

SEGURANÇA E EFICIÊNCIA NA INDÚSTRIA 4.0: PROCESSOS DE USINAGEM EM TORNO CNC

SAFETY AND EFFICIENCY IN INDUSTRY 4.0: CNC LATHE MACHINING PROCESSES

Claudio de Oliveira Lima¹
Eusenrarl dos Santos Salazar²
Sandra Helena da Silva Santis³
Samuel Fernandes Nunes⁴

RESUMO: A implementação da Indústria 4.0, destacando o uso de algoritmos para sistemas mais eficazes, é exemplificada no Torno de Controle Numérico Computadorizado. Este trabalho tem o objetivo de identificar e descrever os riscos que o operador encarregado de manusear o Torno CNC, na usinagem de peças, numa indústria metalúrgica e como objetivo específico busca-se estudar as Normas Regulamentadoras NR-12 e NR-17 para segurança do trabalhador. Para o desenvolvimento deste estudo, realizou-se uma revisão de literatura. Os resultados demonstraram que é importante que a empresa adote uma série de medidas em conformidade com as normas, como a NR12 e NR17, assim como realize a adequação e a instalação juntamente com o fabricante tendo em mãos o manual de instalação de modo que sejam analisados os riscos e escolhidos os dispositivos de segurança, obrigatórios como os EPI's, capacitação: fabricante e empresa precisam estar em sintonia também. Concluiu-se que para fins de compreensão da ergonomia e segurança do trabalho com o Torno CNC, a aplicação da análise de risco desempenha um papel importante ao identificar potenciais perigos de forma universalmente reconhecida.

6495

Palavras-chave: Acidentes de Trabalho. Ergonomia. Torno CNC.

ABSTRACT: The implementation of Industry 4.0, highlighting the use of algorithms for more effective systems, is exemplified in the Computer Numerical Control Lathe. This work aims to identify and describe the risks that the operator in charge of handling the CNC lathe, when machining parts, in a metallurgical industry and as a specific objective seeks to study the Regulatory Standards NR-12 and NR-17 for safety worker. To develop this study, a literature review was carried out. The results demonstrated that it is important for the company to adopt a series of measures in accordance with standards, such as NR12 and NR17, as well as carry out the adaptation and installation together with the manufacturer, having the installation manual in hand so that they can be analyzed. risks and chosen safety devices, mandatory such as PPE, training: manufacturer and company also need to be in tune. It was concluded that for the purposes of understanding the ergonomics and safety of working with the CNC Lathe, the application of risk analysis plays an important role in identifying potential hazards in a universally recognized way.

Keywords: Work Accidents. Ergonomics. CNC Lathe Machine.

¹Tecnólogo em Gestão da Produção Industrial, Faculdade de Tecnologia Ferraz de Vasconcelos – Fatec Ferraz.

²Tecnólogo em Gestão da Produção Industrial, Faculdade de Tecnologia Ferraz de Vasconcelos – Fatec Ferraz.

³Faculdade de Tecnologia Ferraz de Vasconcelos – Fatec Ferraz, Mestre em Têxtil e Moda pela Universidade de São Paulo e docente Faculdade de Tecnologia de Ferraz de Vasconcelos.

⁴Faculdade de Tecnologia Ferraz de Vasconcelos – Fatec Ferraz, Pós-Graduado em Engenharia de Produção.

I. INTODUÇÃO

Nos últimos anos, a utilização de máquinas-ferramentas de controle numérico computadorizado (CNC) tem ganhado importância no ramo da manufatura, onde a variedade e dificuldade de usinagem de determinadas peças torna necessária a utilização de máquinas CNC, nas quais é possível obter grandes dimensões, produção em escala e em menos tempo do que operar manualmente máquinas similares.

A crescente pressão ambiental por parte das regulamentações governamentais, bem como a sensibilização dos clientes, sublinha a importância de as empresas melhorarem o seu desempenho ambiental. Consequentemente, é importante aumentar o conhecimento na indústria sobre como as melhorias ambientais das operações podem ser alcançadas com eficiência de custos, para que as mudanças nas demandas dos clientes sejam atendidas em relação às demandas ambientais, bem como para garantir preços competitivos. É uma prática aceita que as empresas contabilizam o custo de energia elétrica para as despesas gerais da empresa ao calcular o custo de fabricação. Isso significa que eles têm pouco conhecimento sobre o custo real das operações de usinagem em relação ao consumo de energia (ANDERBERG et al., 2010).

Para diminuir o impacto ambiental da nossa sociedade, cada área da sociedade deve ser alvo de medidas adequadas. É claro que isso inclui a indústria manufatureira. A usinagem CNC é uma das tecnologias fundamentais de fabricação. Seu principal impacto ambiental é atribuído ao uso de energia elétrica.

Garantir um ambiente saudável e com boas condições de higiene e segurança é uma obrigação da empresa e está prevista nas Normas Regulamentadoras (NR) da Secretaria do Trabalho do Governo Federal. Um ambiente que forneça requisitos como limpeza, organização, higiene, boa sinalização de perigo e um clima organizacional agradável ajuda a promover o bem-estar, o conforto e a segurança dos colaboradores (ANTONIO; GASPAROTTO, 2018).

O ambiente de trabalho na indústria metalúrgica está passando por mudanças significativas. Com o avanço da tecnologia, os processos fabris tornaram-se cada vez mais exigentes em termos de produtividade e qualidade dos serviços, aumentando assim as exigências nos dias de trabalho dos trabalhadores. Isso pode gerar sobrecarga de trabalho, muitas vezes insalubre, além do que suas capacidades físicas e mentais conseguem suportar, o que pode prejudicar sua saúde física e emocional e afetar negativamente sua qualidade de vida. Exemplo disso é o ambiente de trabalho na indústria metalúrgica, que historicamente

está associado a diversas doenças causadas por trabalhos repetitivos e posturas incorretas, absenteísmo, a dependência da seguridade social prejudicando os cofres públicos.

Os trabalhadores industriais enfrentam diferentes riscos profissionais dependendo do setor de atividade, da função e das condições climáticas. Nas indústrias, mais especificamente, há muitos riscos, entre eles: os riscos químicos, físicos, ergonômicos e de acidentes, trazendo inúmeras consequências como o estresse, o desgaste, problemas crônicos tanto no aspecto físico quanto no mental, o que influencia a qualidade de vida do colaborador.

As Normas Regulamentadoras, constituem um conjunto de requisitos e procedimentos essenciais para garantir a segurança e saúde no ambiente de trabalho. Essas normas são obrigatórias para empresas públicas e privadas, assim como órgãos governamentais, cujos colaboradores estejam sujeitos à legislação trabalhista consolidada (CLT).

A avaliação de uma célula de trabalho é um método que permite compreender as condições presentes nos locais de trabalho. Isso envolve investigar os elementos que afetam a eficácia e desempenho dessa situação, visando melhorar o bem-estar e a segurança dos trabalhadores, ao mesmo tempo em que se busca aumentar a eficiência da atividade (CAMAROTTO, 2007).

Este trabalho tem o objetivo geral de identificar e descrever os riscos para o operador encarregado de manusear o Torno CNC, na usinagem de peças, numa indústria metalúrgica e como objetivos específicos busca-se estudar as Normas Regulamentadoras NR-12 e NR-17 para segurança do trabalhador.

2.SEGURANÇA NO TRABALHO: NR – 12

Com o propósito de maximizar seus lucros, muitas organizações buscam aumentar a produtividade enquanto minimizam os custos. Esse enfoque, frequentemente, resulta na busca por expansão da produtividade a baixo custo. Diante da crescente concorrência de produtos importados, as pequenas empresas frequentemente se encontram em uma situação em que enfrentam dificuldades para investir em equipamentos de última geração. Contudo, é essencial destacar que a limitação de recursos financeiros não pode resultar em negligência com relação à segurança dos trabalhadores (BERNADINI, 2019).

Infelizmente, em algumas situações, a pressão para reduzir gastos acaba levando a uma "cultura" organizacional que minimiza os investimentos em medidas de segurança.

Como resultado, o ambiente de trabalho pode se tornar menos seguro, colocando os trabalhadores em risco. Quando acidentes ocorrem, a análise subsequente tende a se concentrar em fatores técnicos ou humanos, muitas vezes atribuindo a culpa da ocorrência unicamente ao próprio trabalhador (BERNARDINI, 2019).

Para combater essa mentalidade e fomentar um ambiente laboral seguro, é fundamental que as empresas reconheçam a importância de investir em segurança ocupacional. Isso envolve adotar medidas proativas para identificar e mitigar riscos, além de implementar tecnologias e procedimentos que garantam a segurança dos trabalhadores durante suas atividades diárias (ZAVOROCHUKA, 2015).

A Norma Regulamentadora NR-12 (BRASIL, 2022) é um conjunto de regulamentos de segurança no trabalho relacionados a máquinas e equipamentos no ambiente industrial. Estabelece diretrizes para a preservação da saúde e integridade dos trabalhadores em todas as fases de utilização desses dispositivos, incluindo projeto, fabricação, importação, comercialização e operação. Foi criada inicialmente em 1978 e até dezembro de 2022 passou por 22 atualizações.

De acordo com a Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2019), esta regulamentação foi desenvolvida de forma colaborativa, com representantes do governo, trabalhadores e empregadores participando ativamente. Além disso, foi aprovada de forma unânime em duas etapas: primeiro, pela comissão encarregada de sua elaboração e, em seguida, pela Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP), em nível nacional.

Contudo, é importante notar que esta norma não se restringe apenas aos dispositivos em si, mas sim ao estado geral do equipamento, independentemente de ser usado ou novo, importado ou nacional. A NR-12 deve ser aplicada em todas as etapas do ciclo de vida do maquinário industrial, abrangendo atividades como montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, transporte, desativação, desmonte.

A Norma Regulamentadora 12 (NR 12), conforme ABIMAQ (2023), visa a promoção a saúde e segurança dos trabalhadores que operam máquinas, abrangendo desde a concepção até a utilização. Aplica-se a máquinas novas e usadas, seguindo padrões técnicos e internacionais, incorporando diretrizes europeias "C" quando necessário. A NR 12 complementa outras regulamentações, isentando máquinas destinadas à exportação dos requisitos técnicos de segurança.

O quadro 1 abaixo foi elaborado com o propósito de demonstrar os critérios relevantes da NR 12:

Quadro 1. Medidas de Proteção da NR-12

MEDIDAS DE PROTEÇÃO DA NR12.

<p>MEDIDAS PROTEÇÃO COLETIVA</p>	<p>DE</p> <p>A instalação de barreiras físicas fixas em áreas de risco, como o enclausuramento de sistemas de transmissão por correias e polias, e utilização de circuitos de parada de emergência. A escolha da proteção coletiva específica para cada máquina ou sistema operacional requer uma análise preliminar. (está diretamente conectada com as medidas administrativas)</p>
<p>MUDANÇAS ADMINISTRATIVAS OU DE LAYOUT DO TRABALHO</p>	<p>Leiaute e instalações Instalações e dispositivos elétricos Botoeira de acionamento e parada. Sistemas de segurança. Botão de parada de emergência. Partes pressurizadas. Esteira transportadora de materiais. Parâmetro ergonômicos. Perigos adicionais. Preparação, inspeção, ajuste, reparo e limpeza, manutenção. Identificação. Manuais de segurança e procedimentos de trabalho: documentação adequada e periódica do treinamento, incluindo atividade e riscos internos procedimentos. Projeto, fabricação, venda, locação e importação, cessão, leilão e exposição sobre segurança ocupacional. Treinamento. Estabelecer requisitos específicos de segurança: política de manutenção preventiva</p>
<p>MEDIDAS PROTEÇÃO INDIVIDUAIS</p>	<p>DE</p> <p>Efetuar todas as orientações relativas aos protocolos seguros de operação, abastecimento, alimentação, manutenção, inspeção, limpeza, transporte, desativação, desmonte, descarte das máquinas e equipamentos; Não praticar qualquer tipo de alteração nas proteções mecânicas ou dispositivos de segurança de máquinas e equipamentos, de maneira que possa colocar em risco a sua saúde e integridade física ou de terceiros; Informar seu superior se uma proteção ou dispositivo de segurança foi removido ou danificado; Integrar-se com os treinamentos fornecidos pelo empregador para atender às exigências/requisitos descritos nesta NR; colaborar com a organização na execução das disposições contidas nesta NR. Os equipamentos de proteção individual: São itens que devem ser definidos no Programa Prevenção a Riscos Ambientais, previsto pela NR 9, e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, determinado pela NR 7.</p>

Fonte: Elaborado com base na BR-12/2022

De acordo com a Portaria Nº 916, de 30 de julho de 2019 prevenir acidentes adequando as máquinas à norma regulamentadoras NR12 garante a segurança dos colaboradores, melhora as condições de trabalho e a segurança de máquinas e equipamentos de uso geral (BRASIL, 2021).

Pode-se dizer que uma máquina é segura se puder ser mantida, desmontada,

continuar operando, limpa, ajustar parâmetros sem causar acidente ou causar qualquer dano à saúde do operador e/ou técnico de manutenção. De acordo com a ISO 12100:2013.

O impacto dos acidentes de trabalho é abrangente, afetando múltiplas partes envolvidas. Principalmente, causa imenso sofrimento e muitas vezes deixa cicatrizes físicas ou psicológicas na parte lesada que podem durar a vida toda. A empresa também sofre o impacto de tais incidentes com um declínio na produção e no moral dos funcionários, que temem pela sua própria segurança. Além disso, os acidentes podem gerar absenteísmo, pagamento de horas extras e custos adicionais para a família do funcionário acidentado, que deverá auxiliar no tratamento médico e nas viagens. Por fim, o governo, através da segurança social, também é afetado, pois o aumento dos acidentes de trabalho leva ao aumento dos benefícios concedidos aos segurados (ZAVOROCHUKA, 2015).

2.1 Ergonomia no trabalho com a utilização de máquinas e equipamentos – NR-17

O campo da ergonomia está focado no exame de como o trabalho é adaptado para se adequar às capacidades e limitações das pessoas, bem como ao desempenho dos indivíduos em seu ambiente de trabalho. Vários fatores do ambiente de trabalho, como temperatura, umidade, ventilação, iluminação, cor, ruído, postura e movimento, têm impacto na qualidade do trabalho executado pelos funcionários (MOURA *et al.*, 2020).

É necessário que os arranjos físicos de trabalho sejam saudáveis e agradáveis, ao mesmo tempo que sejam concebidos para proporcionar a máxima proteção e prevenir acidentes e doenças profissionais. Realizar tarefas em condições inadequadas pode acarretar diversas enfermidades (SEBRAE, 2022).

A Norma Regulamentadora 17 (BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego, 2022), comumente referida como NR 17, é uma regulamentação que se dedica de maneira específica à ergonomia no contexto dos ambientes laborais. Esta norma tem como diretrizes estabelecer requisitos que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos colaboradores, de modo a proporcionar conforto, segurança, saúde e desempenho eficiente no trabalho (BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego, 2022). Ela foi inicialmente publicada em 1978 e teve 7 atualizações até 2022.

Silva *et al.* (2020) enfatiza que os princípios da ergonomia podem ser aplicados em diversos setores produtivos. Inicialmente concentrada em áreas como agricultura, mineração e indústria, a ergonomia demonstrou sua relevância transversal, tornando-se aplicável a uma ampla gama de contextos laborais.

Segundo esta norma, as organizações devem:

Realizar avaliação ergonômica preliminar das situações de trabalho que, em decorrência da natureza e conteúdo das atividades requeridas, demandam adaptação às características psicofisiológicas dos trabalhadores, a fim de subsidiar a implementação das medidas de prevenção e adequações necessárias previstas nesta NR (BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego, 2022).

Essa avaliação busca identificar situações de perigo no trabalho que possam ser estabelecidas medidas de prevenção. A primeira parte desse documento trata de como essa avaliação é feita para em seguida estabelecer um documento de Análise Ergonômica do Trabalho, a bordando todas as condições de trabalho de acordo com as seguintes etapas:

- a) avaliação da demanda e, quando aplicável, redefinição do problema;
- b) estudo do funcionamento da organização, processos, situações de trabalho e da atividade;
- c) justificativa e descrição para definição de métodos, ferramentas e técnicas adequadas para a avaliação da sua aplicação, não estando limitada à utilização de ferramentas específicas e métodos técnicos;
- d) ferramentas de diagnóstico;
- e) instruções para as situações de trabalho analisadas;
- f) compensação dos resultados, validação e revisão das intervenções efetuadas, quando necessária, com a participação dos colaboradores.

Assim, a NR 17 estabelece diretrizes visando preservar a saúde do funcionário, minimizar enfermidades laborais e aprimorar tanto a qualidade de vida quanto o rendimento do trabalhador. A ergonomia não se limita somente a fatores físicos, mas também incorpora elementos emocionais. Funciona em uma abordagem tríade: assegurando conforto, segurança e eficácia.

Esta norma ainda dedica uma parte para o trabalho com máquinas e equipamentos, referendando-se à NR-12, já vista anteriormente. Neste sentido destaca-se o item 17.7.2:

Os fabricantes de máquinas e equipamentos devem projetar e construir os componentes, como monitores de vídeo, sinais e comandos, de forma a possibilitar a interação clara e precisa com o operador objetivando reduzir possibilidades de erros de interpretação ou retorno de informação, nos termos do item 12.9.2 da NR 12 (BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego 2022).

De acordo com as pesquisas de Pinheiro e França (2006) a abordagem ergonômica se estende desde a etapa inicial de concepção de máquinas e espaços de trabalho. Nesse contexto, a consideração do ser humano é fundamental, sendo incorporada harmoniosamente às partes mecânicas e às características ambientais envolvidas. Tal abordagem visa garantir que as condições laborais sejam projetadas de forma a promover o conforto, a saúde e a segurança dos trabalhadores, minimizando o risco de distúrbios ergonômicos.

3.MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de pesquisa de revisão de literatura. A coleta de dados ocorreu na base de dados do SCIELO e Google Acadêmico para pesquisas em relação ao equipamento Torno CNC, entre 2018 e 2022. Buscou-se, também, trabalhos específicos sobre ergonomia e as normas regulamentadoras no site do Governo Federal. A abordagem começou com uma revisão teórica para compreender as normas NR-12 e NR-17 e como se aplicam ao torno CNC estudado. Isso proporcionou orientações na busca por ferramentas adequadas.

Em seguida, foram revisados os riscos do trabalho com torno CNC, com ênfase na identificação de mecanismos de segurança para prevenir acidentes. O conhecimento foi aprofundado nas normas, especialmente a NR-12.

Com relação à especificidades do Torno CNC, buscou-se seu manual dos fabricantes e seus diferentes modelos.

3.1 O TORNO CNC

No contexto tecnológico e econômico em que se encontra atualmente, a otimização dos sistemas de produção tornou-se uma necessidade para a sobrevivência das empresas. A diminuição do consumo de energia, tanto por razões econômicas como por consciência ecológica, tem também atraído a atenção em vários campos de investigação, tendo a sustentabilidade como principal pilar. Na extensão da Indústria 4.0, algoritmos computacionais são utilizados para atender necessidades de otimização e buscar sistemas mais inteligentes e eficientes, neste cenário encontra-se o Torno de Controle Numérico Computadorizado (MÜLLER, 2021).

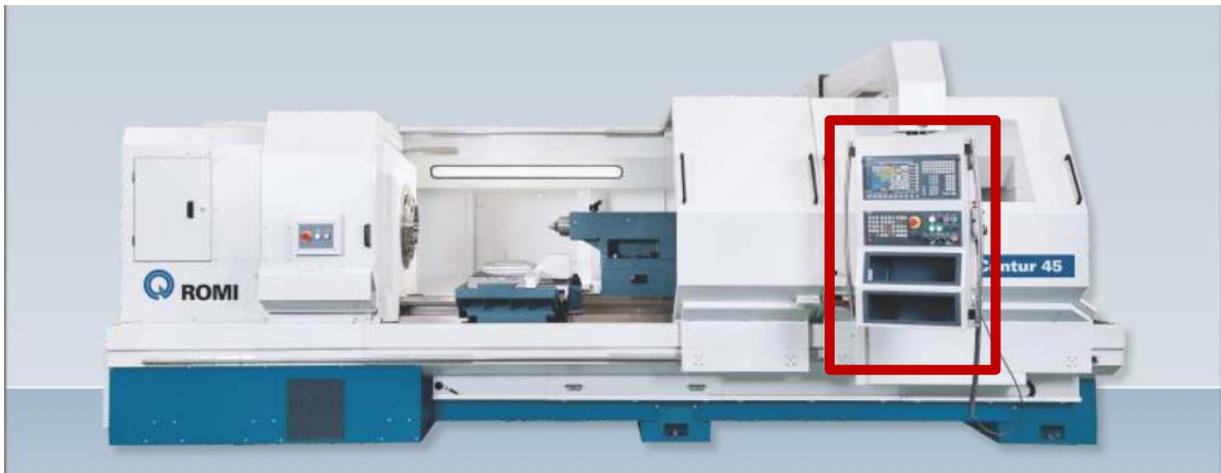
O termo controle numérico NC é um termo amplamente aceito e comumente usado na indústria de máquinas-ferramenta. NC pode ser definido como uma forma de automação programável na qual as execuções mecânicas de uma máquina-ferramenta ou outro equipamento são controladas por um programa contendo dados alfanuméricos codificados (SARHAN, 2014).

Os registros alfanuméricos representam posições relativas entre uma cabeça de trabalho e uma peça de trabalho, bem como outras instruções necessárias para operar a máquina. A cabeça de trabalho é uma ferramenta de corte ou outro dispositivo de processamento, e a peça de trabalho é o objeto que está sendo processado. O NC, que rapidamente se tornou o CNC de controle numérico computadorizado, trouxe mudanças tremendas para a manufatura (SARHAN, 2014).

Novas máquinas-ferramentas em CNC permitiram que a indústria produzisse consistentemente peças com precisões jamais sonhadas há apenas alguns anos. A mesma peça pode ser reproduzida com o mesmo grau de precisão inúmeras vezes se o programa CNC tiver sido devidamente preparado e o computador devidamente programado. Os comandos operacionais que controlam a máquina-ferramenta são executados automaticamente com incrível velocidade, precisão, eficiência e repetibilidade. A gestão de riscos envolve avaliação e redução contínuas. Identificar perigos, analisar riscos, aplicar medidas de eliminação ou redução após correções na máquina para garantir a segurança (SARHAN, 2014).

A seguir a figura 1 trata-se de um modelo do Torno CNC, onde está destacado em vermelho o comando tecnológico com diferentes recursos de precisão com diferentes programas de usinagem. Esses sistemas tecnológicos são desenvolvidos por diferentes empresas de tecnologia.

Figura 1. Torno CNC.



Fonte: Romi, 2023

Tendo em vista a descrição do torno, reflete-se agora sobre a análise de risco. Essa análise utiliza o método HRN (Hazard Rating Number) para classificar riscos com base na severidade e probabilidade. Este método é reconhecido globalmente e normatizado pela ABNT NBR ISO 12100:2013 (BRASIL, 2013). A classificação é feita em uma escala de raridade a extremidade e pode ser adaptada para várias análises de risco.

No processo de avaliação do posto de trabalho, diversas informações são coletadas por meio de observações in loco. Os principais aspectos analisados incluem o manuseio de cargas, posturas adotadas pelos colaboradores, riscos ocupacionais presentes, layout do local de trabalho e análise de tempos e movimentos. Essas observações permitem a criação de uma

tabela que relaciona a descrição do processo, os potenciais perigos e riscos inerente a cada da atividade e as observações sobre como a atividade é executada. Além disso, as observações no posto de trabalho também possibilitam o registro do processo produtivo.

Neste trabalho ele se relaciona com a NR12, pois foca na segurança da máquina em si, enquanto a NR17 concentra-se no bem-estar e conforto do operador durante a operação do torno CNC. Ambas são importantes para assegurar um ambiente de trabalho seguro e saudável. Ao se trabalhar com ele na indústria, esse equipamento apresenta alguns riscos potenciais para os operadores e para o ambiente de trabalho. Alguns dos principais incluem:

- **Riscos Mecânicos:** São os perigos relacionados aos movimentos da máquina, como rotação da peça, ferramentas de corte em movimento, e partes móveis. Podem causar lesões por impacto, esmagamento ou corte.
- **Riscos de Corte e Projeção de Partículas:** Durante a usinagem, pequenas partículas podem ser projetadas, representando perigo para os olhos e pele exposta.
- **Riscos de Incêndio e Explosão:** Em alguns casos, óleos e fluidos inflamáveis são utilizados na operação do torno, representando um risco de incêndio ou explosão se não forem manuseados corretamente.
- **Exposição a Agentes Químicos:** Certos processos de usinagem podem envolver o uso de líquidos refrigerantes ou lubrificantes que podem ser prejudiciais à saúde se inalados ou em contato com a pele.
- **Riscos Elétricos:** Componentes elétricos da máquina podem apresentar perigos, especialmente em casos de manutenção inadequada ou falhas nos sistemas elétricos.
- **Ruído e Vibração:** A operação de um torno pode gerar níveis elevados de ruído e vibração, o que pode acarretar a problemas de saúde a longo prazo se nenhuma medida for tomadas em relação a proteção dos colaboradores.
- **Ergonômicos:** Movimentos repetitivos, posturas inadequadas e falta de apoio ergonômico podem levar a problemas musculoesqueléticos para os operadores.
- **Falta de Formação Adequada:** Operadores que não foram devidamente treinados para operar um torno CNC correm maior risco de cometer erros que levam a acidentes.

A ergonomia integra conhecimentos fisiológicos e psicológicos no estudo dos seres humanos em situações reais de trabalho para identificar os problemas pontuais relacionados à saúde e segurança que surgem nestas situações e para fazer recomendações para melhorar

as condições de trabalho e desenvolver ferramentas de ensino adequadas. Visa, portanto, reduzir a fadiga, o estresse, os erros e os acidentes, proporcionando aos trabalhadores segurança, satisfação e saúde na sua relação com este sistema produtivo (MARQUES, 2017).

É importante que a empresa adote uma série de medidas em conformidade com as normas, como a NR12 e NR17. Aqui estão alguns cuidados que a empresa deve tomar:

De acordo com a NR12:

- **Adequação da Máquina:** Certificar-se de que o torno está em conformidade com as especificações e requisitos de segurança estabelecidos pela NR12.

- **Instalação e Manutenção:** Garantir que a instalação e manutenção do torno sejam realizadas por especialistas qualificados, seguindo as sugestões do fabricante.

- **Proteções e Dispositivos de Segurança:** Instalar proteções adequadas para prevenir o acesso às áreas perigosas da máquina, como barreiras físicas, sensores de presença, entre outros.

- **Treinamento e Capacitação:** Oferecer treinamento regular e específico para os operadores, abordando aspectos de segurança, operação correta e procedimentos de emergência.

- **Sinalização:** Fornecer sinalizações visíveis e claras sobre os perigos, instruções de operação e procedimentos de segurança.

6505

Adequação e Instalação, a empresa segue juntamente com o fabricante o manual de instalação. Dispositivos de segurança, obrigatórios como os EPI's, capacitação: fabricante e empresa precisam estar em sintonia também.

De acordo com Oliveira (2015) na NR12, item 12.38, é obrigatório que todas as zonas de perigo de máquinas e equipamentos possuam sistema de segurança instalado. Este sistema de segurança deve ser composto por proteções fixas e móveis, bem como dispositivos de segurança interligados para garantir a segurança e o bem-estar físico dos trabalhadores. Além disso, o item 12.38.1 especifica que o sistema de segurança adotado deve atender às características técnicas necessárias para atingir o nível de segurança exigido conforme estabelecido na norma.

De acordo com a NR17 as preocupações são as seguintes:

- **Análise Ergonômica do Trabalho (AET):** Realizar a AET para avaliar as condições ergonômicas do ambiente de trabalho e fazer ajustes para minimizar os riscos de lesões musculoesqueléticas;

- **Mobiliário Adequado:** Fornecer bancadas e cadeiras ergonômicas que

promovam posturas saudáveis durante a operação;

- **Organização do Trabalho:** Planejar a distribuição das tarefas e pausas de forma a evitar esforços excessivos e minimizar a fadiga dos operadores;
- **Equipamentos de Proteção Individual (EPIs):** Disponibilizar EPIs adequados, como luvas, óculos de proteção e protetores auriculares, de acordo com as necessidades da operação;
- **Treinamento em Ergonomia:** Oferecer orientações aos trabalhadores sobre boas práticas ergonômicas e a importância de adotá-las;

Para Marques (2017) de acordo com o item 17.1.1, a norma traz clareza na definição das condições de trabalho, que abrange aspectos relativos ao manuseio, transporte e descarga de equipamentos, móveis e outros materiais, bem como as condições ambientais e a organização do trabalho. Adicionalmente, a cláusula 17.1.2 enfatiza que é responsabilidade do empregador realizar uma análise ergonômica do ambiente de trabalho para garantir que as condições de trabalho sejam adequadas aos atributos psicofisiológicos dos trabalhadores. Esta análise deverá contemplar os requisitos mínimos previstos na norma regulamentadora.

Além disso, a empresa deve promover uma cultura de segurança e incentivar a participação dos funcionários na identificação e mitigação de riscos. A colaboração entre gestores, engenheiros de segurança, técnicos e operadores é crucial para garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável ao operar torno.

Ao final, a tecnologia originada do torno CNC proporciona às empresas que a utilizam maior vantagem em termos de qualidade, competitividade e custo-benefício devido aos menores custos envolvidos no processo de fabricação, além de maior precisão, produção otimizada e outras vantagens (SILVA; REIS FILHO, 2022).

Sendo assim, é preciso compreender o processo de torneamento CNC e suas implicações tanto na produtividade quanto na qualidade de vida dos trabalhadores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo geral identificar e descrever os riscos que o operador encarregado de manusear o Torno CNC, na usinagem de peças, numa indústria metalúrgica e como objetivo específico buscou-se estudar as Normas Regulamentadoras NR-12 e NR-17 para segurança do trabalhador.

Entende-se que esses objetivos foram atingidos na medida em que, ao se estudar as normas NR-12 e NR-17, observou-se que a segurança dos profissionais que operam tornos na

indústria é crucial. A conformidade com normas como a NR12 e NR17 é igualmente vital. Enquanto a NR12 foca na segurança da máquina, a NR17 visa garantir o bem-estar e a saúde do operador. Ambas trabalham juntas para contribuir com um ambiente de trabalho seguro.

A ergonomia desempenha um papel importante ao incorporar conhecimentos sobre as particularidades fisiológicas e psicológicas, visando melhorar as condições de trabalho e reduzir índices de fadiga, estresse e incidências de acidentes.

Assim, concluiu-se que para fins de compreensão da ergonomia e segurança do trabalho com o Torno CNC, a aplicação da análise de risco desempenha um papel importante ao identificar potenciais perigos de forma universalmente reconhecida. A adesão a tais normas e diretrizes se revela crucial para a promoção de um ambiente laboral seguro e produtivo, com benefícios diretos tanto para os trabalhadores quanto para a empresa como um todo.

REFERÊNCIAS

ANDERBERG SE, KARA S, BENO T. Impact of energy efficiency on computer numerically controlled machining. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture**. 2010;224(4):531-541. Doi:10.1243/09544054JEM1712

6507

ANTONIO, F. D.; GASPAROTTO, A. M. S. A implantação do método 5s no setor de protótipos em uma empresa do ramo moveleiro no interior de São Paulo. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 504-515, 30 dez. 2018.

BERNARDINI, J. V. Proposta de implantação NR 12 em um torno mecânico universal. **Monografia**. Curso de Especialização em Ciências da Linguagem da Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, SC. 2019. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/3761/1/TCC-Jonas.pdf>. Acesso em 13.10.2023.

BRASIL. **Norma Reguladora 17 – NR-17**. Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-17-nr-17>. Acesso em 13.10.2023.

BRASIL. **ABNT NBR ISO 12100:2013**. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/33852/nbriso12100-seguranca-de-maquinas-principios-gerais-de-projeto-apreciacao-e-reducao-de-riscos>. Acesso em 30.10.2023.

BRASIL. **Norma Reguladora 12 – NR-12** Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria->

permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf. Acesso em: 13.10.2023.

CAMAROTTO, J. A. **Projeto do trabalho: métodos, tempos, modelos, posto de trabalho.** Apostila elaborada pelo Prof. Dr. João Alberto Camarotto na disciplina Engenharia de Métodos do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFSCar – Universidade Federal São Carlos, 2007. Disponível em: <https://www.soc.ufscar.br/coad/2019/arquivos/pauta-da-48-reuniao-ordinaria-do-coad/prof-camarotto-senior.pdf>. Acesso em: 12.10.2023.

DA SILVA, S.O.; REIS FILHO, R.R. TORNO CNC: evolução, características e importância para a usinagem. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, n. 1, p. 313-326, 2022. Disponível em: **ABIMAQ - ebook 01 - NR12 ATUALIZADA**. Acesso em: 02.11.2023.

Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2174>. Acesso em 13.10.2023. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO DE JANEIRO. FIRJAN. **Orientações práticas para a melhoria do dia a dia nas empresas.** Segurança do Trabalho. 2019. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/publicacoes/manuais-e-cartilhas/nr-12-seguranca-no-trabalho-em-maquinas-e-equipamentos.htm>. Acesso em 12.10.2023.

MARQUES, J.S. Projeto do trabalho em um torno cnc: da análise à sugestão de adequações das condições de saúde e segurança. **Monografia.** Curso de Graduação em Engenharia de produção. Campus I – UFPB. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/24845?locale=pt_BR. Acesso em: 10.10.2023.

6508

MOURA, H. M. DE, BEMVENUTI, R. H., & FRANZ, L. A. S. PRODUÇÃO BRASILEIRA EM ERGONOMIA NO CENÁRIO INTERNACIONAL. **Revista Práxis**, 1, 31-56. 2020. DOI: <https://doi.org/10.25112/rpr.v1i10.2042>.

MÜLLER, J.P. Otimização de parâmetros de corte em torneamento CNC utilizando algoritmos genéticos. **Trabalho de conclusão de Curso.** Bacharelado em Engenharia Mecânica. Instituto Federal de Santa Catarina. Xanxerê/SC 2021

OLIVEIRA, C.E.L. Proposta de adequação de um torno CNC à NR12

PINHEIRO, A. K. da S.; FRANÇA, M. B. A. **Ergonomia aplicada à anatomia e à fisiologia do trabalhador.** Goiânia: AB Editora Ltda, 2006.

ROMI. **Características Técnicas.** Torno CNC. 2023. Disponível em: https://www.romi.com/wp-content/uploads/2016/02/ds_romi_centur_leves_po_aor_01_122021_baixa.pdf. Acesso em 12.10.2023.

SARHAN, H. A Novel Technique for Controlling CNC Systems. **International Knowledge Sharing Platform.** Vol 4, No 5 2014. Disponível em: <https://iiste.org/Journals/index.php/CTI/article/view/13467>. Acesso em: 14.10.2023.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS EMPRESAS. SEBRAE. Como construir um ambiente de trabalho saudável?. 06.12.2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-construir-um-ambiente-de-trabalho-saudavel,227c3f26d78e4810VgnVCM10000od701210aRCRD>. Acesso em 20.10.2023.

SILVA, R.M.; ROCHA, L. TAVARES, J.P. **Ergonomia**: considerações relevantes para o trabalho de enfermagem. S/D. Disponível em: <http://www.abennacional.org.br/2SITE/Arquivos/N.050.pdf>. Acesso em: 12.10.2023.

SILVA, W.R.; SILVA, A.B.B.; VASCONCELOS, C.M.T.; SANTOS, L.G.A.; ZUQUIERI, L.B.; SIMIONATO, A.R.; SIQUEIRA, L.O.C. Percepção de vida dos trabalhadores da indústria metalúrgica na cidade de Sertãozinho, SP. *Lecturas Educación Física e Deportes*, Vol. 25, no. 265. 2020. DOI: <https://doi.org/10.46642/efd.v25i265.1238>

TINOCO, A. Nova NR-12 Comentada. BLOG ALEX TINOCO. 09.05.2021. Disponível em: <https://alextinoco.com/seguranca-do-trabalho/nova-nr-12-comentada/>. Acesso em: 23.10.2023.

Trabalho Final de Curso. Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina. Horizontina 2015. Disponível em: https://fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2015/CelsoEvandroLimaOliveira.pdf. Acesso em 13.10.2023.

ZAVOROCHUKA V. J. Gestão em segurança no trabalho. **Espacios**. v. 36 n. 4. 2015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a15v36n04/15360403.html>. Acesso em: 14.10.2023.