



Ricardo de Campos Parlow

ADEQUAÇÃO DE UMA SERRA CIRCULAR À NR-12

Horizontina

2014

Ricardo de Campos Parlow

ADEQUAÇÃO DE UMA SERRA CIRCULAR À NR-12

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Leonardo Teixeira Rodrigues, Especialista.

Horizontina

2014

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

“Adequação de uma Serra Circular à NR-12”

Elaborada por:

Ricardo de Campos Parlow

como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

**Aprovado em: 25/11/2014
Pela Comissão Examinadora**

**Prof. Especialista. Leonardo Teixeira Rodrigues
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Prof. Dr. Richard Thomas Lermen
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Prof. Me. Jonas Rigodanzo
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina
2014**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado, que principalmente nos momentos difíceis me ajudaram a levantar a cabeça e seguir em frente com meus objetivos.

A minha família e amigos, pelo apoio e pelos bons momentos compartilhados durante esta caminhada.

A minha namorada Juliana, a qual foi sempre um ombro amigo em que pude me apoiar em momentos de dificuldades e partilhou também de êxitos alcançados ao longo do desenvolvimento do trabalho.

E por fim, ao meu Padrinho Ricardo Marques, que foi um grande incentivador a seguir na área da Engenharia, aconselhou e partilhou experiências vividas em sua carreira.

RESUMO

O aspecto segurança no trabalho está atualmente em evidência, sendo esta uma área que necessita de atenção e melhorias devido ao alto número de acidentes que ocorrem anualmente. Desde edificações passando por máquinas e equipamentos, tudo deve estar em perfeitas condições para que o colaborador consiga trabalhar da melhor maneira possível. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é a melhoria de uma serra circular produzida pela Metalúrgica Fundisa, visando adequação aos padrões estabelecidos pela Norma Regulamentadora 12. Esta norma aborda a segurança em máquinas e equipamentos. Devido ao não atendimento a todos os requisitos da norma, deverão estes ser analisados para realizar as devidas alterações no produto, para que então o mesmo seja considerado seguro para a comercialização aos clientes. Para desenvolver o presente trabalho, as metodologias utilizadas foram a pesquisa exploratória, a qual em um primeiro momento assume a forma de pesquisa bibliográfica na parte inicial do trabalho, para então no desenvolvimento prático utilizar o estudo de caso, procurando investigar e compreender profundamente sobre o assunto em estudo. Através do resultado obtido ao final do presente estudo, conclui-se que a adequação à norma tornou a máquina mais segura com as utilizações da coifa protetora e do protetor inferior, os quais não permitirão ao operador acesso a lâmina, bem como os botões de segurança que auxiliarão nas situações de risco. A caixa coletora de pó juntamente com as demais melhorias tornará o ambiente de trabalho mais saudável.

Palavras-chave: Segurança do Trabalho. Serra Circular. Norma Regulamentadora Nº 12.

ABSTRACT

Work security is an aspect in evidence nowadays being this an area that is in need for attention and improvements since many accidents occur every year. From edifications to machines and equipment, everything must be in perfect conditions for the collaborator to execute his work at its best. Furthermore, the goal of this work is the improvement of one circular saw machine produced by Fundisa Metallurgic, looking for the adequacy to the patterns established by the regulatory norm number 12, which talks about the security on machines and equipment. Due to the noncompliance to all the requirements of the norm, these will need to be analyzed to accomplish the necessary changes in the product, for it to be considered safe for commercialization to the costumers. To develop the present work, the methodology used was the exploratory research, which at first, appears as a bibliographic research in the beginning of the work, and then in the practice development use the case study research, aiming to investigate and comprehend about the subject under study. Through the obtained results, at the end of the present study, it is possible to conclude that the adequacy to the norm made the machine more secure with the use of the protecting coif and the inferior protector, as well as the security buttons that will auxiliare under risk situations. The powder collector box together with the other improvements will make the workplace environment healthier.

Keywords: Work Security. Circular Saw Machine. Regulatory Norm No. 12.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de símbolo contido na máquina.....	16
Figura 2: Exemplo de sinalização ambiental.....	16
Figura 3: Montagem atual	20
Figura 4: Localização das irregularidades.....	21
Figura 5: Confronto de critérios.....	22
Figura 6: Proteções frontais.....	23
Figura 7: Protótipo físico e eletrônico do sistema de proteção	24
Figura 8: Detalhe do contato entre a coifa e a lâmina.....	24
Figura 9: Protótipo físico e eletrônico do segundo modelo.....	25
Figura 10: Detalhe do alinhamento do ponto de tração e CG.....	25
Figura 11: Ponto de apoio e dimensões dos braços de alavanca.....	26
Figura 12: Protetor inferior antigo e protetor inferior remodelado, respectivamente	27
Figura 13: Encaixe	28
Figura 14: Novo mancal de fixação	28
Figura 15: Novo modelo do suporte do motor	29
Figura 16: Novo modelo da máquina	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	JUSTIFICATIVA.....	8
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
2	REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1	A SEGURANÇA DO TRABALHO.....	10
2.2	NORMAS REGULAMENTADORAS.....	11
2.3	NORMA REGULAMENTADORA Nº12.....	12
2.4	O EQUIPAMENTO – RISCOS, PRECAUÇÕES E REQUISITOS	13
	2.4.1 EPI'S	14
	2.4.2 Capacitação do Operador	15
	2.4.3 Sinalização	16
2.5	SELEÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO DA MÁQUINA	17
3	METODOLOGIA	18
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	18
3.2	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	19
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	20
4.1	ANÁLISE DE COMPONENTES A SEREM REMODELADOS OU INCLUSOS	20
4.2	IDENTIFICAÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO DA SERRA CIRCULAR	22
4.3	DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS	23
5	CONCLUSÕES	31
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
	APÊNDICE A – LISTA DE VERIFICAÇÃO DE UMA SERRA CIRCULAR E SEU AMBIENTE	34
	APÊNDICE B – ANÁLISE DE ELEMENTO FINITOS DO COMPONENTE DO SUPORTE DO MOTOR 35	
	APÊNDICE C – DIMENSÕES GERAIS E IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DA MONTAGEM FINAL DA MÁQUINA	39

1 INTRODUÇÃO

Tão importante quanto ou até mais importante que a produtividade, a segurança é regra essencial para o desenvolvimento do trabalho dentro das organizações. Para alcançar a alta produtividade, as empresas investem em novas máquinas, tornando a diversidade de equipamentos muito grande, requerendo que os colaboradores recebam treinamento tornando-os aptos às novas tarefas. Por este motivo, as empresas buscam hoje trabalhadores que se comprometam com a segurança, para assim manter a qualidade dos serviços prestados.

Com isso, o MTE – Ministério do Trabalho e Emprego instituiu as normas regulamentadoras para a segurança e saúde do trabalhador, demonstrando preocupação com a preservação da sua integridade física e mental.

Até os dias de hoje foram criadas 36 normas de segurança, sendo a número 12 voltada para a adequação da segurança em máquinas e equipamentos.

Esta Norma Regulamentadora estabelece os principais fundamentos e medidas contra acidentes para assegurar a manutenção e a integridade dos trabalhadores, através do estabelecimento de requisitos mínimos para a prevenção não só de acidentes, mas também doenças do trabalho, já nas fases de projeto e também posteriormente, durante sua utilização até seu descarte.

Os principais aspectos a serem observados, são que a máquina possui partes móveis e cortantes, necessitando então de proteções adequadas.

Sendo assim, o objetivo deste estudo é realizar a análise de uma das máquinas para trabalho em madeira produzidas pela Metalúrgica Fundisa Ltda, em relação à questão de segurança, ou seja, adequar a máquina para que esta seja segura durante sua operação com total conforto, sem que o operador precise se preocupar com eventuais acidentes.

1.1 JUSTIFICATIVA

A realização deste estudo trará benefícios para a empresa, pois com a normatização da máquina, não haverá mais devoluções devido ao quesito segurança, sendo possível ampliar o nicho de mercado para não somente vender os produtos em sua própria loja, mas também realizar vendas pela internet através de

sites conhecidos por vender equipamentos de qualidade e aumentar a lucratividade da empresa.

Não pensando somente no aspecto econômico, se torna necessária esta atualização do equipamento para que não se eleve ainda mais as altas estatísticas de acidentes de trabalho que são registradas no Brasil hoje.

Verificando estes aspectos, justifica-se a importância do trabalho tanto para a empresa assim como para a segurança dos colaboradores, melhorando a qualidade do equipamento e contribuindo para um ambiente saudável, onde sejam minimizados os riscos de acidentes.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um estudo sobre as normas regulamentadoras para então analisar as melhorias necessárias na serra circular.
- Verificação da máquina que a metalúrgica Fundisa produz atualmente e como introduzir as melhorias de acordo com a NR-12.
- Elaboração de novos componentes que em seu conjunto formarão o novo conceito da serra circular.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A SEGURANÇA DO TRABALHO

Segundo Cardella (1999), segurança pode ser definida como um conjunto de ações realizadas com o objetivo de reduzir as perdas e danos gerados por agentes agressivos. Esta é considerada uma das funções vitais que se deve exercer dentro da organização em conjunto com sua visão.

Também pode ser definida como conjuntos de medidas que são tomadas visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador (PEDROSA, 2010).

Conforme Pedrosa (2010), a segurança do trabalho não é somente prevenir acidentes, mas também precaver contra doenças decorrentes do trabalho garantindo a saúde dos trabalhadores.

Conforme WHO – World Health Organization (1948), saúde é definida como um estado completo de bem estar físico, social e mental, não sendo caracterizada somente pela ausência de enfermidade ou doença.

Infelizmente, mesmo com todos os avanços tecnológicos, ainda existem pessoas e empresas que estão despreocupadas em relação à segurança e saúde das pessoas. É comum encontrar atualmente muitos locais onde colaboradores trabalham sem equipamentos de proteção ou em ambientes com péssimas condições de trabalho.

Os dados do anuário estatístico de 2012 divulgados pelo Ministério da Previdência Social em relação à acidentes de trabalho nos indicam que houve um aumento no número de acidentes em comparação com os anos anteriores. De 2010 para 2011 o número de acidentes cresceu de 709.474 para 720.629. Felizmente de 2011 para 2012 obteve-se uma redução nos acidentes de 720.629 para 705.239, menos acidentes até que em 2010, conforme a Tabela 1 (BRASIL, 2012).

Tabela 1: Quantidade de acidentes de trabalho

MESES	Anos	QUANTIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO					
		Total	Com CAT Registrada				Sem CAT Registrada
			Total	Motivo			
				Típico	Trajeto	Doença do Trabalho	
TOTAL	2010	709.474	529.793	417.295	95.321	17.177	179.681
	2011	720.629	543.889	426.153	100.897	16.839	176.740
	2012	705.239	541.286	423.935	102.396	14.955	163.953

Fonte: Brasil, 2012, p. 561.

De acordo com Barbosa (2008), a maior quantidade de acidentes ocorrem nos dedos. O total de acidentes ocorridos em 2002 envolvendo os dedos foram de 86.185 e em 2004 foram de 106.514. Levando em consideração que na serra circular os dedos se aproximam consideravelmente da lâmina, é de extrema importância que em um equipamento como uma serra, exista uma proteção que sirva para inibir este tipo de acidente.

2.2 NORMAS REGULAMENTADORAS

Conforme cita Waldhelm (2014), as Normas Regulamentadoras, ou NR's, são documentos criados para normatizar e promover a segurança e saúde do trabalho nas empresas, os quais foram criados pelo Ministério do Trabalho. Estas normas foram elaboradas com o objetivo de estabelecer um formato final às lei de segurança e saúde do trabalho, sendo estas numeradas e publicadas em capítulos para facilitar a padronização.

Estes documentos foram criados e são atualmente modificados quando julgado necessário pelos formadores da Comissão Tripartite, sendo alterados por portarias, que apesar da modificação, ainda continuam pertencendo à mesma, a Portaria 3.214/78 (WALDHELM, 2014).

As Normas Regulamentadoras originaram-se com base na lei N° 6.514 de 1977. O Capítulo V, Título II, da CLT, Consolidação das Leis de Trabalho, sofreu alterações relativas à Segurança e Medicina do Trabalho a partir desta lei. A Portaria N° 3.214 de 08 de junho de 1978 aprovou estas normas regulamentadoras (WALDHELM, 2014).

2.3 NORMA REGULAMENTADORA Nº12

A Norma Regulamentadora número 12, define através de seus anexos e técnicas, medidas de proteção e princípios fundamentais que devem ser seguidos para garantir da melhor forma possível a integridade física e saúde dos colaboradores. Normatiza os requisitos mínimos de todos os tipos de máquinas, para a prevenção de doenças do trabalho e acidentes, já na fase de projeto, antecipando eventuais problemas no futuro.

Observando alguns aspectos importantes na norma, listou-se quais tem maior importância em relação à solução da problemática apresentada. De acordo com Brasil (2011):

- Dispositivos de partida, acionamento e parada.
 - 12.24. Informa sobre o projeto, localização e seleção dos dispositivos.
- Sistemas de segurança.
 - 12.39. Comenta sobre a prévia análise de riscos entre outros.
 - 12.41. Proteções fixas e móveis.
 - 12.42. Classificação de dispositivo de segurança.
 - 12.54. Indica que sistemas de segurança não podem ser considerados itens opcionais.
- Dispositivos de parada de emergência.
 - 12.56. Quantidade dos dispositivos de parada.
 - 12.57. Posicionamento dos dispositivos de parada.
 - 12.58. Funções as quais os dispositivos de parada devem atender.
- Sinalização.
 - 12.116. Sinalizações de segurança (cores, símbolos, inscrições...).
 - 12.122. Sinalização de segurança conforme cores.

Em seus anexos, é possível verificar ainda outras informações importantes, onde são listados e caracterizados muitos elementos e especificações que são necessárias para que um equipamento como uma serra circular seja seguro. São eles: Dispositivo inibidor ou defletor, Especificação e limitação técnica, Informação ou símbolo indelével, Diversidade, etc. (BRASIL, 2011).

Esclarecendo estes elementos, Brasil (2011), cita:

Dispositivo inibidor ou defletor: barreira física que não impede totalmente o acesso à zona de perigo, mas que restringe significativamente as possibilidades de acesso.

Especificações e limitação técnica: informações como velocidade de rotação, massa de partes desmontáveis, regulagens, capacidade, dimensões, frequência de inspeções, manutenções e necessidade de utilização de EPI's (equipamentos de proteção individual), são informações que devem estar contidas no manual.

Informação ou símbolo indelével: símbolo que é aplicado em áreas específicas da máquina e que precisam ser conservados de forma legível e íntegra durante a vida útil do equipamento.

Diversidade: tipos de sistemas, dispositivos e componentes de diferentes funções que servem para diminuir a probabilidade de haver uma condição perigosa.

2.4 O EQUIPAMENTO – RISCOS, PRECAUÇÕES E REQUISITOS

Dentro dos números de acidentes de trabalho apresentados, estão também englobados os acidentes com serras circulares, as quais são amplamente utilizadas, principalmente na área de construção civil, pela facilidade que oferecem para trabalhar a madeira. Porém, apesar de ser uma ferramenta muito útil que ajuda os trabalhadores em seus serviços, é também um equipamento que oferece riscos à saúde e integridade física do colaborador.

As serras circulares são dotadas de partes móveis, cortantes e são geralmente abastecidas por energia elétrica, o que faz com que esta máquina, se em mau estado de conservação, ofereça muitos perigos para os trabalhadores.

Os cuidados que se deve ter para manusear uma serra circular são importantíssimos para a redução de acidentes e ganho de produtividade. Para isso, o equipamento deve ser instalado em local adequado com acesso restrito somente à pessoas autorizadas e trabalhadores especializados. O local escolhido necessita ser devidamente demarcado com faixas amarelas. Deve também ser considerada uma área de trabalho adequada em torno da serra, de acordo com o tipo de operação e do tipo de madeira a ser trabalhada. É necessário que o equipamento seja alocado de maneira que facilite as operações de inspeção e consertos de forma a facilitar a alimentação e retirada de materiais. O manuseio da serra circular poderá ser realizado somente por colaboradores instruídos e capacitados para tal função. Caso forem contratados novos trabalhadores que utilizarão o equipamento, deverão estes

passar por treinamento e ensinados quanto à forma certa de manuseá-lo, alertando sobre os riscos e a maneira de como evitar acidentes (REVISTA DA MADEIRA, 2003).

A bancada da serra deve possuir boa estabilidade e ser fixada no chão, o qual necessitará ser resistente e plano. De forma geral são confeccionadas em metal ou madeira e devem possuir extensão apropriada para o corte de peças consideradas de tamanho médio. Sob a bancada é importante ter um dispositivo que auxilie no recolhimento dos resíduos provenientes da operação de serragem, para que o ambiente de trabalho seja conservado organizado e limpo. A bancada necessita possuir proteções laterais, para manter isolada a parte inferior da máquina, evitando o acesso acidental do operador ou de materiais com componentes do equipamento. Em sua parte superior é necessário haver proteção para a lâmina de corte a qual deve ser muito resistente (REVISTA DA MADEIRA, 2003).

A preocupação em relação à serragem, como citado acima, onde máquinas que produzem este resíduo devem ser dotadas de um sistema que iniba a dispersão da poeira decorrente da operação. A medida de controle coletivo deve garantir para que a concentração de pó não exceda $5\text{mg}/\text{m}^3$ (SOUZA, 2004).

Souza (2004) cita ainda que, de acordo com a Agência Internacional para a Investigação para o Câncer (IARC), a serragem pode causar carcinogênese, ou seja, pode ser causadora de câncer e irritação nos olhos, garganta e nariz.

Monticuco e Silva (2014) cita que a norma regulamentadora nº 18, no item 18.7.3 indica que em operações de corte de madeira, deve-se utilizar dispositivo empurrador e guia de alinhamento. O empurrador deve ser empregado geralmente no corte de pequenas peças. A guia de alinhamento servirá para auxiliar na operação de corte.

2.4.1 EPI'S

Para realizar operações com máquinas que envolvam riscos à saúde, é sempre necessário que, além de todas as proteções existentes obrigatoriamente no próprio equipamento, sejam utilizados os EPI'S, equipamentos de proteção individual, os quais protegerão o operador dos efeitos nocivos que as outras proteções existentes não conseguem controlar.

De acordo com SEBRAE (2014), no caso da serra circular, os riscos existentes e os EPI'S indicados para controlá-los são respectivamente:

- Projeção de partículas – protetor facial;
- Ruído – protetor auditivo;
- Poeira – máscara com filtro.

SEBRAE (2014), ainda indica, para a proteção completa do colaborador, utilizar calçados de segurança, avental de couro ou de raspa, e capacete.

Em máquinas que possuem partes móveis, como eixos, ou no caso da serra o disco de corte, não é permitido o uso de luvas.

2.4.2 Capacitação do Operador

Além dos requisitos que a máquina deve possuir, a norma cita que é indispensável a capacitação para operar a máquina, pois de nada adiantariam normas, precauções e sistemas de segurança se o operador não é capaz de realizar o trabalho atentando para a própria segurança.

Para a capacitação ser válida, existe um conteúdo programático descrito na Norma Regulamentadora 12.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DA CAPACITAÇÃO.

1. A capacitação para operação segura de máquinas deve abranger as etapas teórica e prática, a fim de permitir habilitação adequada do operador para trabalho seguro, contendo no mínimo:

- a) descrição e identificação dos riscos associados com cada máquina e equipamento e as proteções específicas contra cada um deles;
- b) funcionamento das proteções; como e por que devem ser usadas;
- c) como e em que circunstâncias uma proteção pode ser removida, e por quem, sendo na maioria dos casos, somente o pessoal de inspeção ou manutenção;
- d) o que fazer, por exemplo, contatar o supervisor, se uma proteção foi danificada ou se perdeu sua função, deixando de garantir a segurança;
- e) os princípios de segurança na utilização da máquina ou equipamento;
- f) segurança para riscos mecânicos, elétricos e outros relevantes;
- g) método de trabalho seguro;
- h) permissão de trabalho; e
- i) sistema de bloqueio de funcionamento da máquina e equipamento durante operações de inspeção, limpeza, lubrificação e manutenção. (BRASIL, 2011).

Na capacitação o colaborador deve também ser instruído a verificar uma série de itens antes de operar a máquina.

No Apêndice A é possível visualizar um exemplo de lista de verificação de uma serra circular.

2.4.3 Sinalização

Não somente a máquina, mas também o ambiente em que ela se encontra, deve indicar aos colaboradores e terceiros sobre os riscos evidentes, as instruções de funcionamento e manutenção e ainda outras informações necessárias para assegurar a saúde e integridade física de todos.

A sinalização de segurança abrange a utilização de simbologia, inscrições, cores, sinais sonoros ou luminosos, dentre outras formas de esclarecimento de igual eficiência, onde devem estar destacados na máquina, em local visível e sendo de clara compreensão. A Figura 1 é um exemplo de símbolo que deve ser usado na coifa protetora.

Figura 1: Exemplo de símbolo contido na máquina



Fonte: 123RF.

Como citado anteriormente, existem também sinalizações ambientais. A Figura 2 é um exemplo deste tipo de sinalização.

Figura 2: Exemplo de sinalização ambiental



Fonte: Towbar – sinalização de segurança.

2.5 SELEÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO DA MÁQUINA

Conforme a NBR 14009 cita, diversos tipos de perigos foram verificados em vários tipos de equipamentos, analisando-se os riscos citados na norma, os quais foram aplicados à serra circular. Através da análise, são citados os possíveis tipos de perigos encontrados na serra circular que devem ser observados para que a máquina não apresente estes problemas (ABNT, 1997).

NBR 14009, tipos de perigos:

1. Perigos mecânicos:

1.1.4 massa e velocidade (energia cinética de elementos em movimento controlado ou sem controle).

1.3.3 Corte ou danos severos.

1.3.5 Perigo de enroscamento.

2. Perigos elétricos.

2.2 Contato de pessoas com partes que ficaram energizadas por condições falhas (contato indireto).

4. Perigos gerados por ruído.

4.1 Perda auditiva (surdez), outros distúrbios fisiológicos (por exemplo, perda do equilíbrio, perda de consciência).

7. Perigos gerados por materiais e substâncias processadas, utilizadas pela máquina e por seus materiais constituintes.

7.1 Perigos de contato com ou inalação de fluidos, gases, misturas, fumos e poeiras nocivas.

8. Perigos gerados pela negligência a princípios ergonômicos no projeto de máquinas, como, por exemplo, perigos de:

8.1 Posturas insalubres de excessivo esforço.

8.3 Uso negligente de equipamento de proteção individual.

8.5 Sobrecarga mental, estresse.

8.6 Erro humano, procedimento humano.

Eventos perigosos

Eventos que podem resultar em risco de um ou vários dos perigos listados em 1 a 9:

10.6 Erros praticados pelo operador (devido à má adaptação da máquina com as características e habilidades humanas, ver 8.6).

15. Erros de montagem.

16. Quebra durante a operação.

17. Queda ou ejeção de fluidos ou objetos.

21. Relacionados à posição de trabalho (incluindo a posição de condução) na máquina.

21.1 Queda de pessoas durante o acesso à (ou da) posição de trabalho.

21.4 Ruptura de peças girando a altas velocidades.

21.8 Ruído na posição de trabalho.

24. Relativos à fonte de energia e da transmissão da potência.

24.1 Perigos do motor e baterias.

26. Instruções insuficientes para o condutor/operador (ABNT, 1997).

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa exploratória, a qual de acordo com Gil (2008), tem como objetivo proporcionar ao leitor e ao próprio pesquisador uma maior familiaridade com o problema, visando torna-lo mais explícito. Desta forma tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias, bem como o levantamento de hipóteses, proporcionando um planejamento flexível e possibilitando a variação dos aspectos relativos ao fato em estudo.

Para Jung (2004), este tipo de pesquisa tem como propósito supor novas teorias as quais modificarão os conceitos existentes, proporcionando novas alternativas e oportunizando a inovação da tecnologia.

Obter informações sobre o contexto ainda pouco conhecido é imprescindível para ao final da pesquisa construir conceitos sobre o objeto em estudo, através dos conhecimentos adquiridos. Como qualquer tipo de pesquisa, a exploratória dependerá da intuição do pesquisador para encontrar informações determinantes.

Embora a pesquisa exploratória seja muito flexível, ainda assim a maioria dos casos assume a forma de pesquisa bibliográfica, a qual se caracteriza por ser embasada em normas técnicas, artigos e livros publicados, sendo o método escolhido e utilizado para fazer a parte inicial do trabalho, para então em um segundo momento analisar o equipamento, bem como compreender como este é montado atualmente, para então confrontar os dados coletados com o conteúdo verificado na revisão da literatura, seguido posteriormente por um estudo de caso, que segundo Yin (2009) o estudo de caso é uma verificação empírica onde se procura investigar e entender profundamente sobre algum fenômeno presente na sua situação real, quando as barreiras entre o fenômeno e o contexto não se manifestam claramente.

Sendo assim, o estudo de caso pode ser caracterizado como uma metodologia de avaliação e investigação quando se procura explorar, compreender e descrever acontecimentos nos quais estão inseridos os aspectos em análise.

Então, tanto para o estudo de caso, quanto para a pesquisa exploratória foram realizadas abordagens aos clientes e operadores da máquina pelo meio de questionamentos e conversas informais de suas necessidades, problemas

evidenciados durante a operação e até mesmo sugestões, ocorrendo assim o intercâmbio de informações, assimilação e análise para a adoção de conceitos, para o desenvolvimento das novas peças e do modelo final da máquina.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Antigamente os projetos de equipamentos eram realizados a partir de desenhos feitos a mão, onde poderiam facilmente ocorrer erros durante o desenvolvimento, levando o projeto a ter modificações drásticas, o que tomaria muito tempo para retrabalho e também tornar o projeto ainda mais oneroso.

Com o auxílio de softwares muito avançados e precisos, evitam-se e antecipam-se erros antes de prosseguir com a parte do desenvolvimento físico dos componentes ou do conjunto, o que auxilia no desenvolvimento do projeto.

O software utilizado no desenvolvimento das peças e conjuntos do equipamento foi o SolidWorks 2012, onde foram desenhados e detalhados os componentes e conjuntos para a montagem final da máquina, para posterior produção do produto.

Também foi realizada a análise de elementos finitos do componente cantoneira transversal do suporte do motor, pois o modelo que era utilizado apresentou problemas.

É possível afirmar que o mesmo sofreu danos à estrutura durante o processo de logística devido a solavancos que somados ao peso do motor ocasionaram deformação na estrutura. Em virtude desse acontecimento houve a necessidade de desenvolver um novo modelo de suporte do motor. O principal componente que foi modificado foi a cantoneira transversal.

Para testar esse novo componente do modelo de suporte do motor foi usado o recurso Assistente de Análise SimulationXpress, o qual possibilitou confirmar que o material suporta a carga a que é submetido. O estudo de elementos finitos deste componente pode ser verificado no Apêndice B.

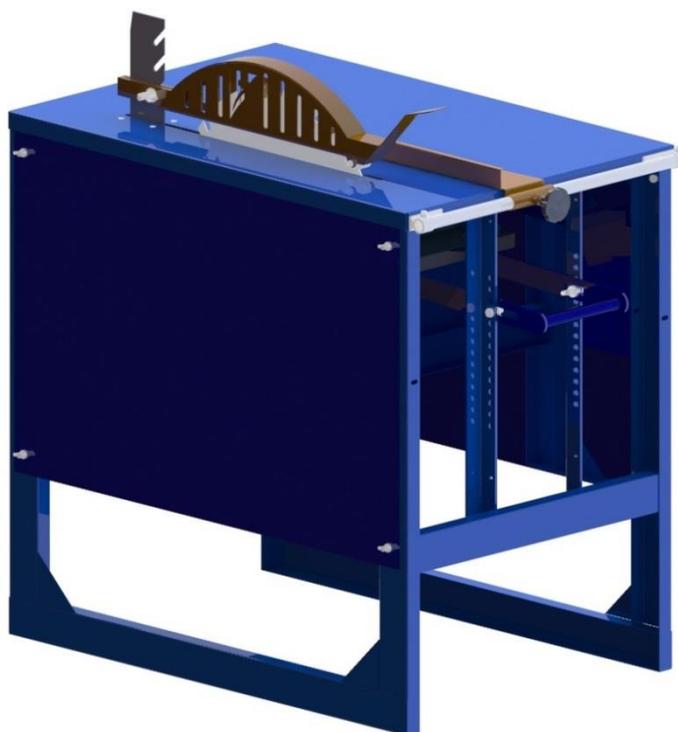
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DE COMPONENTES A SEREM REMODELADOS OU INCLUSOS

Por meio do estudo realizado, foi possível verificar que a máquina produzida pela empresa, apresenta hoje diversas irregularidades perante as normas.

Atualmente a máquina é produzida e quando pronta é vendida conforme a Figura 3.

Figura 3: Montagem atual



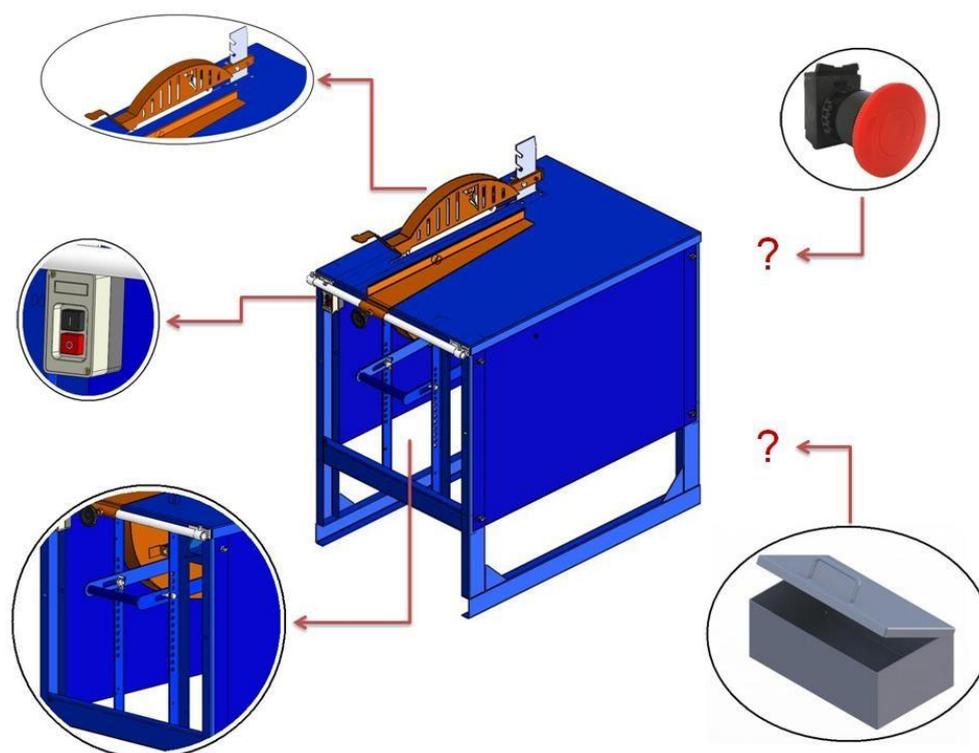
Fonte: Elaborada pelo autor.

Principais problemas encontrados:

1. A máquina não possui botões de segurança para paradas de emergência;
2. A parte inferior onde se localiza o motor está parcialmente aberta;
3. As cores das proteções não estão conforme a norma indica;
4. O protetor do disco de corte não é adequado;
5. Não há recipiente para armazenamento da poeira (serragem).

A Figura 4 indica a localização das irregularidades identificadas.

Figura 4: Localização das irregularidades



Fonte: Elaborada pelo autor.

Realizando esta análise, foram propostas ações que resolverão tais problemas, sendo para a primeira irregularidade apresentada necessária a instalação de uma chave de partida normatizada, a qual possui dois botões de segurança para interrupções emergenciais no caso de acidente.

A segunda irregularidade deve ser corrigida através do desenvolvimento de proteções para a parte frontal da máquina, onde se localiza a alavanca de regulagem de altura do disco de corte.

Conforme Brasil (2011) item 12.122, as proteções de partes móveis da máquina devem ser da cor amarela. Problema facilmente resolvido com a troca de cores de laranja para amarelo.

Para o item 4, é necessário desenvolver um protetor adequado às normas.

O problema 5 é resolvido instalando uma simples caixa com tampa, que depois de cheia pode-se retirar a serragem para descartá-la corretamente de acordo com as normas ambientais.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO DA SERRA CIRCULAR

Para a seleção da categoria de risco da máquina, foi escolhido o tipo de perigo mais severo que a máquina pode apresentar, o item 1.1.3 corte ou danos severos.

Seguindo as orientações conforme o diagrama disponibilizado na NBR 14153, ABNT (1998), concluiu-se que o equipamento apresenta a categoria de risco nível 3 seguindo os critérios:

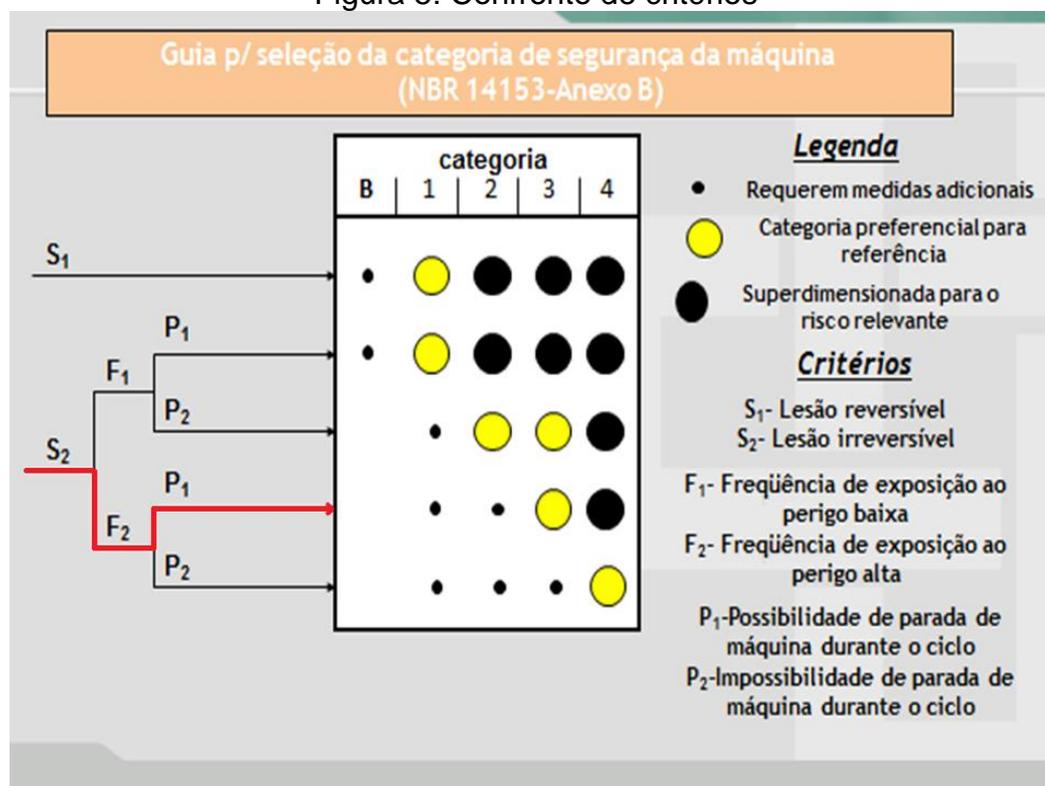
S₂: Lesão Irreversível – o disco de corte pode amputar facilmente um membro do operador;

F₂: Frequência de exposição ao perigo alta – sempre que o operador realizar o corte;

P₁: Possibilidade de parada da máquina durante o ciclo - através de botões de segurança.

No diagrama a seguir (Figura 5), é possível verificar o caminho percorrido para encontrar a categoria.

Figura 5: Confronto de critérios



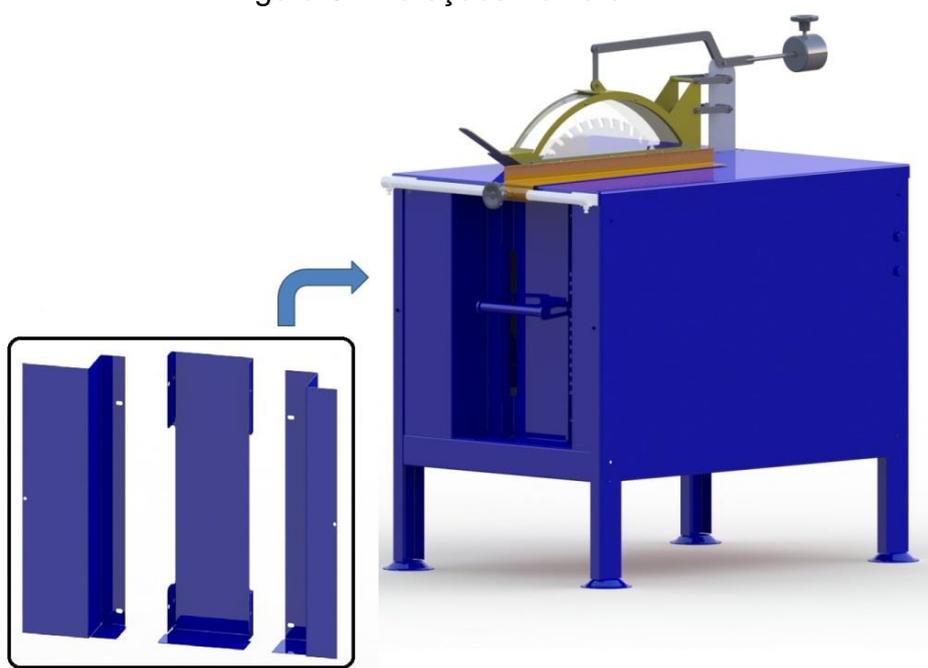
Fonte: ABNT-NBR 14153, 1998, p. 20.

4.3 DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS

Depois de verificar os conceitos teóricos, prossegue-se com a fase de concretização do modelo. Elaborou-se o conceito 3D e o detalhamento 2D para então ser modelado fisicamente.

Os primeiros componentes a serem desenvolvidos foram as proteções da parte frontal, conforme a Figura 6.

Figura 6: Proteções frontais



Fonte: Elaborada pelo autor.

Estes componentes foram feitos a partir de chapa de aço SAE 1020 de espessura 1,2 mm.

Em seguida, o protetor da lâmina de corte foi modificado. Por se tratar de um conjunto que atuará para que não aconteçam graves lesões ao trabalhador, foi de extrema importância o desenvolvimento de um protótipo para testes mais fidedignos e assim obter dados concretos em relação ao funcionamento do conjunto.

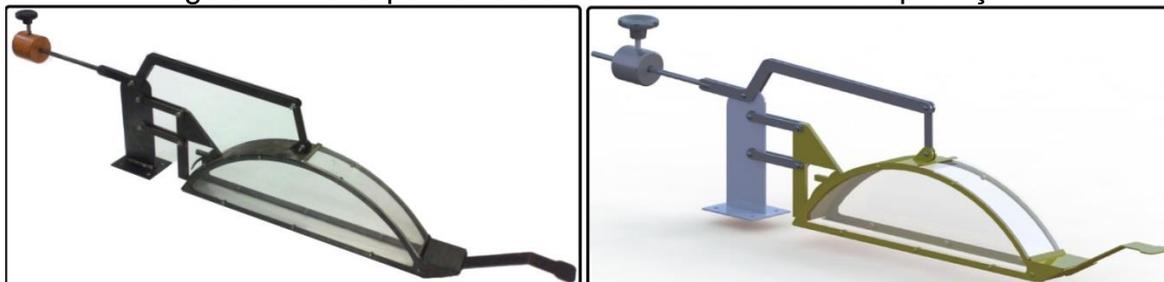
Conforme Dihlmann (2014), protótipo é o termo que é atribuído para objetos que são desenvolvidos para fins de avaliação e planejamento do processo de produção, que ainda não são aprovados para a comercialização.

Dihlmann (2014) cita ainda que o protótipo compõe uma das partes mais importantes no processo de desenvolvimento de produtos, pois possibilita a análise

de sua funcionalidade e forma, auxiliando no processo posterior do desenvolvimento do ferramental que será necessário.

Sendo assim, em seguida o protetor da lâmina de corte foi remodelado (Figura 7) e passou a ter regulagem de altura auto-ajustável. O primeiro protótipo foi levado à campo, onde foi possível verificar o funcionamento deste sistema de proteção na prática, que de acordo com o operador foi satisfatório.

Figura 7: Protótipo físico e eletrônico do sistema de proteção

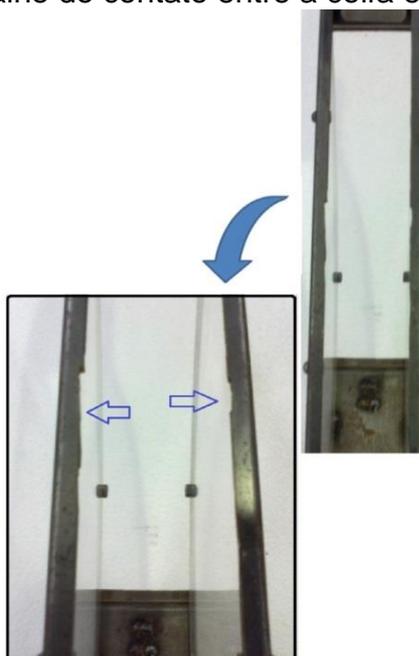


Fonte: Elaborada pelo autor.

A utilização prática possibilitou ao operador verificar os aspectos positivos, que foram: facilidade na elevação da coifa, inibição da propagação da poeira e da projeção de cavacos para fora da coifa. Porém notou-se uma irregularidade.

Durante esta utilização foi visto que existia uma folga nos componentes de fixação que ligam a coifa ao cutelo divisor, ocorrendo então um leve contato do disco de corte com a parte inferior da coifa, conforme mostra a Figura 8.

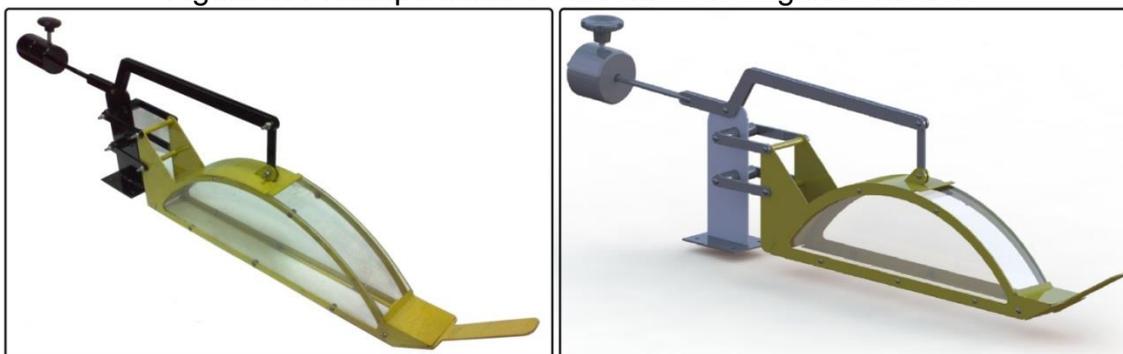
Figura 8: Detalhe do contato entre a coifa e a lâmina



Fonte: Elaborada pelo autor.

O problema foi resolvido no desenvolvimento de um segundo protótipo, similar ao primeiro, com a modificação no sistema de fixação de apenas um ponto de apoio para dois pontos, o que fez com que a folga se tornasse irrelevante. A Figura 9 demonstra o novo modelo.

Figura 9: Protótipo físico e eletrônico do segundo modelo

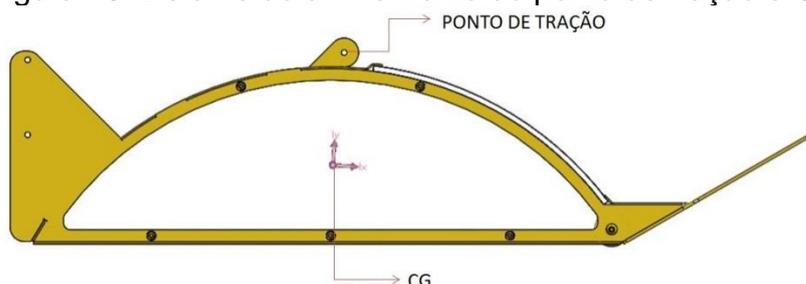


Fonte: Elaborada pelo autor.

Os componentes do protetor foram feitos também utilizando chapas metálicas soldadas e encaixadas. É constituído também de partes transparentes feitas em acrílico de espessura 4mm, o qual é um material resistente e de boa durabilidade. Este recurso possibilita ao operador visualizar o disco durante o corte, sem que ele possa acessá-lo, e desta forma proporciona que o operador veja o risco com o qual está trabalhando fazendo com que ele se previna, logo reduzindo o risco de acidentes.

Outro fator importante observado durante o dimensionamento da coifa foi o centro de gravidade do conjunto e sua massa. O centro de gravidade, ou CG, é determinante para o balanceamento do conjunto, para que não ocorram torques desnecessários que influenciem no movimento de elevação da coifa. Este ponto determina a localização do ponto onde a coifa sofre a tração no movimento de elevação. A Figura 10 demonstra a localização do CG, que é coincidente com o ponto de tração da coifa.

Figura 10: Detalhe do alinhamento do ponto de tração e CG



Fonte: Elaborada pelo autor.

A massa da coifa foi importante para definir a massa que era necessária para a confecção do contrapeso colocado no lado oposto do braço oscilante, que serve para auxiliar no movimento de elevação. Para isso foi calculado o torque necessário para balancear o sistema.

Conhecendo a massa da coifa que é de 2 kg e a convertendo para newtons, obtêm-se a força de 19,62 N pela equação:

$$F = M \cdot g$$

Onde:

F = Força

M = Massa

g = Aceleração gravitacional (9,81m/s²)

Multiplicando a força obtida pela distância do braço de alavanca que é de 0,39m, obtêm-se o torque de 7,65 N.m, conforme a equação:

$$T = F \cdot D$$

Logo, a massa do contrapeso com o braço de alavanca de 0,32m:

$$F = \frac{T}{D}$$

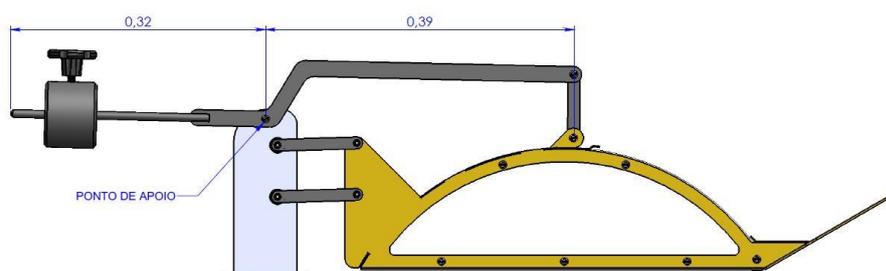
$$F = \frac{7,65}{0,32}$$

$$F = 23,9N$$

Utilizando a equação da força, utilizada anteriormente, obtêm-se a massa de 2,43 kg.

Na Figura 11, é possível visualizar o ponto de apoio e a indicação dos braços de alavanca citados nos cálculos.

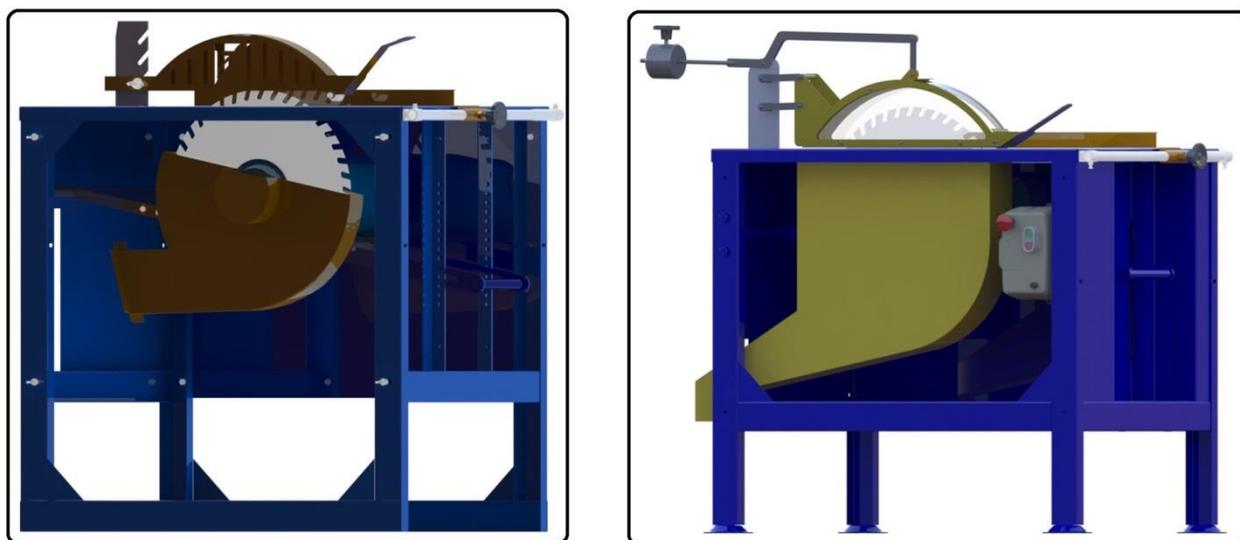
Figura 11: Ponto de apoio e dimensões dos braços de alavanca



Fonte: Elaborada pelo autor.

O protetor inferior também foi reformulado. A modificação foi necessária para o melhor funcionamento da máquina e para que fosse possível acoplá-lo à caixa coletora de pó. A Figura 12 compara o protetor antigo com o modelo desenvolvido.

Figura 12: Protetor inferior antigo e protetor inferior remodelado, respectivamente



Fonte: Elaborada pelo autor.

O modelo antigo se movimentava em conjunto com o suporte do motor, no qual era parafusado. Esta condição fazia com que a lâmina ficasse exposta quando ajustada para cortes mais rasos e também possibilitava a saída do resíduo de madeira para a parte inferior da máquina, assim como para o ambiente de trabalho.

O novo modelo é totalmente fechado e fixado na parte inferior da mesa, garantindo que o disco de corte não fique exposto e também não deixe escapar qualquer tipo de poeira ao ambiente de trabalho, garantindo a saúde e limpeza do local de trabalho, que são condições requisitadas na norma.

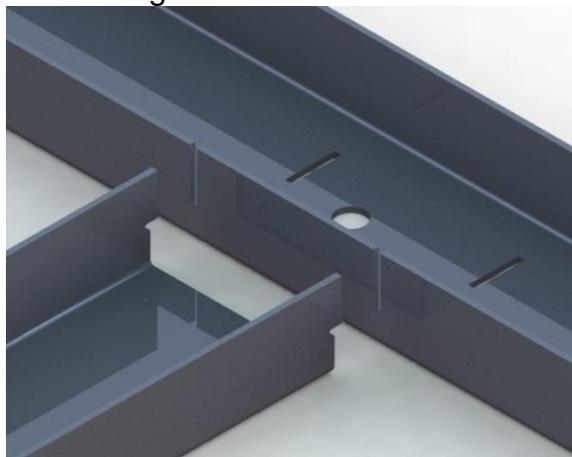
Também é possível visualizar na Figura 12 a nova chave de partida normatizada, a qual já conta com o botão de parada de emergência.

Durante a realização das modificações, foi possível ainda realizar a melhoria de algumas peças em relação ao processo de montagem da máquina, visando aprimorar a qualidade, a padronização de componentes e rapidez no processo de montagem.

Anteriormente os componentes eram posicionados manualmente por meio da medição com trena da posição do componente a ser soldado. Para facilitar este processo, foram criados encaixes nas peças, conforme Figura 13, os quais são feitos

no mesmo momento em que as peças são cortadas no corte a plasma. Isso faz com que o colaborador não necessite realizar o processo manualmente.

Figura 13: Encaixe



Fonte: Elaborada pelo autor.

Outra melhoria significativa realizou-se em relação ao modo como era fixado o suporte do motor à estrutura principal da máquina.

A fixação do suporte do motor no modelo anterior da máquina era feita através da soldagem do mancal à estrutura principal. Com a melhoria, o suporte do motor passa a ser fixado à estrutura por meio de um novo mancal, de fácil e rápida fabricação, e de montagem simples por meio de parafusos, de acordo com a Figura 14, o que possibilita a desmontagem do conjunto em caso de danos no componente, podendo este ser substituído por um novo conjunto.

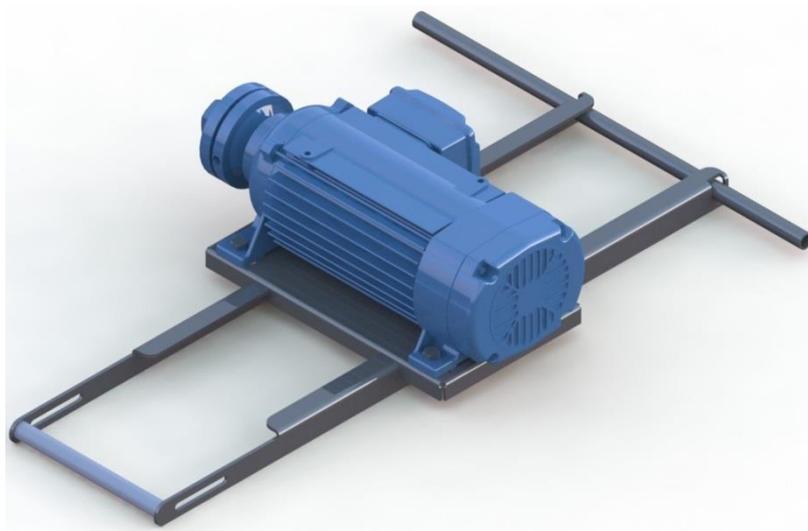
Figura 14: Novo mancal de fixação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Como citado anteriormente, o suporte do motor necessitou passar por uma reformulação devido a problemas que o modelo anterior apresentou. Os componentes foram redesenhados e montados conforme a Figura 15.

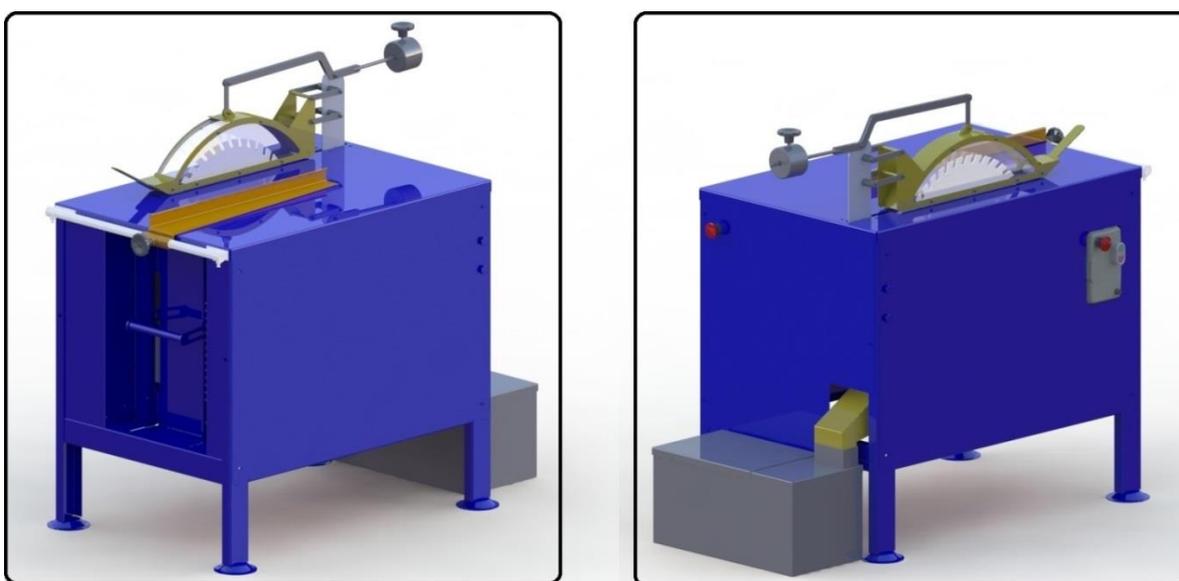
Figura 15: Novo modelo do suporte do motor



Fonte: Elaborada pelo autor.

Seguindo as exigências das normas, objetivando a melhoria no produto e também em seu processo de produção foi possível chegar a um conceito final da máquina, a qual atende os requisitos solicitados pelas normas. A Figura 16 demonstra o modelo final conforme as modificações.

Figura 16: Novo modelo da máquina



Fonte: Elaborada pelo autor.

O desenho detalhado com dimensões e indicações das partes que compõem a máquina pode ser visualizado no Apêndice C.

Sendo assim, é possível averiguar que a função segurança atinge os seus objetivos.

5 CONCLUSÕES

Através da interpretação das normas, informações analisadas e resultados obtidos, foi possível verificar problemas existentes e oportunidades de melhoria na máquina. Assim foram realizadas ações as quais solucionaram as não conformidades encontradas e desta forma beneficiaram os colaboradores, não somente que trabalham diretamente com o equipamento, mas também os que não estão envolvidos no processo de serragem, pois dividem o ambiente de trabalho com a atividade.

Estas mudanças tornaram o ambiente de trabalho mais saudável e seguro para todos os colaboradores e este é um dos principais objetivos buscados pelas empresas e também pelo Ministério do Trabalho.

A Norma Regulamentadora nº 12, em conjunto com as outras normas abordadas, oferecem diretrizes para a adequação dos mais diversos tipos de máquinas, possibilitando através de sua interpretação, tornar os equipamentos mais seguros. Entretanto é importante lembrar que as normas estão em constante mudança, pois a cada ano que passa, novos tipos de máquinas são criados, atualizações são feitas e novos requisitos surgem, podendo então, após pouco tempo a máquina ficar desatualizada, como foi o caso do objeto estudado.

Por meio das soluções encontradas foi possível realizar as devidas correções, as quais adequaram o equipamento, para que então este receba a certificação e então seja comercializado. As modificações arranjadas asseguraram também a qualidade do equipamento, que se torna fator determinante para a decisão de compra do cliente dentre as diferentes marcas e modelos de equipamentos oferecidos no mercado.

Cabe ainda salientar a importância de aplicar na prática os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da pesquisa desenvolvida no trabalho, podendo deparar-se com situações em que os sistemas desenvolvidos não corresponderam ao esperado, como foi o caso do primeiro protótipo do protetor da serra. O protótipo eletrônico desenvolvido demonstrava ter um funcionamento perfeito, porém na prática, devido a fatores externos não considerados no modelo eletrônico, o conjunto reagiu de forma diferenciada do previsto, logo necessitando correções as quais foram realizadas e aplicadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14009**: segurança de máquinas – princípios para apreciação de riscos. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14153**: segurança de máquinas – partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - princípios gerais para projeto. Rio de Janeiro, 1998.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **Anuário estatístico da previdência social-aeps 2012**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2013/05/AEPS_2012.pdf>. Acesso em: 20 Maio 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4295EFDF0142FC261E820E2C/NR-12%20\(atualizada%202013\)%20III%20-%20\(sem%2030%20meses\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4295EFDF0142FC261E820E2C/NR-12%20(atualizada%202013)%20III%20-%20(sem%2030%20meses).pdf)>. Acesso em: 10 abril 2014.

CARDELLA, B. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes - Uma abordagem holística**. São Paulo: Editora ATLAS S.A, 1999.

DIHLMANN, C. et al. **Integração da prototipagem na elaboração do produto**. Disponível em: <<http://www.moldesinjecaoplasticos.com.br/prototipagem.asp>>. Acesso em: 14 out. 2014.

BARBOSA, A. N. **Segurança do trabalho & gestão ambiental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JUNG, C. G. **Metodologia para pesquisa e desenvolvimento – Aplicada a novas tecnologias**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

MONTICUCO, D.; SILVA, H.M. da. **Considerações e fotos de serra circular de bancada**. Disponível em: <http://www.apaest.org.br/index.php/colecao-monticuco/cat_view/6-monticuco?limit=50&limitstart=0&order=name&dir=ASC>. Acesso em: 16 set. 2014.

WALDHELM, N. **O que é NR**. Disponível em:< <http://segurancadotrabalhonwn.com/o-que-e-nr/>>. Acesso em: 29 set. 2014.

PEDROSA, F.P. et al. **Segurança do trabalho dos profissionais da coleta de lixo na cidade de Boa Vista-RR**. In ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGETP), 30, 2010, São Carlos. Anais... São Carlos: Abrepro, 2010. p. 2. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegetp2010_tn_sto_127_819_14884.pdf >. Acesso: Abril, 2014.

REVISTA DA MADEIRA. Caxias do Sul: Remade, edição n. 76, set. 2003. Disponível em:<http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=442&subject=Seguran%E7a&title=Uso%20adequado%20de%20serra%20circular%20reduz%20acidentes>. Acesso em: 6 abril 2014.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Cartilha de segurança e saúde do trabalho na construção civil/es NR-18**. Disponível em: < <http://www.segurancaotrabalho.eng.br/download/ccivilsebraesc.pdf>>. Acesso: 20 ago. 2014.

SOUZA, T.C. **Prevenção dos riscos laborais nas marcenarias e carpintarias**. Disponível em:< <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/marcenarias-telmo.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Definition of health**. Disponível em: <<http://www.who.int/about/definition/en/print.html>>. Acesso em: 17 abril 2014.

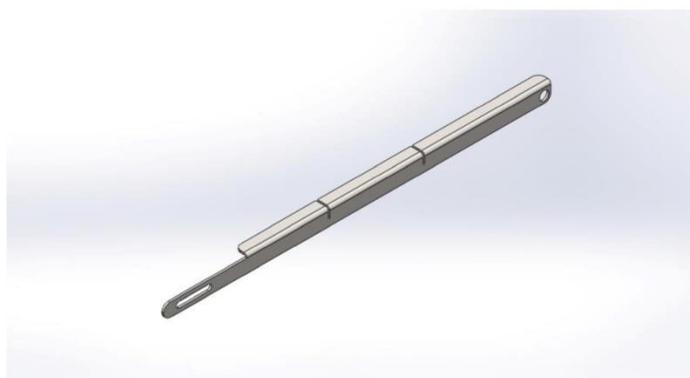
YIN, R.K. **Case Study Research - Design and Methods**. 4 ed. Londres: Sage, 2009.

APÊNDICE A – LISTA DE VERIFICAÇÃO DE UMA SERRA CIRCULAR E SEU AMBIENTE

LISTA DE VERIFICAÇÃO - SERRA CIRCULAR						
Data:		Empresa:	Setor/ Local:			
Hora:		Responsável:	Operador:			
ITENS PARA VERIFICAÇÃO			C	IR	NA	
1	Aterramento das instalações elétricas					
2	Aterramento do motor da serra circular					
3	APR para a atividade					
4	Botões de acionamento (liga/ desliga)					
5	Caixa coletora de serragem					
6	Chave de desligamento de emergência					
7	Cobertura adequada					
8	Coifa protetora e cutelo divisor (identificação do fabricante)					
9	Conectores firmes em bom estado de conservação					
10	Dispositivo para empurrar e guia de alinhamento					
11	Equipamentos de Proteção Individual - EPI/ Uniforme					
12	Estado de conservação das correias (visual)					
13	Estado de conservação do disco de corte (verificar os dentes)					
14	Estado de conservação dos cabos de alimentação					
15	Extintor de incêndio (dimensionamento e validade: ___/___/___)					
16	Funcionamento da chave geral					
17	Funcionamento do motor					
18	Identificação dos Operadores autorizados a operar o equipamento					
19	Iluminação adequada e protegida contra impactos					
20	Indicação de voltagem no equipamento					
21	Instalações elétricas					
22	Mesa estável e fechada					
23	Piso: nivelado/ resistente/ antiderrapante					
24	Profissional qualificado/ habilitado					
25	Proteção contra impacto para as lâmpadas					
26	Proteção das partes móveis (enclausuramento)					
27	Sinalização da área de trabalho					
28	Treinamento admissional (Operador)					
ITEM	AÇÃO DE CORREÇÃO (Incluir abertura de RNC e RAC)		RESPONSÁVEL	PRAZO		
LIBERADO (A) PARA USO:			SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>			
INSPECIONADO POR:			CIPA:			
NOME:			NOME:			
DATA:			DATA:			
ASS.:			ASS.:			
C - Conforme		IR - Irregular		NA - Não Aplicável		

APÊNDICE B – ANÁLISE DE ELEMENTO FINITOS DO COMPONENTE DO SUPORTE DO MOTOR

METALÚRGICA FUNDISA LTDA.



Simulação do componente CANTONEIRA TRANSVERSAL DIREITA

Data: sexta-feira, 3 de outubro de 2014
Projetista: RICARDO DE CAMPOS PARLOW
Nome do estudo: SimulationXpress Study
Tipo de análise: Estático

Descrição

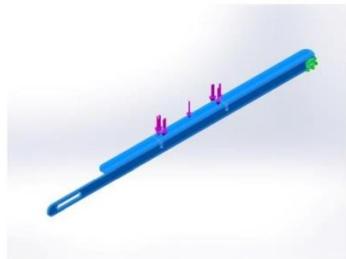
Análise de elementos finitos do componente cantoneira transversal direita, componente montado no conjunto do suporte do motor da serra circular WEG.

Sumário

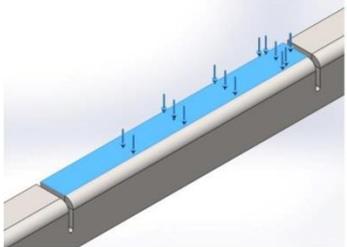
Descrição	1
Informações do modelo.....	2
Propriedades do material	2
Acessórios de fixação e Cargas.....	2
Informações de malha	2
Resultados do estudo	3
Conclusão	4

Informações do modelo

Propriedades do material

Cantoneira Transversal Direita	Propriedades	Componentes
	<p>Nome: AISI 1020</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico linear elástico</p> <p>Limite de escoamento: 351.571 N/mm²</p> <p>Resistência à tração: 420.507 N/mm²</p>	<p>Corpo sólido</p> <p>(CANTONEIRA TRANSVERSAL DIREITA)</p>

Acessórios de fixação e Cargas

Força	Local de aplicação da força	Detalhes de carga
Peso do motor		<p>Entidades: 1 face(s)</p> <p>Tipo: Aplicar força normal</p> <p>Valor: 442 N</p>

Informações de malha

Tipo de malha	Malha sólida
Gerador de malhas usado:	Malha padrão
Transição automática:	Desativada
Incluir loops de malha automáticos:	Desativada
Pontos Jacobianos	4 Pontos
Tamanho do elemento	6.68981 mm
Tolerância	0.334491 mm
Qualidade da malha	Alta

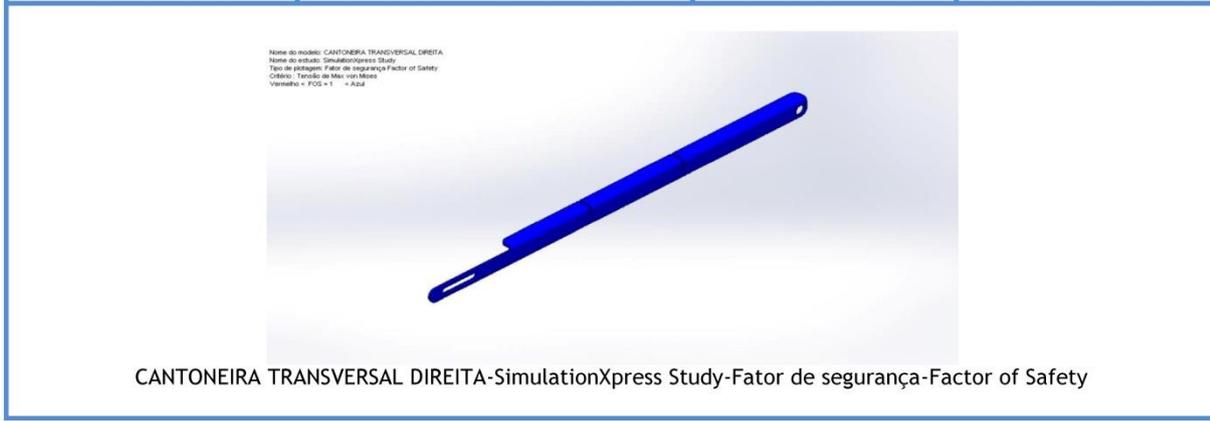
Informações de malha - Detalhes

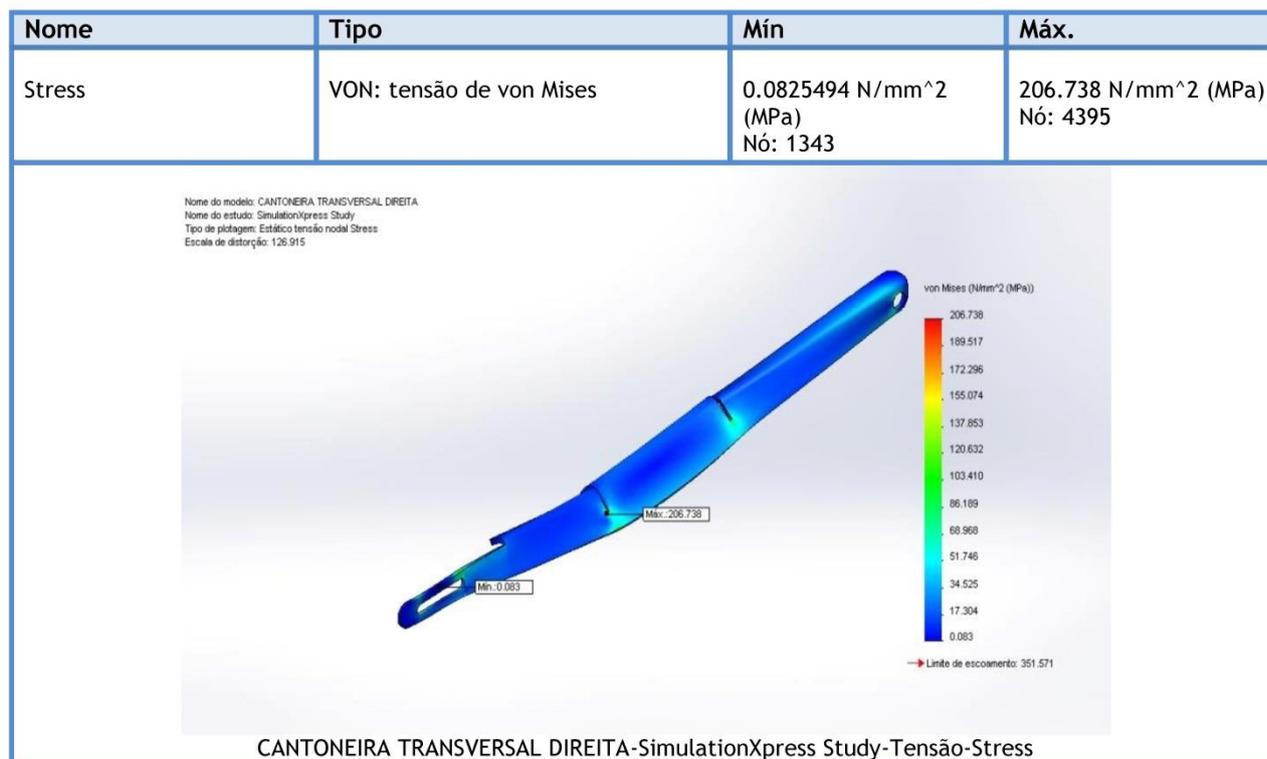
Total de nós	16893
Total de elementos	8323
Proporção máxima	5.3698
% de elementos com Proporção < 3	89.3
% de elementos com Proporção < 10	0
% de elementos distorcidos(Jacobiana)	0
Tempo para conclusão da malha (hh:mm:ss):	00:00:02
Nome do computador:	ENGENHARIA3



Resultados do estudo

Nome	Tipo	Mín	Máx.
Fator de segurança	Tensão de von Mises máxima	1.70056 Nó: 4395	4258.92 Nó: 1343

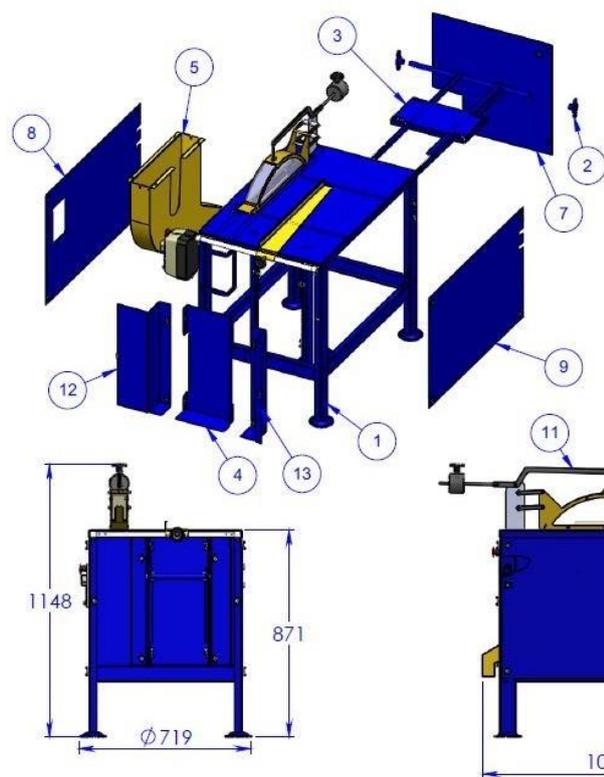




Conclusão

O estudo demonstra que o componente, nas condições em que se encontra dimensionado, suportará as cargas que foram previstas durante a fase de projeto. Sendo assim, o componente está apto a ser utilizado para a montagem final do equipamento.

APÊNDICE C – DIMENSÕES GERAIS E IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DA MONTAGEM FINAL DA MÁQUINA



Nº DO ITEM	DESCRIÇÃO	QDT.
1	CONJUNTO CAVALETE	1
2	MANCAL DO SUPORTE DO MOTOR	2
3	CONJUNTO SUPORTE MOTOR	1
4	PROT. CENTRAL DA REG. ALTURA	1
5	PROTETOR INTERNO WEG	1
6	CHAVE COMANDO SIMP. DOL ODWSC	1
7	CHAPA TRASEIRA WEG	1
8	CHAPA LATERAL	1
9	LATERAL WEG	1
10	CONJUNTO REGUA DA SERRA	1
11	SISTEMA DE PROTEÇÃO DA SERRA	1
12	PROT. DA REGULAGEM DE ALTURA ESQ.	1
13	PROT. DA REGULAGEM DE ALTURA DIR.	1

