

## **Proposta de Adequação de um Moinho de Bolas de uma empresa em Minas Gerais-Brasil à Norma Regulamentadora - NR-12**

**Proposal for the Adaptation of a Ball Mill of a company in Minas Gerais-Brazil to the Regulatory Standard - NR-12**

**Propuesta de Adecuación de un Molino de Bolas de una empresa de Minas Gerais-Brasil a la Norma Regulatoria - NR-12**

Recebido: 14/09/2021 | Revisado: 20/09/2021 | Aceito: 23/09/2021 | Publicado: 25/09/2021

### **Danielle Fernandes Guerra**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0428-2458>  
Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
E-mail: [danifguerra@unifei.edu.br](mailto:danifguerra@unifei.edu.br)

### **Gabriely Araujo Paulino**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5756-5174>  
Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
E-mail: [gabriely.paraujo@gmail.com](mailto:gabriely.paraujo@gmail.com)

### **Larissa Costa Perucci**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5534-0924>  
Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
E-mail: [larissaperucci@unifei.edu.br](mailto:larissaperucci@unifei.edu.br)

### **Mariane Araujo Pereira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2941-8331>  
Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
E-mail: [marianeapereira73@gmail.com](mailto:marianeapereira73@gmail.com)

### **Vitória Caldas de Senna**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4912-1220>  
Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
E-mail: [vitoria-c@hotmail.com](mailto:vitoria-c@hotmail.com)

### **Lindomar Matias Gonçalves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9377-4395>  
Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
E-mail: [lindomar@unifei.edu.br](mailto:lindomar@unifei.edu.br)

### **Resumo**

Motivada pelos desdobramentos tecnológicos da industrialização mediante as preocupantes estatísticas de acidentes do trabalho, a NR-12 foi criada para tratar da Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Com base nesta norma e com o auxílio de um profissional de engenharia de saúde e segurança é possível investigar e realizar adequações necessárias no maquinário. Ao analisar o moinho de bolas, uma máquina muito comum na indústria de mineração, é possível perceber os riscos presentes e a importância da segurança no trabalho. A operação do moinho de bolas envolve o uso de empilhadeira para o carregamento, matérias primas que compõem o material a ser refinado, e também o trabalho em altura. Para realizar a manutenção desta máquina é necessário ter treinamento em NR-33, que aborda o Trabalho em Espaço Confinado. Trabalhar com esta máquina envolve exposição a riscos físicos (como ruído e vibração), químicos, mecânicos e ergonômicos (uma vez que a tarefa é cansativa e exige intenso esforço do operador). Esse artigo apresenta uma proposta de adequação do ambiente de trabalho e do equipamento conforme a NR-12, a fim de eliminar ou minimizar os riscos aos quais os trabalhadores estão expostos.

**Palavras-chave:** NR-12; Moinho de bolas; Riscos.

### **Abstract**

Motivated by the industrialization technological developments through the accidents at work worrying statistics, NR-12 was created to deal with Safety at Work in Machinery and Equipment. Based on this standard and with a health and safety engineer professional support, it is possible to analyze and make the necessary adjustments to the machinery. In the study it is possible to see the risks present and the safety at work importance on the ball mill, once a very common machine in the mining industry. The ball mill operation involves the forklift for loading, raw material that make up the material to be refined, and also work at height. In order to carry out maintenance on this machine, it is necessary for machinery maintenance employees to have training in NR-33 standard which addresses Work in Confined Space. Working with this equipment involves exposure to physical risks (such as noise and vibration) chemical risks, mechanical risks and ergonomic risks (considering that it is tiring work and requires intense effort from the worker).

This article presents a proposal to adapt the work environment and equipment according to the NR-12 standard in order to eliminate or minimize the risks to which workers are exposed.

**Keywords:** NR-12; Ball mill; Risk.

### **Resumen**

Motivado por los avances tecnológicos de la industrialización a través de las preocupantes estadísticas de accidentes de trabajo, se creó el NR-12 para abordar la Seguridad en el Trabajo en Maquinaria y Equipos. Con base en esta norma y con la asistencia de un profesional de ingeniería de seguridad y salud, es posible investigar y realizar los ajustes necesarios en la maquinaria. Al analizar el molino de bolas, una máquina muy común en la industria minera, es posible ver los riesgos presentes y la importancia de la seguridad en el trabajo. La operación del molino de bolas implica el uso de una carretilla elevadora para la carga de materias primas que componen el material a refinar, y también el trabajo en altura. Para realizar el mantenimiento de esta máquina, es necesario tener capacitación en NR-33, que cubre el trabajo en espacios confinados. Trabajar con este equipo implica la exposición a peligros físicos (como ruido y vibración), químicos, mecánicos y ergonómicos (ya que la tarea es agotadora y requiere un esfuerzo intenso por parte del operador). En este artículo se presenta una propuesta de adecuación del ambiente y equipamiento de trabajo según NR-12, con el fin de eliminar o minimizar los riesgos a los que están expuestos los trabajadores.

**Palabras clave:** NR-12; Molino de bolas; Riesgo.

## **1. Introdução**

Os números relacionados aos acidentes de trabalho são alarmantes, há alguns anos não era comum falar sobre acidentes no trabalho, pouco se preocupava com acidentes de perdas parciais ou totais de membros no desenvolvimento de suas atividades. Atualmente, devido às exigências das normas de segurança, bem como os passivos e causas trabalhistas, atenuou-se maiores cuidados e investimentos em redução de acidentes. Em diversos segmentos industriais, a mineração destaca-se pela diversidade de periculosidade em seus processos, isso devido a robustez e especificidades de seus equipamentos e processos.

De acordo com a Organização Internacional do Trabalho - OIT, o Brasil teve um aumento de 18% de 2012 a 2020, em acidentes com máquinas e equipamentos. Esses acidentes podem causar lesões, amputações e danos mais graves que são quinze vezes maiores do que as demais causas, na qual gera três vezes mais acidentes fatais na média geral. Para este mesmo período, o Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho estima que uma morte ocorra a cada 3 horas 51 minutos 28 segundos, no ambiente laboral e a cada 50 segundos, é notificado um acidente de trabalho com trabalhadores de carteira assinada. Com isso, pode-se analisar que esses problemas mostram a carência de medidas de proteção coletiva e da eficácia das políticas de prevenção.

No entanto, tem-se como base a Norma Regulamentadora 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, que será o foco deste estudo, pois busca a segurança no trabalho em máquinas e equipamentos nas fases de projeto e também em sua utilização.

Contudo, foi realizado um estudo prévio sobre o equipamento Moinho de Bolas, que é muito utilizado nos processos de cominuição (redução de grãos) de minérios no setor de mineração, cujo objetivo é identificar e analisar os riscos existentes na máquina de uma empresa localizada na cidade de Itabira-MG, com o intuito de apresentar possíveis propostas de adequações segundo a NR-12. O objetivo central do trabalho está na busca de adequação à norma e redução de riscos com o manuseio e manutenção dos equipamentos deste segmento industrial, visando um ambiente de trabalho mais seguro e de acordo com as leis vigentes.

## **2. Metodologia**

Para realizar este projeto, utilizou-se pesquisas científicas nas bases de dados da Periódicos Capes, Scielo, IEEE Xplore e Google Acadêmico, com o intuito de encontrar similaridades do que já existe para justificar o estudo proposto, a importância da segurança e da adequação da máquina conforme a NR-12. Portanto, trata-se de uma pesquisa de campo, com natureza qualitativa, onde foram realizadas visitas na empresa para levantamento de características específicas do equipamento estudado,

por meio de filmagens e fotografias.

O presente trabalho foi realizado em cinco etapas (Fluxograma 1), de forma a avaliá-lo qualitativamente e analisar os riscos presentes no local de trabalho conforme a NBR 12100 e a NBR 14153, que abordam a categoria de risco onde o equipamento deve estar sob responsabilidade técnica de um profissional habilitado segundo a norma. Vale ressaltar que não houve, até o momento da publicação, a implementação das medidas propostas dentro da empresa.

### 3. Referencial Teórico

No início da Revolução Industrial, com o surgimento das primeiras indústrias, juntamente com o avanço tecnológico e aumento da produtividade, os adoecimentos e acidentes de trabalho começaram a tomar grandes proporções, provocados por substâncias e ambientes inadequados devido às condições em que as atividades eram desenvolvidas, a falta de experiência dos operadores, como também devido às próprias máquinas e equipamentos, o que gerou grandes números de acidentes e trabalhadores mutilados (Ruppenthal, 2013, p.16). Assim, é necessário dizer que é de suma importância a NR-01 - Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais dentro desse setor industrial, pois nela emprega diretrizes que podem atuar e supervisionar a saúde e segurança dos funcionários.

A NR-12, criada em 8 de junho de 1978 pelo Ministério do Trabalho e Emprego, estabelece os requisitos mínimos sobre todas máquinas e equipamentos, onde contém itens como manutenção, arranjo físico, utilização e inspeção com a finalidade de resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores. Desde quando foi criada sofreu diversas atualizações, a última ocorreu por meio da Portaria n.º 916 de 30 de julho de 2019.

Ao aprofundar no estudo da norma, nota-se que a garantia da saúde e segurança vai muito além do empregador adquirir uma máquina segura ou com um laudo da NR-12. Este é apenas o primeiro passo do processo, o empregador continua a ser responsável sobre as ações de riscos operacionais. Não é atípico presenciarmos situações em que a empresa se empenha, muitas vezes além da sua capacidade financeira, para adquirir uma máquina de tecnologia altamente avançada e após estar no ambiente laboral, todo o resto, como a instalação, a operação e a conservação, ser negligenciado (Duarte, 2018, p.20).

Diante disso, tem-se a necessidade da efetiva aplicação da NR-12 em conjunto com a adoção de sistemas de avaliação e gestão dos riscos, visando a diminuição de perdas ao trabalhador e garantia da sua saúde e segurança. Esse conceito de prevenção evoluiu juntamente com a racionalidade e a capacidade de organização da espécie humana, desenvolvendo a habilidade da antecipação e reconhecimento dos riscos das suas atividades (Ruppenthal, 2013, p.16). Segundo Berkenbrock e Bassani:

A gestão de riscos ocupacionais engloba o estudo dos principais fundamentos da análise de risco, perigo, objetivos e diretrizes. Para realizar a gestão do risco ocupacional, deve-se conhecer os perigos e riscos nas organizações e assim gerenciar melhores ações para desenvolver através de um sistema de gestão. Mesmo com a crescente evolução da tecnologia, ainda temos pessoas em operação e trabalhando no maquinário, com isso, têm-se riscos ocupacionais, desta forma, cabe a organização e equipes de segurança do trabalho, eliminar riscos e quando não possível minimizar os mesmos (apud Fonseca, 2020).

Segundo Araújo, a avaliação sobre a segurança do equipamento é feita em quatro etapas:

- Análise de riscos e identificação dos perigos expostos por cada máquina;
- Avaliação qualitativa e quantitativa dos riscos, permitindo classificar o nível de segurança de cada máquina;
- Análise de redução de riscos, seguindo alternativas para minimizar os perigos existentes;
- Apreciação novamente dos riscos existentes após medidas de redução aplicadas.

## **4. Resultados e Discussão**

Após a escolha do equipamento, moinho de bola, realizou-se a análise qualitativa que com o auxílio do desenvolvimento do layout do ambiente de trabalho, baseado nas imagens disponíveis abaixo, foi possível identificar e localizar os riscos de forma a facilitar a elaboração da proposta de adequação seguindo a norma regulamentadora 12. Os resultados encontrados foram discutidos e analisados minuciosamente durante toda a execução do trabalho em campo.

### **4.1 A máquina escolhida**

A escolha do equipamento deu-se pela complexidade de assuntos que podem ser abordados como: o Trabalho em Espaço Confinado redigida pela NR-33 que se aplica à manutenção do Moinho de Bolas realizada por trabalhadores treinados e capacitados para a tarefa e a NR-35 que aborda o Trabalho em Altura, uma vez que para realizar o carregamento da máquina, o operador precisa subir no moinho, pela plataforma, para abrir e fechar a tampa para o carregamento do equipamento.

O Moinho de Bolas é utilizado para afinar o material, uma mistura composta por minério, também chamado de peca, óxido sintético, carbonato, strontium (corpo moedor complementar), bário e água. Essa mistura, com o auxílio de bolas de aço, resulta em um composto quente, ralo e avermelhado denominado PO<sub>2</sub> comum ou PO<sub>4</sub>. O processo dura aproximadamente 6 horas, após esse tempo o operador para o moinho e retira uma amostra do material e o encaminha para o técnico do laboratório analisar. Se a massa não estiver de acordo com o necessário, é preciso deixá-la rodar pelo tempo que o técnico determinar, caso contrário, o moinho é descarregado e o material é levado para um agitador e depois para o forno. A quantidade de água e dos elementos são pré-definidos e anotados em um quadro de instruções próximo aos moinhos.

### **4.2 Riscos existentes no equipamento**

A partir da análise do equipamento e das condições do ambiente de trabalho foi identificado diversos riscos em que o operador está exposto. O primeiro ponto observado foi em relação a luminosidade, visto que no posto de trabalho deve possuir sistema de iluminação projetado e instalado de forma que possibilite boa visibilidade, a fim de evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos, como ocorre devido ao ambiente ser semi aberto, portanto durante o dia utilizam a iluminação natural, que oscila e gera sombra, como pode ser notado na figura 2.

De acordo com a figura 1, pode ser observado que a correia se encontra desprotegida, o que pode ocasionar em esmagamento, agarramento e aprisionamento de membros durante a operação.

**Figura 1:** Lateral do moinho de bolas - correia desprotegida.



**A-** proteção lateral direito da correia; **B-** correia desprotegida.  
Fonte: Autoria própria

**Figura 2:** Lateral do moinho de bolas.



**C-** correia desprotegida (lado esquerdo); **D-** local de despejo do material durante o descarregamento do moinho.  
Fonte: Autoria própria

A atividade também é caracterizada por trabalho em altura, portanto há exposição a este risco. A plataforma com escadas, além de não estar conforme o padrão de cor descrito pela NBR-7195, devido ao desgaste e utilização de matérias prima no processo, possui uma parte do guarda-corpo quebrada, ou seja, não está cumprindo integralmente o seu papel.



**Figura 3:** Vista do moinho de bolas.



**E-** guarda corpo quebrado; **F-** cor original da plataforma.  
Fonte: Autoria própria

Como grande parte da preparação da mistura é composto por material impalpável acarreta uma dispersão de poeira no ambiente ocupacional que gera riscos químicos no ambiente de trabalho. E nota-se a consequência da poeira ao observar a coloração do equipamento e da plataforma de segurança, já que a coloração original da plataforma é amarela, que ainda é possível observar em alguns pontos, e pelas fotos percebe-se que ela está em um tom avermelhado, consequência do uso do óxido sintético. Ainda, através da observação da máquina em operação, é possível perceber a dissipação de ruído, mesmo com o uso da pasta na correia, é impossível evitar que o equipamento emita um ruído prejudicial à saúde humana.

Em relação ao carregamento/descarregamento do moinho, a atividade é realizada por apenas um trabalhador, o mesmo dirige a empilhadeira e realiza todo o processo até a matéria final. Primeiramente as caçambas são abastecidas com os elementos necessários com auxílio de uma pá carregadeira e separadas no pátio até o momento em que são suspensas, por uma empilhadeira, até a porta do moinho que já se encontra aberta. Quando as aberturas, da caçamba e do moinho, ficam alinhadas, o operador sai da empilhadeira e sobe pela escada lateral para abrir a saída da caçamba.

Ao realizar esse procedimento com o minério de ferro, o produto tende a ficar preso nas laterais da caçamba e não desce naturalmente, assim, este mesmo operador precisa, com a ajuda de uma pá, empurrar o material. Com isso, é observado uma sobrecarga de trabalho, tanto em relação a multitarefa realizada por uma mesma pessoa, quanto a propensão a ocorrer um acidente devido a esse carregamento não ser realizado com um operador, a todo momento dentro da empilhadeira, já que está, se não estiver com o freio de estacionamento bem ajustado, pode sair da posição inicial.

**Figuras 4 e 5:** Carregamento do moinho de bolas.



**G-** carregamento do moinho com *strontium*; **H-** carregamento com minério de ferro.  
Fonte: Autoria própria

Pode-se observar nas figuras 4 e 5 que o escoamento dos dois compostos é diferente. Na figura 4 nota-se que o *strontium* escoo naturalmente enquanto na figura 5, o minério não apresenta o mesmo comportamento, o que faz com que o operador precise subir até a plataforma para empurrar o material.

Por fim, além dos riscos provenientes do próprio equipamento, a atividade realizada também possui o risco ergonômico, uma vez que o exercício executado pode ser considerado estressante e exige esforço físico intenso.

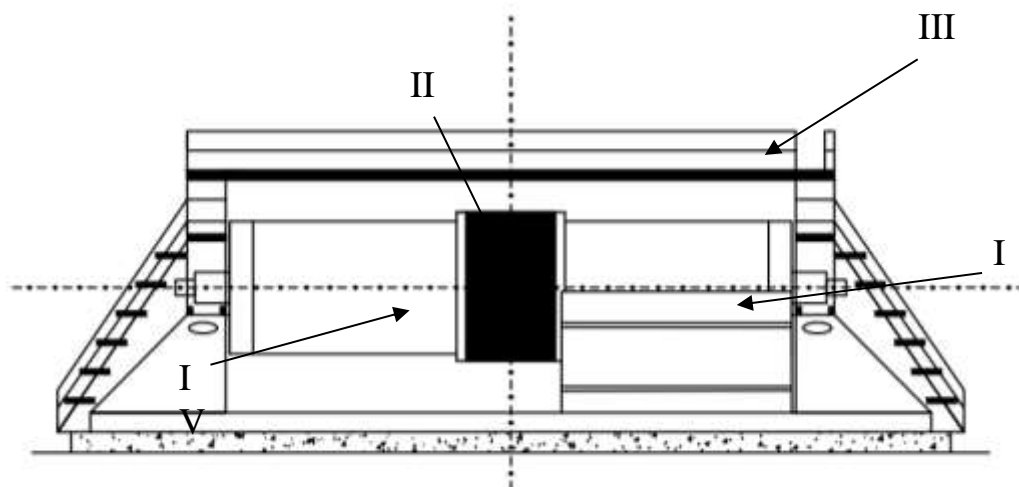
## 5. Desenvolvimento do Layout

A NR-12 foi criada com o intuito de favorecer e ajudar o trabalhador dentro da empresa, preservando assim, a sua saúde e integridade física. É importante que todas as empresas se adequem às normas de segurança, que sempre estão sendo atualizadas para melhorar e proporcionar um ambiente de trabalho mais seguro para os funcionários, além de que, o não cumprimento das exigências normativas, as deixarão expostas às penalidades das Leis Trabalhistas.

Faz-se necessário que todo equipamento tenha o seu dispositivo de segurança, todos os empregados devem ser capacitados e devidamente treinados para a tarefa e a equipe de manutenção é extremamente necessária para realizar as manutenções preventivas e corretivas que se fizerem necessárias dentro da empresa.

Deste modo apresenta-se abaixo, o layout do Moinho de Bolas, pois a partir dele pode-se analisar as adequações a serem feitas de modo que minimize ou até mesmo elimine os riscos presentes no ambiente de trabalho onde o equipamento está localizado.

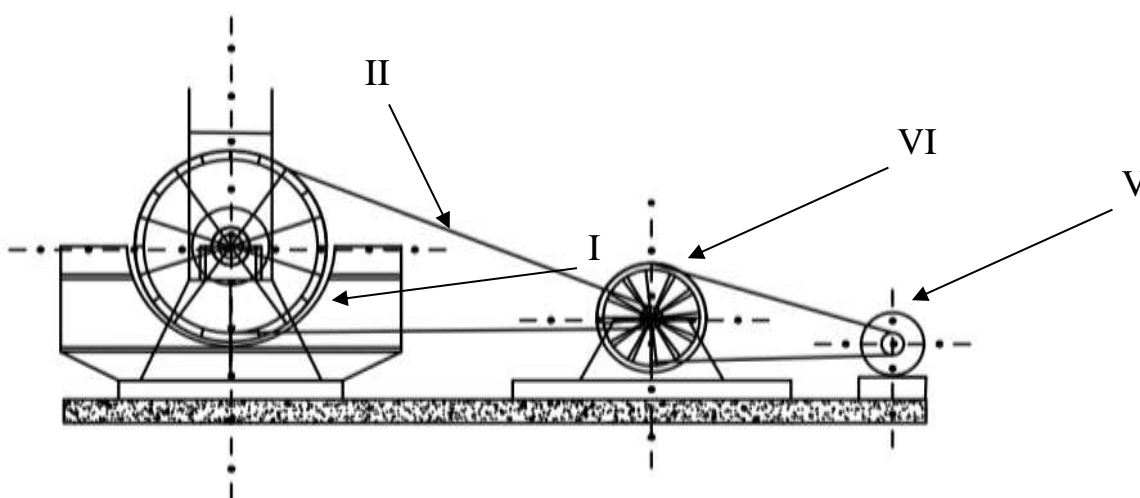
**Figura 6:** Vista frontal do Moinho de Bolas.



Fonte: Autoria própria.

A vista frontal do moinho detalha o comprimento e seus detalhes frontais, com essa vista é possível identificar a proteção para o descarregamento (I), a correia (II) para movimentação da carcaça (IV) e a plataforma (III).

**Figura 7:** Vista lateral do Moinho de Bolas.

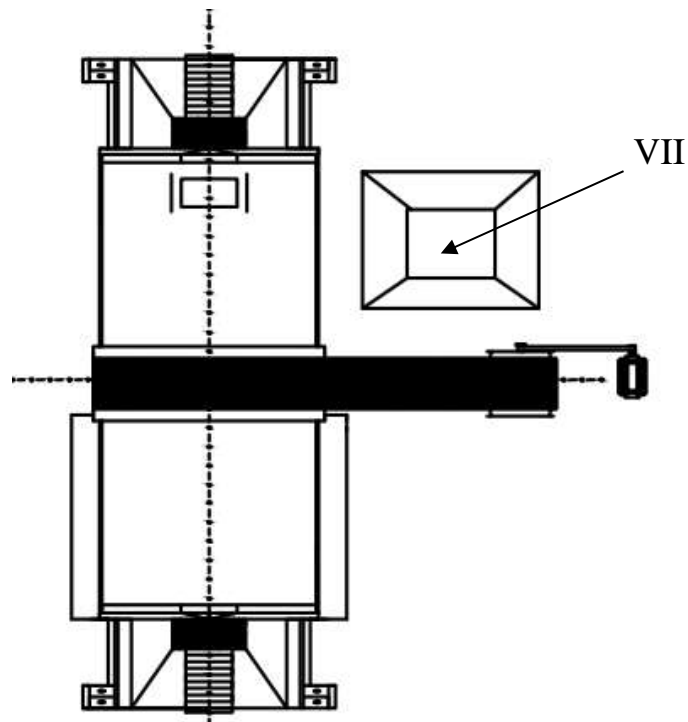


Fonte: Autoria própria

Na vista lateral é possível identificar o motor (V), responsável por movimentar o moinho, que possui o sistema de funcionamento a base de embreagem que funciona como um carro. O operador liga o motor com uma chave e com o auxílio de uma alavanca faz com que o moinho movimente. Essa alavanca possui dois tempos de rotação, em uma posição o moinho gira no sentido horário e na outra posição, gira em sentido anti-horário.



**Figura 8:** Vista superior do Moinho de Bolas.



VII - depósito de material durante o descarregamento.  
Fonte: Autoria própria.

O equipamento é composto pelo corpo do moinho, que com o auxílio de uma correia, é movimentado pela força de um motor que é acionado manualmente. O moinho também contém um depósito onde, após terminar o processo, o material é despejado e encaminhado, através de uma bomba, para os agitadores, logo após é levado para o forno.

## 6. Medidas de Proteção

De acordo com o item 12.1.8 da NR-12, são consideradas medidas de proteção a ser adotadas em ordem de prioridade:

- Medidas de proteção coletiva;
- Medidas administrativas ou de organização do trabalho;
- Medidas de proteção individual.

De acordo com o item 12.5.4 da NR-12: Para fins de aplicação desta Norma, considera-se proteção o elemento especificamente utilizado para prover segurança por meio de barreira física, podendo ser:

- a) Proteção fixa, que deve ser mantida em sua posição de maneira permanente ou por meio de elementos de fixação que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas;
- b) Proteção móvel, que pode ser aberta sem o uso de ferramentas, geralmente ligada por elementos mecânicos à estrutura da máquina ou a um elemento fixo próximo, e deve se associar a dispositivos de intertravamento. (Norma Regulamentadora 12, 2019, p.11).

### 6.1 Medidas de Proteção Coletiva

Também conhecido como EPC, tem a finalidade da proteção coletiva, por isso devem ser as primeiras medidas implantadas de modo a não sobrecarregar o fator humano. As proteções coletivas devem ser estabelecidas de acordo com cada tipo de máquina ou equipamento. Identificamos as seguintes medidas preventivas existentes:

- Plataforma com escadas;
- Botão de emergência;
- Placas de sinalização;
- Barreira de proteção fixa.

### 6.2 Medidas de Organização do Trabalho

Atualmente a empresa possui dois operadores de Moinho de Bolas, um em trabalho diurno e outro noturno. O funcionário que trabalha no período do dia tem três pausas, a primeira é para o café da manhã, de 7h às 7h15min, uma duração de 15 minutos. Depois ele tem direito a uma hora de almoço podendo ser gozada entre 11h e 13h, já no período da tarde, há uma pausa de 15 minutos, no horário de 15hrs às 15h15min, para o café da tarde. Uma vez por semana, após o café da manhã, os trabalhadores participam do Diálogo Semanal de Segurança (DSS) sobre um tema elaborado por um responsável do setor de segurança. O diálogo também tem duração de aproximadamente 15 minutos.

Uma pessoa, ao ser contratada para operar o Moinho de Bolas, recebe treinamento em NR-06 - Equipamento de Proteção Individual, NR-12 - Segurança no Trabalho em Equipamentos e Máquinas, NR-35 - Trabalho em Altura e Instruções de Trabalho - IT's, onde está escrito o que o trabalhador deve fazer durante a jornada de trabalho e como será realizado.

As IT's ficam disponíveis no local de trabalho para serem consultadas posteriormente pelos operadores. Quando necessário, é feita uma reciclagem do treinamento, onde a empresa contrata uma terceirizada para realizar o treinamento desses funcionários.

**Figura 9:** Parte interna do moinho.



**J-** chapas de metal que protege internamente o corpo do moinho; **K-** bolas de aço usadas no processo.

Fonte: Autoria própria.

A manutenção interna do Moinho de Bolas ocorre, aproximadamente, a cada 5.000h rodados, ou seja, após o moinho trabalhar 5.000h, ele deve ser isolado e limpo para que um profissional da manutenção habilitado possa trocar as chapas metálicas que cobrem a parte interna do mesmo. Porém, o técnico de manutenção realiza a inspeção das chapas a cada 500h

rodados, para verificar se ainda conseguem proteger o corpo do moinho. Mensalmente é emitida uma Ordem de Serviço - OS para o técnico inspecionar toda a composição do moinho, desde a carcaça até as engrenagens e rolamentos.

Os trabalhadores do setor de Manutenção recebem treinamento em NR-33 - Trabalho em Espaço Confinado para realizarem a manutenção interna do Moinho de Bolas, esse treinamento é feito anualmente.

### 6.3 Medida de Proteção Individual

De acordo com a NR - 6, Equipamento de Proteção Individual se dá a todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis que ameaçam a segurança e saúde no trabalho.

Desse modo, com os riscos que foram encontrados diante a jornada de trabalho dos trabalhadores que lidam com o moinho de bola, foi observado que é indiscutível não exigir uso adequado do EPI no ambiente deste trabalho. Logo, deve ser observado que os EPIs devem estar dentro da data de validade do CA.

Os EPIs que os trabalhadores utilizam para evitar danos à saúde, lesões e outros problemas são:

- Capacete, para que evite lesões na região da cabeça;
- Protetor auricular tipo plug ou concha, para proteger a audição devido ao ruído;
- Óculos, evitar contatos de partículas na região dos olhos;
- Luvas, proteger a mão de contato com substâncias químicas, cortes, queimaduras, picadas e entre outros. Essas luvas servem para filtrar o ar e reter grande dessas finais partículas suspensas;
- Botinas, evitar contato com substâncias químicas, cortes, queimaduras, picadas e entre outros. Vale salientar que elas são de couro, e possui a biqueira de aço onde é resistente;
- Cinto de segurança, contra quedas;
- Máscara com filtro PFF-2, evitar inalação de partículas.

### 6.4 Medidas de Higiene e Conforto

As medidas da higiene ocupacional têm como objetivo principal a identificação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos, a NR-09 estabelece os requisitos para a avaliação da exposição ocupacional a agentes químicos, físicos e biológicos, mas além dos riscos químicos ambientais, os riscos ergonômicos e mecânicos também devem ser avaliados e controlados para garantir um ambiente mais seguro e adequado de trabalho.

De acordo com o ambiente e maquinário analisado os riscos ocupacionais identificados e classificados são descritos abaixo:

**Tabela 1:** Riscos ocupacionais.

Classificação	Identificação
Químico	Partículas suspensas.
Físico	Ruído, vibração e luminosidade.
Ergonômico	Atividades estressantes e esforço intenso.

Fonte: Autoria própria.

Para definir as medidas de higiene e conforto adequadas para os riscos encontrados é necessário que seja feita uma avaliação da exposição ocupacional do trabalhador, quais são os principais riscos oferecidos pelo Moinho de Bolas aos trabalhadores, usando as normas disponíveis é possível encontrar critérios de avaliação como:

- **Avaliação de partículas suspensas:** A NHO-08 estabelece procedimentos técnicos para a avaliação de particulados sólidos suspenso no ambiente de trabalho bem como a classificação da poeira de acordo com o seu tamanho, além dessa norma, a NR-15 também pode ser utilizada pois estabelece critérios para a avaliação de agentes químicos no local de trabalho.
- **Avaliação do ruído:** Para a avaliação do ruído ocupacional, a NR-15 também estabelece limite de tolerância para o ruído contínuo e de impactos, fornece recomendações para a correta avaliação e a utilização do instrumento de nível de pressão sonora. Outra norma que também determina critérios e procedimentos para a avaliação é a NHO-01.
- **Avaliação da luminosidade:** Para avaliar a luminosidade observa-se o disposto da NHO-11 estabelecer critérios e procedimentos para avaliação dos níveis de iluminamento em ambientes internos.
- **Avaliação ergonômica:** Para realizar a Análise Ergonômica do trabalho tem-se como base a NR-17 que indica parâmetros para a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas de trabalho, essa avaliação permite oferecer ao trabalhador um maior conforto e segurança no ambiente laboral.
- **Avaliação das situações perigosas:** Aplicam-se as recomendações da NR-35, que estabelece os requisitos mínimos para o trabalho em altura e envolve medidas de organização, planejamento e execução do trabalho. Já as máquinas e equipamentos que oferecem riscos aos trabalhadores devem ser adequadas à NR-12.

#### 6.4.1 Medidas de Higiene e Conforto Adotadas pela Empresa

- Avaliação da poeira, ruído e vibração através de um equipamento acoplado no corpo trabalhador durante a jornada de trabalho;
- Elaboração do Laudo Técnico das Condições Ambientais de Trabalho (LTCAT), através dos resultados obtidos na avaliação dos riscos ambientais;
- Realização de exames periódicos de audiometria uma vez a cada seis meses e realizados uma vez por ano;
- Treinamentos sempre que há necessidade, com exceção dos treinamentos de manutenção dos equipamentos e NR-33 que acontecem anualmente;
- Utilização de uma pasta para correias que dá mais aderência ao movimento de rotação para controle do ruído do moinho;
- Limpeza do local de trabalho após a finalização da jornada, onde é utilizado água para retirar o barro e a poeira do ambiente.

## 7. Proposta de Adequação

Após identificar-se os riscos presentes na máquina estudada, sugeriu-se as seguintes adequações:

- Protetor de correia
  - A correia, como mostrado pelas figuras, está desprotegida e, portanto, é fundamental uma proteção fixa, sendo sua remoção necessária apenas em caso de manutenção.
- Reforma da plataforma com escadas
  - A plataforma com escadas necessita de uma reforma ou até mesmo substituição para cumprir integralmente seu papel na segurança, já que a mesma possui o guarda-corpo quebrado e o padrão de

cor adequada, considerada pela NBR-7195 (Cores para Segurança) é a amarela, sendo utilizada para indicar “Cuidado!”.

- Enclausuramento do moinho de bolas
  - Devido ao movimento de rotação do moinho, se torna uma fonte de risco, com potencial a ocasionar um acidente, o enclausuramento evitaria que trabalhadores se aproximassem sem a devida necessidade ou por desatenção.
- Dispositivo de emergência
  - Atrrelado ao tópico anterior, é importante que a proteção seja atrrelada ao sistema de emergência, para assim o moinho desativar o sistema elétrico e fazer a máquina parar caso ocorra imprevistos.
- Proteções individuais dos equipamentos
  - No momento da manutenção, existir acoplamentos de borracha e de engrenagens e o acionamento de polias aumentaria a segurança.
- Método de carregamento
  - Para poder facilitar o carregamento do moinho, é interessante possuir dois funcionários para realizar a carga e descarga do moinho de bola ou instalar um sistema vibratório na caçamba, que facilita a desobstrução e passagem do material, devido ao trabalhador ter que subir diversas vezes na plataforma para empurrar o produto manualmente com o auxílio de uma pá.
- Iluminação
  - A iluminação deve ser uniformemente distribuída, de forma a evitar a iluminância com sombras, ofuscamento, reflexos. O ambiente de trabalho exposto deve possuir a iluminação igualitária para todo o ambiente de trabalho. Com isso, é importante considerar uma medição no local com auxílio do aparelho luxímetro a fim de avaliar as questões ambientais desse espaço;
  - Instalar lâmpadas de LED, para que se tenha uma melhor distribuição de luz, menor consumo e maior vida útil. Além disso, vale considerar o mapeamento do espaço estudado para estruturar a necessidade de novas lâmpadas;
  - Substituir as telhas atuais por translúcidas brancas facilitaria a iluminação, mediante estudos e a avaliação quantitativa de lux, é considerada como uma importante fonte luminosa.

## 8. Conclusão

No estudo realizado percebeu-se que o Moinho de Bolas é um equipamento necessário na indústria devido às suas características e funcionalidade, sendo necessário às empresas procurarem formas de adequar as máquinas e oferecer condições favoráveis de segurança para os trabalhadores.

A realização da primeira e da segunda fase deste trabalho, permitiu conhecer um pouco do contexto de trabalho que tem uma maior cobrança para atingir as demandas da produção e aplicar os conhecimentos adquiridos na teoria e principalmente entender a importância da análise de riscos no ambiente laboral.

A terceira e quarta, permitiu colocar todo o conhecimento teórico adquirido ao longo do curso de Engenharia de Saúde e Segurança, com um enfoque maior na Norma Regulamentadora 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, voltada para o ambiente de trabalho, onde a pressão, cobrança e a demanda de produção são altas e acabam fazendo parte da rotina dos trabalhadores.

Por fim, foi feita a proposta de adequação da máquina, representada através de um novo layout do equipamento, com o intuito de minimizar ou até mesmo sanar os riscos presentes no meio operatório, de modo a tornar o equipamento seguro para todos e eficiente, diante da conformidade prevista na norma.

Devido a pandemia do Covid-19, algumas dificuldades foram enfrentadas para a realização deste projeto, pois seria interessante que todos os integrantes realizassem visitas de campo para conhecer melhor sobre o equipamento analisado, visto que somente uma integrante que trabalha na empresa teve o maior contato. Contudo, obtivemos um resultado satisfatório e de vasto conhecimento, onde aprofundamos sobre os riscos presentes em um moinho de bolas e suas possíveis adequações à NR-

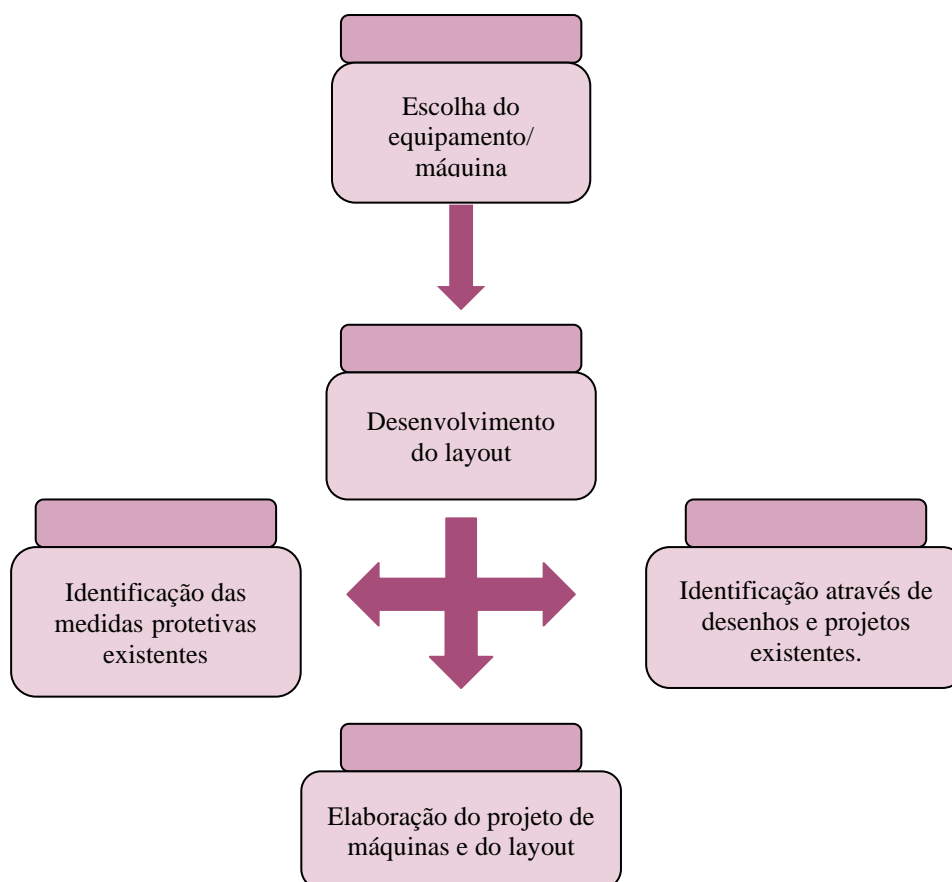


12.

Pode-se dizer que o setor de segurança em máquinas é amplo e enriquecedor para empresas e funcionários da área. Com base nos estudos aplicados neste artigo, o material apresenta um parâmetro para demais máquinas semelhantes, que possam contribuir com outras pesquisas relacionadas ao assunto e orientar o profissional da área dentro do ambiente de trabalho. Além disso, após a implementação das melhorias sugeridas, cabe um novo estudo para uma nova apreciação dos riscos.

Em suma, é crucial a empresa ter o acompanhamento dos profissionais da Engenharia de Saúde e Segurança, pois além de contribuir para um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo, também auxilia nas adequações necessárias do local e dos equipamentos, a fim de minimizar ou até mesmo sanar as fontes de risco presentes na empresa.

**Fluxograma 1:** Fases do projeto.



Fonte: Autoria própria.

## Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus pela oportunidade de estudar em uma Universidade Federal e por conseguirmos elaborar o presente artigo para publicação. Agradecemos nossa família por sempre acreditar em nosso potencial e em nossas decisões. Queremos agradecer, também, ao professor Lindomar Matias Gonçalves que aceitou nos orientar na escrita e publicação deste trabalho incentivando a nossa ideia.

Agradecemos também aos diretores da empresa, que abriram a porta da empresa para que nossa equipe pudesse realizar uma pesquisa de campo e nos forneceram todo o suporte necessário possibilitando assim, maior compreensão e riqueza de fatos para complementar nossa pesquisa. Ao operador do Moinho de Bolas, ao Técnico de Manutenção Industrial e à Técnica de

Segurança do Trabalho, agradecemos pelas informações fornecidas, as dicas e todo o parecer diante da situação vivenciada no dia a dia de trabalho. Queremos agradecer, também, à Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI pelo suporte para a publicação deste artigo, ao nosso professor orientador que aceitou nossa proposta e se disponibilizou a nos auxiliar na elaboração deste trabalho.

## Referências

- ABNT. (2013). NBR ISO 12100: Segurança de Máquinas – Princípios gerais de projeto – Apreciação e redução de riscos. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- ABNT. (1995). NBR 7195: Cores de Segurança. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- ABNT. (2013). NBR 14153: Segurança de Máquinas – Partes de sistema de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para projeto. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- Araújo, G. G. (2019). Estudo de Adequação de um Britador de Mandíbulas e um Moinho de Bolas à Norma Regulamentadora NR-12. Ouro Preto. <https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2259/1/Guilherme%20Giacomini%20-%20Monografia.pdf>.
- Brasil. (2020). NR 1: Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, DF.
- Brasil. (2018). NR 6: Equipamentos de Proteção Individual – EPI. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, DF.
- Brasil. (2014). NR 9: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, DF.
- Brasil. (2018). NR 12: Máquinas e Equipamentos. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, DF.
- Brasil. (2018). NR 15: Atividades e Operações Insalubres. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, DF.
- Brasil. (2018). NR 17: Ergonomia. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, DF.
- Brasil. (2019). NR 33: Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, DF.
- Brasil. (2019). NR 35: Trabalho em altura. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, DF.
- Duarte, C. E. F. (2018). A qualificação e capacitação na NR 12 como fator decisivo para a segurança e a produtividade. Monografia (Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018. <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/18305>.
- Fonseca, C. T. M. (2020). Avaliação dinâmica de riscos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/130026/2/428731.pdf>.
- Fundacentro. (2001). NHO 01: Procedimento Técnico – Avaliação da exposição ocupacional ao ruído. São Paulo.
- Fundacentro. (2009). NHO 08: Coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho. São Paulo.
- Fundacentro. (2018). NHO 11: Avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho. São Paulo.
- Lel, A. & Nemer, K. (2018). Proposta de adequação de uma máquina bobinadora de cabos de aço à NR-12. Fortaleza. [https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_-\\_alan\\_leal\\_rev\\_03.12.2018\\_01\\_3.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_-_alan_leal_rev_03.12.2018_01_3.pdf).
- OIT. (2020). Série SmartLab de Trabalho Decente: Gastos com doenças e acidentes do trabalho chegam a R\$ 100 bi desde 2012. Organização Internacional do Trabalho. [https://www.ilo.org/brasilia/noticias/WCMS\\_783190/lang--pt/index.htm](https://www.ilo.org/brasilia/noticias/WCMS_783190/lang--pt/index.htm).
- Ruppenthal, J. E. (2013). Gerenciamento de riscos. Santa Maria – Rio Grande do Sul. <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/342/2020/04/GERENCIAMENTO-DE-RISCOS.pdf>.
- SmartLab. (2021). Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho. Brasil. <https://smartlabbr.org/sst>.