

N. CLASS. M 67J. 35  
CUTTER L 864.m  
ANO/EDIÇÃO 2014

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**BRUNO SANTANA LOPES**

**MODIFICAÇÃO SISTEMA DE SEGURANÇA DA PORTA TORNO CNC FENCO**

**Varginha**  
**2014**

**FEPESMIG**

**BRUNO SANTANA LOPES**

**MODIFICAÇÃO SISTEMA DE SEGURANÇA DA PORTA TORNO CNC FENCO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, UNIS-MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob orientação do Prof. Me. Rullyan Marques Vieira.

**Varginha**

**2014**

**BRUNO SANTANA LOPES**

**MODIFICAÇÃO SISTEMA DE SEGURANÇA DA PORTA TORNO CNC FENCO.**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel pela Banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

---

Prof. Me. Rullyan Marques Vieira

---

Prof. Me.

---

Prof. Me.

OBS.:

**FEPESMIG**

Dedico este trabalho aos meus pais, meus colegas de sala, aos grandes professores do unis e aos meus colegas da Mangels pela ajuda e companheirismo nos momentos difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde do dia a dia e pela oportunidade de estudar em uma instituição tão respeitada. Ao conhecimento adquirido e as amizades realizadas pelo caminho.

“Felicidade é ter algo o que fazer, ter algo que  
amar e algo que esperar...”  
Aristóteles

## RESUMO

Este trabalho formaliza a modificação do sistema de segurança do torno CNC FENCO, responsável pela segunda operação de uma célula de usinagem. Sendo este Torno um equipamento mais antigo se viu a necessidade da melhoria do fechamento e abertura da porta que inicialmente não garantia a integridade física do operador que realizava esse procedimento de forma manual sem nenhuma trava de segurança que impossibilitasse a abertura acidental da mesma durante o processo de usinagem expondo o operador ao risco de um acidente. Foi realizada então a instalação de um sistema semiautomático de abertura de porta composto por um cilindro pneumático presente na parte superior do torno, controlado por uma válvula pneumática manual controlada pelo operador, após o fechamento da porta uma trava segurança presente na parte superior do torno que impossibilitava a abertura da mesma durante o processo. A abertura da porta só era habilitada após a parada total do equipamento solucionando assim a falha de segurança e garantindo a integridade do operador. O projeto regulariza a situação do equipamento junto ao ministério do trabalho e garantindo a segurança do trabalhador.

**Palavras-chave:** Segurança. Planejamento. Trabalho em equipe.

### **Abstract**

*This project is to formalize the modification of CNC Lathe FENCO responsible for a second operation machining cell security system. This being an older lathe machine we saw the need for improvement of the closing and opening of the door which initially did not guarantee the physical integrity of the operator who performed this procedure manually without any security lock that prevented accidental opening during the same machining exposing the operator to the risk of an accident. Installing a semi-automatic door opening system comprises a present surrounding the upper, manually controlled by a pneumatic valve operator controlled pneumatic cylinder was then performed after the closing of the door a latch security present on top of the lathe precluding the opening thereof during the process. The door opening was enabled only after the full stop of the equipment thus solving the security flaw and ensuring the integrity of the operator. The bill regulates the status of the equipment by the ministry of labor and ensuring worker safety.*

**Keywords:** *Safety, Planning and Teamwork.*

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Torno CNC FENCO .....	18
Figura 2 - Visão frontal porta aberta .....	20
Figura 3 - Visão superior limite de segurança.....	20
Figura 4 - Visão frontal válvula.....	22
Figura 5 - Cilindro dupla ação .....	22
Figura 6 - Vista frontal porta aberta .....	23
Figura 7 - Limite de segurança .....	23
Figura 8 - Vista frontal porta fechada.....	23
Figura 9 - Vista superior porta fechada .....	23
Figura 10 - Limite de segurança .....	27
Figura 11 - Válvula 3/3 vias .....	28
Figura 12 - Cilindro dupla ação.....	28
Figura 13 - Mangueira pneumática.....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de custos .....	29
Tabela 2 - Descrição técnica cilindro dupla ação .....	30
Tabela 3 - Descrição técnica válvula direcional 3/3 Vias .....	30
Tabela 4 - Descrição técnica mangueira pneumático Festo .....	30
Tabela 5 - Descrição técnica limite de segurança com trava.....	30

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 PROCESSO DE USINAGEM .....</b>	<b>12</b>
2.1 Usinagem em tornos CNC.....	12
2.2 Funcionamento do torno CNC .....	13
2.3 Sistema de segurança para o processo de usinagem.....	14
<b>3 NR-10 .....</b>	<b>15</b>
3.1 Os princípios da norma NR-10.....	15
<b>4 NR-12 .....</b>	<b>16</b>
4.1 Os princípios da norma NR-12.....	16
<b>5 TORNO CNC FENCO.....</b>	<b>18</b>
5.1 Função do operador .....	18
5.2 Falha de segurança do torno .....	19
<b>6 PROJETO .....</b>	<b>21</b>
6.1 Checklist (itens de segurança) .....	23
6.2 Sistema de segurança .....	25
6.3 Dispositivo de emergência.....	26
6.4 Dispositivo de segurança elétrico .....	27
6.5 Componentes pressurizados .....	27
<b>7 LISTA DE MATERIAIS E CUSTO DO PROJETO .....</b>	<b>29</b>
<b>8 DESCRIÇÃO TÉCNICA DAS PEÇAS.....</b>	<b>30</b>
8.1 Cilindro pneumático dupla ação .....	30
8.2 Válvulas direcional 3/3 vias alavanca .....	30
8.3 Mangueira Festo .....	30
8.4 Limite de segurança telemecanique .....	30
<b>9 CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Devido a se tratar de equipamento mais antigo seu sistema de segurança da porta principal, não atende mais aos requisitos de segurança exigidos pelo Ministério do Trabalho juntamente com os parâmetros das NR's ( Normas Regulamentadoras).

Para a solução e correção desta falha foi realizado uma análise do funcionamento do equipamento visando selecionar a melhor opção de modificação, levando em consideração o tempo de processo e a segurança do operador.

O torno CNC FENCO se trata de um equipamento de usinagem responsável pela segunda operação de fabricação de rodas de alumínio (rodas de liga leve). O operador tem como finalidade principal, depositar a roda no eixo arvore da maquina, fechar a porta principal e iniciar o ciclo automático.

Foi observado que a porta principal era fechada e aberta manualmente, não disponibilizando ao operador um sistema de travamento que impossibilite a abertura voluntaria ou involuntária da mesma. A porta conta apenas com um limite elétrico (24V) com um contato NA (normalmente aberto) sem trava, localizado na parte superior do torno, que tem como funcionalidade apenas habilitar o ciclo automático do equipamento.

Com a elaboração do projeto iniciado a modificação do sistema de segurança da porta que é realizado de forma totalmente manual para um semiautomático que é composto por um cilindro pneumático fixado na parte superior da porta, pilotado por uma válvula pneumática (alavanca) manual fixado na parte inferior do painel do operador e uma trava de segurança elétrica NA (normalmente aberta) na parte superior do torno.

O operador pilota a válvula (alavanca) manualmente que avança o cilindro fechando a porta, a mesma é então travada pelo limite de segurança habilitando o ciclo automático do equipamento. Uma vez a travada esse limite só disponibiliza a abertura da porta quando confirmado o fim do processo identificando 0 (zero) rpm (rotações por minuto) no eixo arvore.

Com a modificação e implantação do sistema semiautomático do manuseio da porta, esperasse garantir a integridade física do operador e adequar o equipamento com as normas do Ministério do Trabalho e NR's ( Normas Regulamentadoras) liberando o mesmo para realização do processo com total segurança e eficácia.

Este projeto tem como finalidade sanar a falha de segurança existente no torno CNC FENCO.

## 2 PROCESSO DE USINAGEM

Segundo Machado, (2011, p.17) “A usinagem é reconhecidamente o processo de fabricação mais popular do mundo, transformando em cavacos algo em torno de 10% de toda a produção de metais e empregando dezenas de milhões de pessoas.”

Processo de Usinagem é toda a operação pela qual um objeto (peça) é submetido a deformação através do contato com um objeto cortante (ferramenta), afim de se obter uma forma desejada através de dimensões pré definidas. Através desse processo ocorre a remoção de partículas da peça chamadas de cavaco. A Usinagem traz três (3) particularidades: forma, dimensões e acabamento podendo ocorrer os três ao mesmo tempo ou separadamente.

Segundo Machado,... (2011, p.15) “Até meados do século XVIII, o principal material utilizado para peças, em engenharia, era a madeira, salvo raras exceções, a qual era usinada com ferramentas de aço-carbono”.

Segundo Machado,...(2011, p.15) “Com a Revolução Industrial, novos e mais resistentes materiais apareceram, impulsionando o desenvolvimento dos aços-ligas como ferramentas de corte.”

Os materiais a principio utilizados na fabricação de maquinas a vapor eram o ferro fundido, o latão e o bronze, facilmente usinados com as ferramentas de aço-carbono temperado disponível na época. Ainda assim, eram necessários 27,5 dias de trabalho para mandrilhar um dos cilindros de uma maquina de grande porte. (Machado..., 2011, p.15).

### 2.1 Usinagem em tornos CNC

Com o avanço da tecnologia e modernização global o crescimento industrial e um mercado cada vez mais competitivo pode se notar um avanço de vários processos, sendo um deles o de usinagem. Observou-se a necessidade de equipamentos mais modernos de produção em massa que proporcionassem uma maior precisão de dimensões com uma maior complexidade de formas geométricas produzindo peças mais detalhadas e complexas.

Os primeiros equipamentos eram baseados em hardware, por isso para cada etapa do processo a maquina era submetida a alterações físicas o que acarretava em um maior tempo de processo. Devido a este problema se viu a necessidade de setores de usinagem compostos por vários equipamentos que proporcionavam para a uma mesma peça uma maior variedade de operações como: faceamento, furação, rosqueamentos , fresagem e etc. Com um menor tempo de operação.

Em 1797, Henry Maudslay desenvolveu o primeiro torno com avanço automático, permitindo a produção de roscas com passo definido. Após a mandrilhadora e o torno surgiu a plainadora e, em 1860 e foi utilizada fresadora universal, desenvolvida por J. R. Brown, surgiu em 1862 e foi utilizado inicialmente para a produção de canais em brocas helicoidais. Outro desenvolvimento importante ocorreu em 1896, quando F. W. Fellows desenvolveu uma máquina capaz de produzir praticamente qualquer tipo de engrenagem. (Machado..., 2011, p.15).

Com o avanço da tecnologia foi possível desenvolver tornos maior precisos devido a ferramentas embutidas controlados por uma central informatizada sendo conhecida como Centro de Torneamento ou máquinas CNC (Computer Numeric Control), Controle Numérico Computadorizado. Através deste avanço várias formas de se expor a figura de uma peça foram desenvolvidas como: CAD (Desenho Assistido por Computador) e CAM (Manufatura Assistida por Computador), que proporcionou uma maior riqueza de detalhes.

## **2.2 Funcionamento do torno CNC**

Atualmente a vários tipos de tornos CNC, correspondentes ao tipo de processo a ser utilizado. Sendo basicamente divididos em dois tipos: cabeçotes verticais e cabeçotes horizontais.

Nestes dois tipos de tornos encontramos a presença do magazine que tem a função de alojar uma certa quantidade de ferramentas que serão usadas para as várias etapas do processo. Esta troca de ferramenta ocorre de forma automatizada através de um cabeçote onde o programador através dos passos do processo definiu qual a ferramenta e o momento em que ela será utilizada.

O torno é composto fisicamente por uma (1) ou duas (2) torres de troca de ferramenta que se movimentam nas coordenadas geométricas X e Z, contando também com um eixo fixo em movimentação lateral chamado de eixo árvore ou (SPINDLE) responsável pela fixação da peça proporcionando assim o giro da mesma. O giro do eixo árvore pode alcançar várias níveis de rpm (rotação por minuto) sendo definida pelo programador do operador.

Através da movimentação geométrica juntamente com a alta rotação do eixo árvore e levando em consideração a utilização da ferramenta apropriada para a operação podemos obter um processo de usinagem com uma maior precisão de formas e uma maior número de peças em série.

### 2.3 Sistema de segurança para o processo de usinagem

Como qualquer outro processo que utilize uma junção homem máquina ocorre a necessidade de sistemas de segurança que proporcionem a segurança total do operador e sua integridade física.

Segundo Zocchio, Alvaro, (2002, p. 44) “Os dispositivos que protegem o(s) operador(es) contra os perigos dos pontos de operação variam desde os mais prosaicos, como algumas proteções fixas, ate alguns sofisticados com o uso da eletrônica”.

Começando com a utilização de EPI's (Equipamento de Proteção Individual) e dos EPC's (Equipamento de Proteção Coletiva).

Nos EPI's podemos relacionar o uso de óculos incolor, abafadores auditivos botina de proteção com bico de aço, camisa de manga comprida, calça comprida, não utilizar utensílios com: anéis, pulseiras ou relógios. Todos estes garantes com as suas particularidades a segurança do operador porem somente com esse itens não proporcionam uma garantia toda de prevenção de acidentes.

Os EPC's podem ser classificados como os sistemas de segurança presentes do próprio torno CNC tais como: Um enclausuramento da peça através de uma porta que não possibilite o contato do operador com nenhuma partícula decorrente da operação, a presença de sistema de emergência que proporcione ao operador parar a operação de forma instantânea a fim de se prevenir contra qualquer eventualidade que possa vir a ocorrer durante o processo.

A porta é classificada como uma barreira ou proteção móvel.

Segundo Zocchio, Alvaro, (2002, p. 41) “É o tipo de barreira que se movimenta em dado momento da operação e se interpõe entre o(s) operador(es) e a zona de perigo, impedindo o alcance do ponto perigoso durante o período crítico da operação”.

Esta porta é composta por duas chapas de aço com uma abertura na parte frontal superior com a finalidade de garantir a visualização do processo pelo operador. Esta abertura geralmente é protegida através de um vidro temperado ou de um acrílico de espessura considerada.

Segundo Zocchio, Alvaro, (2002, p. 45) “Proteção de pontos de operação com a finalidade de reter respingos, estilhaços ou fagulhas e que exige ao mesmo tempo visão da parte interna, na qual se produzem os citados agentes agressivos”.

### 3 NR-10

A NR-10 é constituída por 14 itens (10.1 a 10.14), 99 subitens, 3 anexos e 1 glossário, tendo ainda, como referência, os códigos e infrações que a ela cabem, dados pela portaria nº.126, da NR-28 do ministério do trabalho. Tem a intenção de oferecer maior segurança aos profissionais envolvidos em instalações e sistemas elétricos, visto as alterações feitas no setor elétrico e nas diversas atividades com eletricidade.

Segundo Luís Eduardo de Oliveira, (2007, p. 8) “Complementam-se às suas aplicações todas as normas técnicas oficiais que a ela são correlatadas, nacionais e internacionais e, outras instruções de controle, planejamento, qualidade e segurança”.

#### 3.1 Os princípios da norma NR-10

Para a proteção em trabalhos com instalações energizadas, com tensão igual ou superior a 50 Volts em Corrente Alternada ou superior a 120 Volts em Corrente Contínua, tem a intenção de alerta sobre as zonas de riscos e controle, com a intenção da prevenção de acidentes durante a manutenção de qualquer sistema elétrico.

Segue abaixo os principais itens para qualquer intervenção no sistema elétrico.

- a) Seccionamento efetivo de energia elétrica;
- b) Impedimento de reenergização;
- c) Comprovação da existência de energia elétrica;
- d) Aterramento do circuito elétrico ou conjunto elétrico com equipotencialização dos condutores dos circuitos;
- e) Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada indicados no Anexo 1 da NR-10;
- f) Sinalização de impedimento de energização.

Torna-se importante saber que os projetos, assim como os demais documentos estarão sendo analisados pelos auditores de organismo governamentais, e especialmente por aqueles do Ministério do trabalho, que se certifica sobre a realidade das instalações e sua adequação à NR, conferindo e confrontando os desenhos, relatórios e memoriais com as instalações da veracidade dos mesmos. (OLIVEIRA, 2007, p.11).

## 4 NR-12

Segundo Vecchio, (2003, p.2) “O homem não é apto, por si só, em seu meio de trabalho, a se proteger sem dispositivos de segurança”.

Esta Norma Regulamentadora definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, e a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis. ( NORMA NR 12 )

Segundo Vecchio, (2003, p.2) “As máquinas e equipamentos devem se integrar, aos dispositivos de segurança. Dispositivos de segurança normalizados diminuem sensivelmente os riscos existentes, mas não os eliminam totalmente”.

### 4.1 Os princípios da norma NR-12

Dentre as NR's supracitadas, temos a NR12 trata da Proteção do Trabalhador no uso de máquinas e equipamentos e de varias características a eles associadas.

O empregador deve garantir condições e mediadas seguras de trabalho, como: proteção coletiva e individual, administração e organização do trabalho.

As máquinas devem atender aos princípios de falha de segurança, principalmente quando em fase de utilização.

A distância mínima entre máquinas, em conformidade com suas características e aplicações, deve garantir a segurança dos trabalhadores durante sua operação, manutenção, ajuste, limpeza e inspeção, e permitir a movimentação dos segmentos corporais, em face da natureza da tarefa.

São consideradas medidas de proteção, a ser adotadas nessa ordem de prioridade:

- a) medidas de proteção coletiva;
- b) medidas administrativas ou de organização do trabalho;
- c) medidas de proteção individual.

Os componentes de partida, parada, acionamento e outros controles que compõem a interface de operação das máquinas devem:

- a) operar em extra baixa tensão de até 25V (vinte e cinco volts) em corrente alternada ou de até 60V (sessenta volts) em corrente contínua;
- b) possibilitar a instalação e funcionamento do sistema de parada de emergência.

O circuito elétrico do comando da partida e parada do motor elétrico de máquinas deve possuir, no mínimo, dois sistemas de segurança ligados em série, monitorados por interfaces de segurança.

As máquinas e equipamentos dotados de proteções móveis associados a dispositivos de inter-travamento devem:

- a) operar somente quando as proteções estiverem fechadas;
- b) paralisar suas funções perigosas quando as proteções forem abertas durante a operação;
- c) garantir que o fechamento das proteções por si não possa dar início às funções perigosas.

Os dispositivos de inter-travamento com bloqueio associados às proteções móveis das máquinas e equipamentos devem:

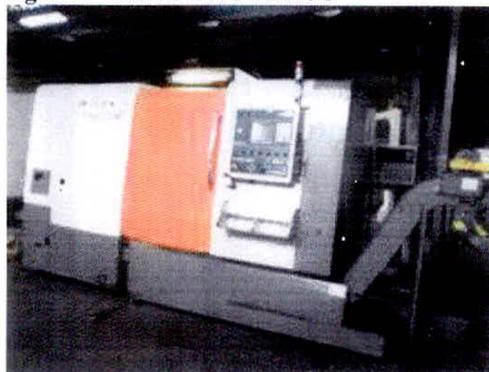
- a) permitir a operação somente enquanto a proteção estiver fechada e bloqueada;
- b) manter a proteção fechada e bloqueada até que tenha sido eliminado o risco de lesão devido às funções perigosas da máquina ou do equipamento;
- c) garantir que o fechamento e bloqueio da proteção por si não possa dar início às funções perigosas da máquina ou do equipamento.

## 5 TORNO CNC FENCO

O trono CNC FENCO, é um equipamento responsável pela segunda operação de usinagem de rodas de liga leve. Representa a segunda máquina de três (3) que fecham uma célula de usinagem. A 1º (primeira) responsável pela usinagem da parte central inferior da roda, a 2º (segunda) realiza a usinagem da parte central superior e a 3º (terceira) composta por uma furadeira CNC é responsável pelos furos de fixação e de válvula da roda.

O FENCO é um torno horizontal, composto por um magazine de ferramentas que se movimentam em cima de dois eixos correspondentes as coordenadas geométricas X, Z. Integra também o trono um eixo arvore central responsável pela fixação e giro da peça (roda). Através de uma programação CNC o operador faz o processo de usinagem de modo preciso e quase sem falhas.

Figura 1 - Torno CNC FENCO



Fonte: (FENCO, 2014)

### 5.1 Função do operador

O operador tem como finalidade a retirada da roda da primeira operação juntamente com a aferição das medidas relacionadas ao padrão da roda, passando para a segunda operação (trono FENCO) onde ele deposita a roda no eixo arvore, fecha as peças da placa hidráulica através de um pedal, certificando-se que a peça esta bem alocada através de um sistema visual contido no painel do operador, passando pra próxima etapa o operador fecha a porta manualmente. Com o fechamento desta é acionando um limite fim de curso presente na parte superior do torno que habilita o modo automático do equipamento, iniciando o processo de usinagem, após esta etapa o operador realiza uma nova aferição das medidas e encaminha a roda para a 3º (terceira) etapa.

Basicamente o operador tem uma função limitada em relação a parte de processo, mais é o principal afetado em caso de algum tipo de acidente que possa ocorrer durante o processo.

O operador tem função fundamental também nessa atividade, a responsabilidade de verificação em cima do perfeito fechamento da porta, avaliando a parte de vedação e se não há qualquer tipo de fissura na carenagem por a mesma pode acarretar a exposição do operador a fragmentos expelidos pelo processo de usinagem.

Quando detectado qualquer tipo de avaria na porta ou no seu sistema de segurança a operação deve ser cancelada imediatamente e só retomada após as devidas operações de manutenção. O sistema de segurança sempre deve estar em perfeito funcionamento e nunca deve ser burlado caso haja esse tipo de ação os responsáveis podem e devem ser responsabilizados pelos órgãos competentes.

## **5.2 Falha de segurança do torno**

Segundo Zocchio, Alvaro, (2002, p. 54) “É preciso um mínimo de planejamento para evitar problemas de segurança e outros relacionados à produtividade”.

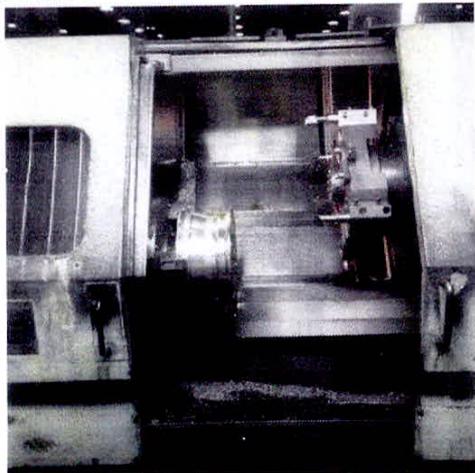
Devido ao torno FENCO já ser considerado um torno ultrapassado, limitações de segurança são observadas durante o processo.

Uma das mais graves falhas de segurança deste torno está presente na abertura e fechamento da porta principal, que é realizada de forma manual pelo operador, que tem como item de travamento apenas um limite de segurança elétrico (24V) em um contato (NA) que habilita um modo automático do equipamento. Porém não há neste limite nenhum tipo de trava que impeça abertura da porta por razões voluntárias ou involuntárias.

Caso ocorra abertura da porta devida a umas dessas razões o limite corta a parte automática do processo, mais devido a inércia do eixo árvore o operador corre o risco de ser atingido por algum fragmento (cavaco) ocasionado pelo processo usinagem.

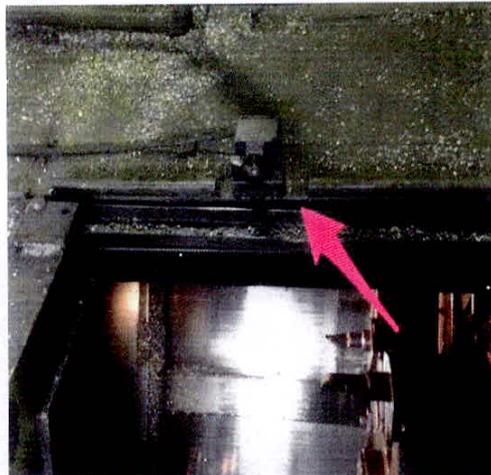
Outra causa que pode ser responsabilizada pela abertura involuntária da porta é a da vibração que ocorre devido aos vários movimentos que o torno realiza durante o processo. O que pode acarretar em um acidente fatal devido a desatenção do operador.

Figura 2 - Visão frontal porta aberta



Fonte: (MANGELS, 2014)

Figura 3 - Visão superior limite de segurança



Fonte: (MANGELS, 2014)

## 6 PROJETO

Segundo Cardella (1999, p.37) “Função Segurança, ou simplesmente Segurança, é o conjunto de ações exercidas com o intuito de reduzir danos e perdas provocados por agentes agressivos”.

Devido as condições precárias de segurança decorrentes dos anos de funcionamento do equipamento viu-se a responsabilidade da criação de um projeto que modificasse este sistema de fechamento e abertura da porta, que proporcionasse uma maior e total segurança ao operador.

Foi necessário então a modificação do sistema de segurança da porta do torno CNC (FENCO) devido a sua forma de manuseio ser realizada de forma manual, sem nenhum tipo de trava de segurança apenas contando com um limite de contato aberto (NA) somente pra certificar a habilitação do modo automático do equipamento. Expondo o operador ao risco de lesões devido a expulsão de fragmentos decorrentes do sistema de usinagem da roda.

Em comparação com modelos de tornos mais modernos podemos realizar a alteração do sistema através da inclusão de itens de segurança.

Passando um sistema totalmente manual para um sistema semiautomático, com a inclusão de um cilindro pneumático na parte superior do equipamento sendo comandado por uma chave pneumático a 1 (um) metro da porta. Através do comando desta chave operada pelo operador o cilindro é acionado fechando a porta, na parte superior também estará presente um limite de segurança elétrico (24v) com contato NA (normalmente aberto) com trava. Com a realização do fechamento total da porta ocorre dois itens que impossibilitam a abertura voluntaria e involuntária.

A ação involuntária é bloqueada através do fato da pressurização do cilindro juntamente com a trava do limite de segurança, já a ação voluntaria é bloqueada através do limite de segurança que trava a porta.

Após o fechamento da porta juntamente com a confirmação e travamento do limite de segurança ocorre a liberação do modo automático do equipamento, ao fim da operação o limite de segurança se destravara com o zeramento da rpm (rotações por minuto) do eixo arvore, a decorrente a confirmação da parada do eixo arvore o limite de segurança se destrava habilitando ao operador manusear a chave pneumática atuando o cilindro para a abertura da porta com total segurança.

O comando deve ser elaborado em um sistema semiautomático através de uma válvula pneumática manual fixada em 1 (um) metro da porta num local de fácil visualização e fácil resposta.

Na porta deve conter também um trava de segurança localizada na parte superior do torno com a finalidade de manter a porta travada durante a operação, evitando assim a abertura acidental. Essa trava deve conter a função de desabilitar a função de automático do torno.

É necessário um cuidado maior ao operar este tipo de máquina, pois por ter suas partes giratórias, necessariamente expostas, pode provocar graves acidentes. Não podendo utilizar luvas, correntes, anel, roupas com mangas compridas para não haver risco de acidente. Ainda sobre vestimentas, é importante que o operador não use roupas com fios soltos ou desfiados, pois existe o risco que este fio se enrole no eixo giratório e cause acidentes. As castanhas necessariamente devem ficar protegidas com anteparos, preferencialmente, transparentes, como Policarbonato, e ter um sistema de intertravamento de segurança. EPIs: óculos de proteção; protetor auricular; jaleco.

A preocupação com a integridade física e um melhor ambiente de trabalho para o operador é uma questão de suma importância para uma empresa que deseje manter um bom nome no mercado. E devido a estes motivos as empresas se garantem com projetos e investimentos em sistemas de segurança para a prevenção de acidentes.

Devido a esse ponto de maior fiscalização ser algo mais recente alguns maquinários mais antigos fabricados em uma época onde não era muito visado a segurança do trabalhador, se viu presente a necessidade da realização de projetos que façam adaptações.

**Figura 5 - Cilindro dupla ação**



Fonte: (MANGELS, 2014)

**Figura 4 - Visão frontal válvula**



Fonte: (MANGELS, 2014)

**Figura 7 - Limite de segurança**

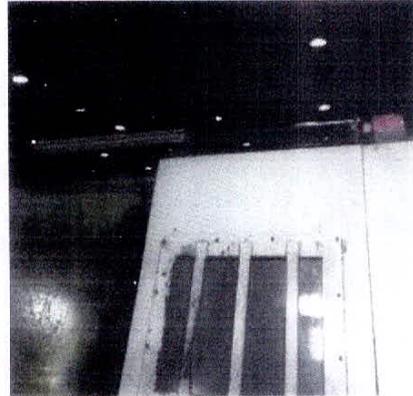
Fonte: (MANGELS, 2014)

**Figura 6 - Vista frontal porta aberta**

Fonte: (MANGELS, 2014)

**Figura 9 - Vista superior porta fechada**

Fonte: (MANGELS, 2014)

**Figura 8 - Vista frontal porta fechada**

Fonte: (MANGELS, 2014)

### 6.1 Checklist (itens de segurança)

Segundo Zocchio (2002, p.52) “Os itens do check list destinam-se explicitamente a máquinas estacionárias, mas são também aplicáveis, em alguns casos a outros equipamentos”.

Trata-se de um exemplo de check list (listas de verificação), cujos itens servem de guia para uma análise prévia da segurança do trabalho, por ocasião da seleção de máquinas ou outros equipamentos novos ou usados a serem instalados na empresa. (Zocchio, 2002, p.52).

A palavra vem do termo americano check (verificar) e list (lista). Uma checklist tem como finalidade avaliar os sistemas de segurança através de conjunto de condutas pre definidas com uma lista com nomes, itens ou tarefas que devem ser seguidas.

A checklist é usada como ferramenta de segurança de trabalho, mantendo os itens de segurança sempre inspecionados e avaliados.

Segundo Zocchio (2002, p.52) “É aplicável também na avaliação da maquinaria existente para correção de eventuais falhas de segurança, além de servir como auxiliar de manutenção preventiva”.

A composição de um check list com estes itens e outros que poderão ser incluídos, conforme particularidades da maquinaria, visa atender a tudo o que está recomendado de forma genérica na Norma Regulamentadora NR-12 (Zocchio, 2002, p.52).

Com relação aos itens descritos no checklist de um torno CNC devem conter certos pontos de segurança e esses itens devem ser avaliados frequentemente, sendo alguns destes descritos a baixo:

- a) partes móveis que estiverem ao alcance dos trabalhadores devem ser isoladas por barreiras móveis de segurança apropriada, seguindo as recomendações da NR-12.
- b) os itens de segurança devem estar em ótimas condições de trabalho, limpeza e funcionamento.
- c) os botões de partida, parada e emergência devem ficar em posição de fácil alcance pelo operador, fora de área de perigo e livre da possibilidade de acionamento involuntário. ABNT NBR 5410 e a NR-10.
- d) todos os pontos de perigo de transmissão de força/movimento devem ser isolados por barreiras adequadas até no mínimo 2,50 m de altura, considerando desde o nível em que o operador permanece ou por onde transita, seja ao nível do piso, de plataforma ou passadiço.
- e) o ar comprimido consumido pela máquina deve ter válvulas para interromper o fluxo para máquina, antes da válvula de fornecimento direto à operação.
- f) o piso deve ser adequado, considerando matérias-primas, peças ou produtos a serem processados, o peso e a eventual vibração da maquinaria.

## 6.2 Sistema de segurança

Segundo Cardella (1999, p.133) “APR é uma técnica de identificação de perigos e análises de riscos que consiste em identificar eventos perigosos, causas e consequências e estabelecer medidas de controle”.

Faz-se de grande importância adquirir uma ampla visão da norma NR-12 (Norma Regulamentadora nº12 – Segurança em Máquinas e Equipamentos), e seus respectivos anexos e normas complementares da Associação Brasileira de Normas Técnicas, (ABNT), para obter capacitação para avaliar e implantar equipamentos e procedimentos de segurança, bem como conhecer sua importância para segurança de colaboradores e outros envolvidos nos processos produtivos.

A Segurança do Trabalho é a ciência que atua na prevenção dos acidentes do trabalho decorrentes dos fatores de riscos ocupacionais. Nos locais de trabalho existem inúmeras situações de risco passíveis de provocar acidentes do trabalho. Logo, a análise de fatores de risco em todas as tarefas e nas operações do processo é fundamental para a prevenção. (UNIFAL – MG).

Quando o componente de um sistema executa inadequadamente uma função ou deixa de executá-la, dizemos que esse componente falha. O componente pode ser um homem ou um equipamento. Homens e equipamentos são elementos ativos dos sistemas. As falhas são fatores do risco e na cause totalidade dos casos os acidentes ocorrem devido a algum tipo de falha. Grande parte da função controle de riscos consiste em identificar possibilidades de falhas e adotar medidas para eliminá-las, reduzir sua frequência ou neutralizar os efeitos. (CARDELLA, 1999, p.184).

Elas devem atender os requisitos estabelecidos, (categoria de segurança, responsabilidade e conformidade técnica, conformidade, instalação, vigilância automática e paralisação de meios perigosos) para o local e devem também possuir rearme ou reset manual.

As transições de força e componentes móveis, ligados a ela devem possuir dispositivos que impeçam o acesso por todos os lados e quando utilizar proteção móvel, para aquelas que possuírem inércia, deve ser colocados dispositivos de inter-travamento com bloqueio.

As proteções móveis devem ser utilizadas quando uma zona de perigo for requerida por uma ou mais vezes por turno de trabalho, as máquinas e equipamentos com essa proteção devem: operar com porta fechada, parar quando abertas e deve ter dispositivos de fechamento semiautomático, e os dispositivos inter-travamento devem: permitir operação quando a proteção estiver fechada, manter e garantir a proteção do operador quando fechada.

O sistema de segurança deve conter:

- a) Cumprir sua função, durante o tempo necessário.
- b) Ser de material seguro e resistente.
- c) Ser fixada firmemente.
- d) Não criar pontos de esmagamento, extremidades ou arestas cortantes.
- e) Resistir ao ambiente local.
- f) Impedirem de serem burladas.
- g) Ter seus dispositivos de inter-travamento bem protegidos.
- h) Ter ação positiva.
- i) Não oferecer riscos.

### 6.3 Dispositivo de emergência

“Uma emergência é uma situação produzida por um desastre ou por um acontecimento ocorrido de forma inesperada na maioria das vezes. O termo se diferencia da definição de desastre pela capacidade do grupo social afetado de controlar a situação”. (Artigo: <http://queconceito.com.br/emergencia#ixzz2vmIsz5Us>)

Segundo Cardella (1999, p.78) “A ocorrência de eventos perigosos, não programados sobe condições controlados, caracteriza a situação de emergência ou simplesmente emergência”.

O fenômeno emergência é remoto, incerto e indesejável. Essa característica não favorece a força impulsora do comportamento seguro – preparar-se para o controle. As consequências certas, imediatas e positivas têm maior poder de comando sobre o comportamento. (CARDELLA, 1999, p.81)

A parada de emergência não deve prejudicar os sistemas de segurança ou dispositivos ou qualquer outro meio de proteção. O acionamento deve reter o acionador para que ele se mantenha parado ate o desacionamento que deve ser feito por uma ação manual.

Os dispositivos de parada devem estar em local de fácil acesso e visualização sempre desobstruídos.

Devem obter:

- a) Ser selecionados, montados e interconectados, de forma que suportem as condições de operação;
- b) Ser usados como medidas auxiliares;

- c) Possuir acionadores de fácil utilização;
- d) Prevalecer sobre os outros comandos;
- d) Provocar a parada de operação, ser monitorados e mantidos em perfeito estado de funcionamento.

#### 6.4 Dispositivo de segurança elétrico

As instalações de partes elétricas devem prevenir falhas elétricas e demais ocorrências conforme a NR 10, deve ter aterramento e proteção contra contato direto ou indireto com água e deve ter dispositivo de proteção contra sobre tenção.

As ligações e derivações dos condutores devem ser feitas conforme as normas técnicas, além disso os condutores devem: ser resistentes, ter proteção, devem estar localizados de forma que não entre em contato com partes vivas ou moveis e não oferecer riscos, ser feitos de matérias não inflamáveis e que não exalem gases tóxicos.

Figura 10 - Limite de segurança



Fonte: (CATÁLOGO TELEMECANIQUE, 2000)

#### 6.5 Componentes pressurizados

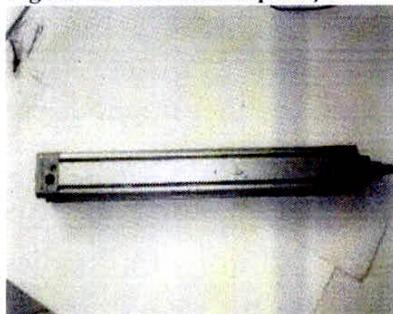
Devem ser colocados em locais em que no caso de ocorrerem futuros vazamentos, estes não causem acidentes. Deve ser adotadas medidas de proteção quando houver riscos, e sempre ter nos equipamentos as informações de mediadas máximas e mínimas de pressão para trabalho.

Devem ter dispositivos que garantam: Que o nível de pressão não exceda o limite permitido e que não haja queda de pressão progressiva ou brusca.

Recipientes de gases pressurizados devem estar e serem mantidos em bom estado de conservação e funcionamento mantendo um plano de manutenção preventiva.

Na montagem e desmontagem de pneumáticos, que ofereçam risco de acidentes, devem ser observados que: Os mesmos estejam despressurizados antes de iniciar o trabalho e que o enchimento deles seja feito após todo o trabalho, e dentro de uma gaiola adequada para proteção.

**Figura 12 - Cilindro dupla ação**



Fonte: (CATÁLOGO FESTO, 2001)

**Figura 11 - Válvula 3/3 vias**



Fonte: (CATÁLOGO FESTO, 2001)

**Figura 13 - Mangueira pneumática**



Fonte: (CATÁLOGO FESTO, 2001)

**7 LISTA DE MATERIAIS E CUSTO DO PROJETO****Tabela 1 - Tabela de custos**

ITEN	QNT	VALOR
Mangueira Festo	15 metros (m)	5,20 R\$ (reais) por metro (m)
Válvula manual	1 peça (p)	100 R\$ (reais)
Limite de segurança Telemecanique	1 peça (p)	300 R\$ (reais)
Cilindro Pneumático	1 peça (p)	400 R\$ (reais)
Total		878 R\$ (reais)

## 8 DESCRIÇÃO TÉCNICA DAS PEÇAS

### 8.1 Cilindro pneumático dupla ação

Tabela 2 - Descrição técnica cilindro dupla ação

Diâmetro do êmbolo mm	Curso padrão mm	Força de avanço a 6 bar	Força de retorno a 6 bar	Conexão	Comprimento do amortecimento mm
100	250	4712	4418	G ½	36

### 8.2 Válvulas direcional 3/3 vias alavanca

Tabela 3 - Descrição técnica válvula direcional 3/3 Vias

Denominação	Diâmetro nominal	Vazão nominal	Faixa de pressão de trabalho	Força de acionamento a 6 bar	Conexão
9784 HS-3/3-1/2-B	12 mm	3500 l/min	-0,95 a +10 bar	26 N	G 1/2

### 8.3 Mangueira Festo

Tabela 4 - Descrição técnica mangueira pneumático Festo

Diâmetro externo	Diâmetro interno	Pressão de trabalho	Temperatura ambiente
8 mm	5,9 mm	-0,95 a +15 bar	-30 a 80 °C

### 8.4 Limite de segurança telemecanique

Tabela 5 - Descrição técnica limite de segurança com trava

Tensão de Trabalho (Vdc)	Tensão Contato (Vdc) (Vac)	Contatos	Dispositivo com trava
24 Vdc	24 Vdc a 220 Vac	1 (um) NA 1 (um) NF	Sim

## 9 CONCLUSÃO

Foi identificada a eficácia do projeto quanto a modificação do sistema de fechamento e abertura da porta.

A conclusão do projeto foi de grande valia para empresa devida a atender os requisitos de segurança do ministério do trabalho regularizando a situação do equipamento. Visando sempre a integridade física do operador.

Após o acompanhamento do funcionamento juntamente com os números de produção e a aprovação do operador, podemos concluir positivamente a realização deste projeto.

Fazer parte deste projeto é de grande valia para a vida profissional, pois, exemplifica uma parte do cotidiano de uma empresa levantando os aspectos positivos e a visão da melhoria continua, sempre atentando para as normas regulamentadoras juntamente a garantir e atender as necessidades da empresa mais sem deixar de lado as garantias de segurança do trabalhador.

Com o avanço da tecnologia e o desgaste sofrido nos equipamentos o engenheiro tem sempre que se atentar para uma visão de melhoria continua, realizando o levantamento de possíveis falhas de projeto, sempre com um pensamento inovador que traga benefícios que a empresa sem esquecer a segurança do trabalhador. Um trabalhador segura e contente com o seu ambiente de trabalho tem um aumento comprovado de produtividade.

É vital para a vida profissional de um engenheiro ter contato com esses tipos de projeto, ganhando novas experiências fora do ambiente da sala de aula convivendo com a pressão do dia a dia de uma empresa, prazos e normas de adequação e novas visões de futuro e melhoria.

## REFERÊNCIAS

**Conceito de Emergência** S/A. Disponível em: <http://queconceito.com.br/emergencia#ixzz2vmIsz5Us> acesso: 25 de Setembro de 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **Segurança em Máquinas e Equipamentos. NBR:7195.** Rio de Janeiro: 1995, 3p.

CARDELLA, Benedito. **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes:** uma abordagem holística. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1999; reimpressão 2010.]

FESTO. **Catalogo Linha Geral.** 2. ed. São Paulo, 1996.

MACHADO, Rocha Álisson. **Teoria da Usinagem dos Materiais.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2011.

MANGELS INDUSTRIAL S/A.2014. Disponível em <HTTP://www.mangels.com.br> acesso em: 01 de Maio de 2014.

NORMA REGULAMENTADORA NR-12.Segurança em Máquinas e Equipamentos Portaria GM nº 3.214, de 08 de junho de 1978.

NORMA REGULAMENTADORA NR-28.Fiscalização e Penalidades, Portaria GM nº 191, de 15 de abril de 2008.

NORMA REGULAMENTADORA NR-28. Fiscalização e Penalidades, Anexo II, Portaria SIT 319 2012.

OLIVEIRA, Eduardo Luíz. Assesotec, Consultoria Técnica e Auditoria. Apostila Curso, 2007.

VECCHIO, Del Marcelo, NR-12 – Sem Mistérios, CIESP, Apostila Curso, 2003.

ZOCCHIO, Álvaro. **Segurança em Trabalhos com Maquinaria.** 1. ed. São Paulo: Editora LTDA, Junho, 2002.