologia HRN.

Item	Risco	Parâmetros	Pontuação	Descrição
1	Choque Elétrico	Probabilidade de ocorrência do dano (LO)	5	Alguma chance (pode acontecer)
		Frequência de Exposição (FE)	1,5	Semanalmente
		Gravidade da Possível Lesão	15	Morte
		Número de Pessoas Expostas (NP)	2	3 – 7 pessoas
		Hazard Rating Number	225	Alto. Oferece possíveis riscos, necessitam que sejam utilizadas medidas de controle de segurança urgentemente.
2	Esmagamento	Probabilidade de ocorrência do dano (LO)	5	Alguma chance (pode acontecer)
		Frequência de Exposição (FE)	5	Constantemente
		Gravidade da Possível Lesão	8	Perda de 2 membros / olhos ou doença grave (irreversível)
		Número de Pessoas Expostas (NP)	4	8 – 15 pessoas
		Hazard Rating Number	800	Inaceitável. É inaceitável manter a operação do equipamento na situação que se encontra.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016

4.2.1. Categoria de Risco aplicáveis

Somente será necessário especificar a categoria de riscos dos dispositivos de segurança para o risco de Esmagamento, pois é o único risco que necessita de dispositivo de segurança para minimizá-lo ou extingui-lo (Quadro 11).

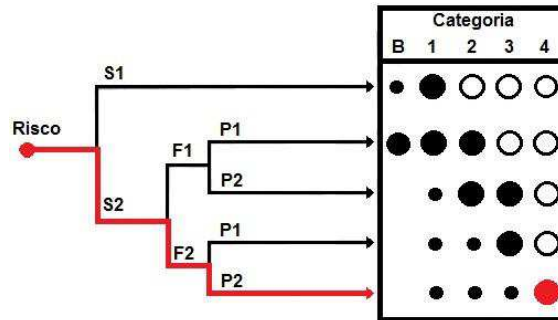
Quadro 11 - Parâmetros do risco esmagamento

Risco	Parâmetros	Pontuação	Descrição
Esmagamento	Severidade	S2	Ferimento sério (normalmente irreversível) amputação ou morte
	Frequência	F2	Frequente a contínuo e/ou tempo de exposição longo
	Possibilidade	P2	Quase nunca possível – não existe chance de evitar

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016

Especificadas todas as possibilidades para os parâmetros S, F e P ilustrados no Quadro 11, foi definido que a categoria de risco dos dispositivos de segurança para o risco de esmagamento é a categoria 4, conforme a Figura 5.

Figura 5 - Categoria de Risco para os dispositivos de segurança para o risco de Esmagamento



Fonte: Adequado pelo o autor da ABNT NBR 14.153:2013, 2016

4.3. Adequação à NR 10

Para solucionar os problemas encontrados no Quadro 9, item 1, foi proposta a melhoria dos painéis para adequação aos requisitos da NR 10. O novo projeto elétrico propôs o desmembramento do antigo painel, que possuía o sistema elétrico em 380 volts, o sistema de automação e o sistema pneumático todos juntos, na construção de três novos painéis:

- a) **Painel de potência (380 Volts):** abrigou todo equipamento elétrico de potência (chave geral, disjuntores, contadores e inversores de frequência). A tensão deste painel se enquadra na faixa de baixa tensão. E para prevenção de choque elétrico ou arco voltaico (Quadro 9), foi instalado um disjuntor elétrico com manopla de desligamento na porta do painel. O procedimento de painel desenergizado atende ao item 10.5 da NR 10.
- b) **Painel de automação (24 Volts):** abrigou o sistema de automação, relés e sinais de sensores vindos da máquina;
- c) **Painel pneumático:** Foram instalados os transmissores de pressão que medem a pressão da linha de ar comprimido, e as válvulas pneumáticas responsáveis por abrir as válvulas de processo.

A proposta de criação dos três novos painéis, atendeu aos requisitos da NR 10 e minimizou o risco de choque elétrico conforme indicado no Quadro 9.

Todas essas melhorias irão assegurar a prevenção de acidentes e aumentar o nível de segurança operacional dos colaboradores.

4.4. Adequação à NR 12

4.4.1. Sistema de Segurança

Para atender aos requisitos mínimos que a norma exige, a máquina de fundição de bacias sanitárias foi enclausurada por grades de proteções fixas e móveis e, onde não foi possível a colocação de grade foi instalada uma cortina de luz.

4.4.1.1. Chave de intertravamento de segurança

Existem dois caminhos onde o operador do turno pode entrar na máquina para fazer a limpeza nas formas ou acabamento nas peças prontas. Nessas duas entradas foram instaladas proteções móveis, que na verdade são portas, e cada uma possui uma chave de intertravamento de segurança (Figura 6). Essas portas somente serão fechadas para movimentar as mesas das argolas e bolões. Se alguma porta estiver aberta, não será possível a movimentação das mesas.

Figura 6 - Chave de intertravamento CIS-MM21A



Fonte: WEG, 2016

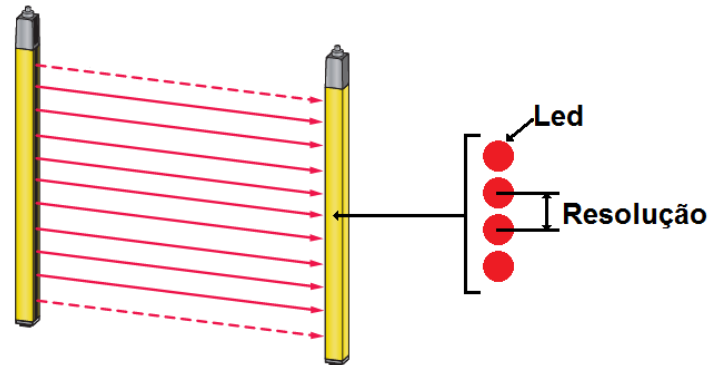
A instalação dessa porta com a chave de intertravamento impedirá a movimentação de pessoas no corredor da máquina durante a movimentação das mesas das argolas ou bolões, evitando que algum colaborador sofra algum esmagamento de membros (Quadro 9, item 2).

4.4.1.2 Cortina de luz de segurança

No corredor, onde ainda há o risco de esmagamento pelo movimento de elevação e abaixamento da mesa dos bolões, e não foi possível projetar uma grade móvel, foi projetada e instalada uma cortina de luz de segurança.

Para prevenir esse risco foi indicada a instalação de uma barreira de luz com resolução de 40 milímetros e alcance máximo de 20 metros. A resolução de uma cortina de luz é definida como a distância entre dois Leds emissores, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Ilustração da resolução de uma cortina de luz.



Fonte: Leuze Electronic, 2016

De acordo com o cálculo presente na NR 12, anexo 1, item B (Cálculo das distâncias mínimas de segurança para instalação de detectores de presença optoeletrônicos ESPE usando cortina de luz AOPD), chegou-se a uma distância mínima de 490 milímetros, entre a instalação da cortina de luz e o local de risco de esmagamento.

5. Considerações Finais

O presente estudo teve como objetivo geral analisar oportunidades de melhoria em uma máquina de fundição de bacias sanitárias para adequação às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho.

Através de uma análise de risco qualitativa dos riscos mecânicos foi possível identificar quais eram as não conformidades em relação as NR's. Foram encontradas duas não conformidades, que representam possíveis riscos causadores de acidentes de trabalho: Choque Elétrico e Esmagamento.

A aplicação da metodologia HRN (Hazard Rating Number) em cada risco de acidente encontrado, permitiu estipular um índice para priorizar as ações corretivas a serem tomadas. O risco de choque elétrico e esmagamento tiveram seu índice HRN muito alto, sendo necessário uma ação corretiva imediata para cada risco.

Foi projetado uma ação corretiva para cada não conformidade encontrada, a fim de minimizar ou eliminar o risco de acidentes. Também na fase do projeto foi realizada uma análise de viabilidade técnica e econômica, para certificar se as ações a serem tomadas eram as mais

corretas. As medidas corretivas propostas no projeto foram aceitas e instaladas na máquina de fundição de bacias sanitária.

Para eliminar o risco de esmagamento, houve a instalação das portas com chaves de intertravamento de segurança e a instalação das cortinas de luz. A instalação destes dispositivos de segurança não impactou o sistema produtivo desta máquina.

Após a implementação das melhorias, a possibilidade de ocorrência de algum acidente foi minimizada, eventualmente se houver algum acidente, será por falha humana em descumprimento às normas de segurança da empresa e aos procedimentos operacionais vigentes.

Conclui-se que o objetivo geral e respectivos objetivos específicos propostos para este trabalho foram alcançados com sucesso.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.153:2013**: Segurança de máquinas — Partes de sistemas de comando relacionados à segurança — Princípios gerais para projeto. Brasília. 2013. 31 p.

BITAR, O.Y. & ORTEGA, R.D. **Gestão Ambiental**. In: Oliveira, A.M.S. & Brito, S.N.A. (eds.) Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

LEUZE ELECTRONIC. **MLC 510**. Disponível em: <[http://www.leuze.com.br/pt/brasil/produtos/produtos_para_a_seguran_a_no_trabalho/sensores_de_seguran_a_optoeletr_nicos/cortinas_de_luz_de_seguran_a/mlc_5_5/mlc_51_5/selector.php?supplier_aid=68001410&grp_id=1351583849457&lang=por#{"tab":"0"}](http://www.leuze.com.br/pt/brasil/produtos/produtos_para_a_seguran_a_no_trabalho/sensores_de_seguran_a_optoeletr_nicos/cortinas_de_luz_de_seguran_a/mlc_5_5/mlc_51_5/selector.php?supplier_aid=68001410&grp_id=1351583849457&lang=por#{)>. Acesso em: 15 abr. 2016.

MIL ASSENTOS. **Assento Sanitário Sabatini**. Disponível em: <<http://www.1000assentos.com.br/site/index.php/assento-sanitario-sabatini-icasa/>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

MT - MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Normas Regulamentadoras**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (Brasil). **Métodos de Avaliação de Risco e Ferramentas de Estimativa de Risco Utilizados na Europa Considerando Normativas Europeias e o Caso Brasileiro**. 2015. Disponível em: <http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/risco_mte.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2015.

SANTOS, Zelãene dos. **NR-9 - Riscos Ambientais**: Programa de Controle Médico de Saúde Ambientais – PPRA. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~mittmann/NR-9_BLOG.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2016.

WALDHELM NETO, Nestor. **Segurança do Trabalho: os Primeiros Passos**. São Paulo: Viena, 2015. 384 p.

WEG. **Chave De Intertravamento De Segurança CIS-M Instruções De Operação**. 2014. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-manual-de-operacao-da-chave-de-intertravamento-de-seguranca-cis-m-manual-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.