

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ITAQUERA – “MIGUEL REALE”  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA**

ANDRÉ CAVALCANTE MIRANDA  
FELIPE NASCIMENTO PONTES  
VICTOR GUILHERME RUFINO RIBEIRO

**RETROFIT DE SERRA COMUM PARA MODELO “SAWSTOP”**

ANDRÉ CAVALCANTE MIRANDA  
FELIPE NASCIMENTO PONTES  
VICTOR GUILHERME RUFINO RIBEIRO

## **RETROFIT DE SERRA PARA MODELO “SAWSTOP”**

Trabalho de graduação apresentado à  
Faculdade de Tecnologia de Itaquera –  
“Miguel Reale” para obtenção do título de  
Tecnólogo em Fabricação Mecânica, sob a  
Orientação do Profº Me Samuel Fernandes Nunes.

## Dedicatória

Dedico este trabalho a todo corpo  
Docente da FATEC Itaquera “Miguel Reale”,  
Às nossas famílias e à todos nossos amigos  
Que não chegaram até aqui.

## Agradecimentos

Agradecemos aos professores que nos apoiaram, em especial ao Prof<sup>o</sup> Me. Samuel Ferandes por nos orientar e ao Prof<sup>o</sup> Me. Rafael T. Toffoli, pela paciência. Também agradecemos a todos os colegas e amigos que nos apoiaram

## Epígrafe

“A vida é uma longa corrida onde a persistência e a integridade são absolutamente necessárias para alcançarmos nossas metas”

*Benjamim Franklin*

## Resumo

O presente estudo visa abordar uma questão que surgiu junto com a revolução industrial, os acidentes de trabalho, mais especificamente aqueles envolvendo serras. Hoje possuímos diversas maneiras para evitar acidentes de trabalho envolvendo a serra. Será apresentado como proposta a possibilidade de adaptação de uma serra comum para um modelo mais seguro com mecanismo de segurança que trava todo o sistema, diminuindo a quase zero a probabilidade de amputação ou lesão grave, esse modelo de máquina é popularmente conhecido como “Sawstop”. Ademais, serão expostos números que comprovam a necessidade de possuir esse tipo de máquina em empresas de qualquer porte. É importante frisar que nenhuma máquina é 100% a prova do fator humano, porém é sempre importante procurar meios de minimizar as possibilidades de um incidente. Por isso a relevância de uma abordagem mais detalhada ao tema, apresentando formas de se prevenir e se proteger de injúrias no ambiente de trabalho.

**Palavras-chave:** Serra, Sawstop, acidentes

## Abstract

In this work, we approach an issue that arose along with the industrial revolution, work accidents, more specifically involving saws. Today we have several ways to avoid work accidents involving saws, we bring as a proposal the possibility of adapting a common saw to a safer model with a safety mechanism that locks the entire system, reducing to zero the probability of amputation or serious injury, this model machine is popularly known as "Sawstop". Furthermore, we will present numbers that prove the need to have this type of machine in companies of any size. It is important to emphasize that no machine is 100% human-factor proof, but it is always important to look for ways to minimize the chances of an incident. Therefore, a way to prevent a more detailed approach to the subject, ways to prevent and protect yourself from injuries in the workplace.

**Keywords:** Saw, Sawstop, accidents

## Lista de Ilustrações

<b>Figura 1:</b> Quantidade de pessoas que se acidentam por hora	13
<b>Figura 2:</b> Principais motivos de afastamento	14
<b>Figura 3:</b> Quanto ao uso de EPIs	15
<b>Figura 4:</b> Exemplos de EPIs	16
<b>Figura 5:</b> Agentes causadores de acidentes por ocupação	17
<b>Figura 6:</b> Demonstração de funcionamento da serra SawStop	20
<b>Figura 7:</b> Ondulação no sinal elétrico da serra	21
<b>Figura 8:</b> Componentes da serra	22
<b>Figura 9:</b> Representação do sistema completo	22
<b>Figura 10:</b> Serra Convencional modelo DWE7492-B2	24
<b>Figura 11:</b> Serra Sawstop Contractor CNS175	24
<b>Figura 12:</b> Tabela comparativa de modelos de serra	25
<b>Figura 13:</b> Croqui Inicial	26
<b>Figura 14:</b> Desenho do sistema de Frenagem	27
<b>Figura 15:</b> Desenho da montagem	28
<b>Figura 16:</b> Tabelas com orçamentos	29



## Sumário

<b>1. Introdução</b>	<b>10</b>
1.1. Justificativa	11
1.2. Objetivo Geral	11
1.3. Objetivos Específicos	12
<b>2. Revisão da literatura</b>	<b>12</b>
2.1. Segurança do Trabalho	12
2.2. Uso de E.P.I.s	13
2.3. Norma Regulamentadora NR12	14
2.4. Aspectos Ergonômicos da Serra Circular	15
2.5. Diferenciais e Funcionamento da Serra Sawstop	19
<b>3. Metodologia</b>	<b>23</b>
3.1. Planejamento	23
3.2. Desenvolvimento	26
<b>4. Resultados esperados</b>	<b>30</b>
<b>5. Conclusão</b>	<b>31</b>
<b>6. Cálculos</b>	<b>32</b>
<b>7. Referências</b>	<b>33</b>

## 1. Introdução

Todos os anos milhares de trabalhadores sofrem acidentes de trabalho em todo o mundo, entre esses acidentes, mutilações e amputações ocorrem com muito mais frequência do que se imagina e até eventuais óbitos. São tantas as empresas existentes que dificilmente os órgãos responsáveis por executar a vigilância e fiscalização conseguem atuar com relevância.

Para minimizar as consequências de mau uso de equipamentos ou falta de um devido treinamento ou até mesmo situações incoerentes, com o uso de determinado aparelho ou máquina, engenheiros e tecnólogos do mundo inteiro buscam através da tecnologia minimizar os possíveis danos que possam atingir os operadores de seus produtos.

Hoje existem normas regulamentadoras para que o equipamento ou máquina seja projetado com o mínimo de segurança para que um futuro dano ou lesão seja evitado. Existem profissionais que atuam exclusivamente na projeção de problemas que uma tarefa ou manuseio incorreto possam causar.

Somente no Brasil, em 2019, foram registrados quase 100.000 acidentes de trabalho (FONTE: Ministério do Trabalho), para tentar reduzir taxas como essa, em 1978 foi criada a NR12, que regulamenta e padroniza atividades de produção industrial que envolve máquinas, ainda assim, os valores continuam aumentando e o Ministério do Trabalho registrou em 2020 um aumento nas CAT (Comunicado de Acidente de Trabalho) para mais de 120.000, mesmo com a redução de empregos devido a pandemia de COVID-19. Esses valores são os registrados, ainda há os acidentes que não entram para as estatísticas.

Isso mostra que apenas equipamentos mais seguros não são o bastante para reduzir os índices, a importância do uso correto dos EPI's e EPC's (Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva) deve sempre ser lembrada aos colaboradores, além disso, investir em preparo e treinamento é indispensável para evitar acidentes.

## **1.1 Justificativa**

Esse trabalho de conclusão de curso visa abordar o tema envolvendo acidentes de trabalho e experimentar a viabilidade de implementar em uma máquina comum, um elemento de segurança de alta tecnologia que busca reduzir acidentes de trabalho que muitas vezes são graves.

As serras, são constantemente associadas a acidentes que envolvem amputação de membros, quase sempre os dedos das mãos, sempre encabeçando as listas que contém as estatísticas de acidentes de trabalho, serra-mármore, serra-circular, serra de fita, todas elas têm alta responsabilidade pelos índices de acidentes.

Desde 1999, já existe uma tecnologia para evitar acidentes com esses equipamentos, criada pelo Dr. Steve Gass essa tecnologia só chegou ao mercado norte americano em 2004. Basicamente, o sistema detecta um contato com a serra que não seja o material alvo do corte e trava o equipamento quase que instantaneamente, minimizando o que poderia causar uma lesão grave ou amputação para um simples arranhão. Apesar de extremamente útil e inovador, esse sistema é pouco conhecido no mercado nacional.

## **1.2 Objetivo Geral**

O objeto de estudo deste trabalho, é a viabilidade de instalação do sistema anti lesão em máquinas comuns, através de um retrofit. Analisar todo o funcionamento do sistema, custos, sua viabilidade técnica e caso positivo para os estudos, elaborar o projeto para a realização do mesmo.

## 1.3 Objetivos Específicos

- Desmembrar todos os componentes de uma serra Sawstop
- Verificar condição atual da máquina que será atualizada
- Verificar quais itens serão necessários para atualização e sua adaptabilidade
- Verificar custos dos itens necessários
- Verificar forças que atuam no processo
- Levantar a ergonomia envolvida no processo
- Levantar dados de máquinas similares
- Analisar normas envolvidas no processo
- Elaboração do projeto 3D
- Execução do projeto

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 Segurança no Trabalho

Um conjunto de ações realizadas com o objetivo de reduzir as perdas e danos gerados por agentes agressivos, esta é a definição de segurança do trabalho segundo Cardella (1999), considerada uma das funções essenciais que se deve atuar dentro de qualquer empresa ou organização.

E na visão de Pedrosa (2010), ela não existe apenas com o objetivo de prevenir acidentes de trabalho, mas também doenças ocupacionais.

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).

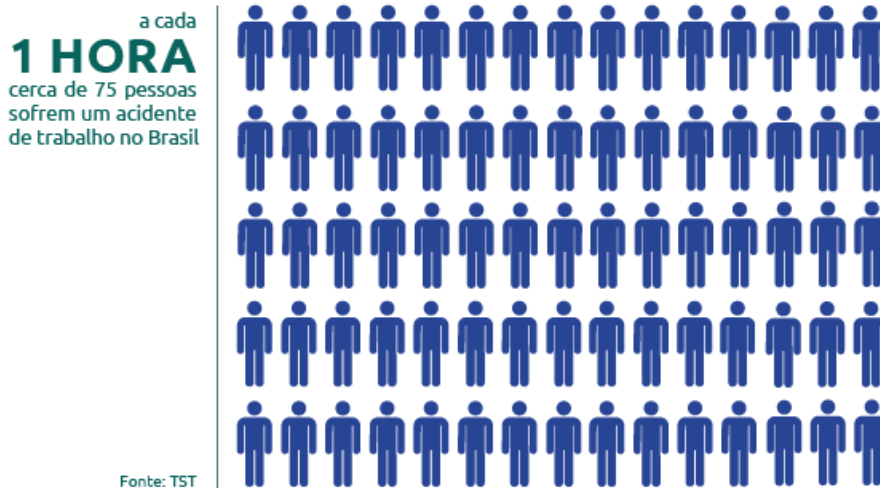
Segundo Mattos (2009) é de responsabilidade da segurança no trabalho, junto com outros conhecimentos afins (medicina do trabalho, ergonomia, saúde ocupacional, higiene ocupacional e segurança patrimonial), identificar os fatores de risco que levam à ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais, avaliar seus

efeitos na saúde do trabalhador e propor medidas de intervenção técnica a serem implementadas nos ambientes de trabalho.

Ainda a Lei Trabalhista nº 8.213/91, CÂMARA (1991), determina que o acidente de trabalho ocorre quando, o exercício de uma determinada ocupação, resulta em uma lesão corporal ou perturbação funcional, que pode causar perda ou redução permanente ou temporária da capacidade laboral ou até a morte do trabalhador.

Segundo TST (2021), o Brasil é o 4º país no ranking mundial, com maior número de acidentes de trabalho, como ilustra a **Figura 1**.

**Figura 1.** Estatísticas sobre acidentes de trabalho no Brasil



FONTE: TST, 2021

Apesar de existirem diretrizes, normas, estudos, treinamentos, tudo isso aliado a novas tecnologias e inovações, acidentes de trabalho ocorrem constantemente, não apenas na área da indústria, mas em todos os segmentos ocupacionais, ora por falha humana, ora por deficiências organizacionais ou defeitos em equipamento, entre muitos outros fatores. Mesmo com rigorosa fiscalização.

Por esse motivo, os esforços constantes das forças que atuam visando a segurança e saúde de um colaborador não devem parar.

Mesmo durante a pandemia, o número de afastamentos por lesões nos dedos, só foi ultrapassado pelo covid-19 (INSS, 2020), como representado graficamente na **Figura 2**.

**Figura 2.** Afastamentos registrados em empresas em 2019



FONTE: INSS, 2020

Conforme Barbosa (2008) menciona a maioria dos acidentes ocorrem nos dedos ou na região das mãos. Dados levantados pelo mesmo em 2002 mostram que lesões envolvendo os dedos foram de 86.185 e em 2004 foram 106.514. O que nos leva ao objeto de abordagem deste trabalho: na serra circular os dedos se aproximam da lâmina, sendo de extrema importância que em um equipamento como uma serra, exista uma proteção que sirva para inibir este tipo de acidente.

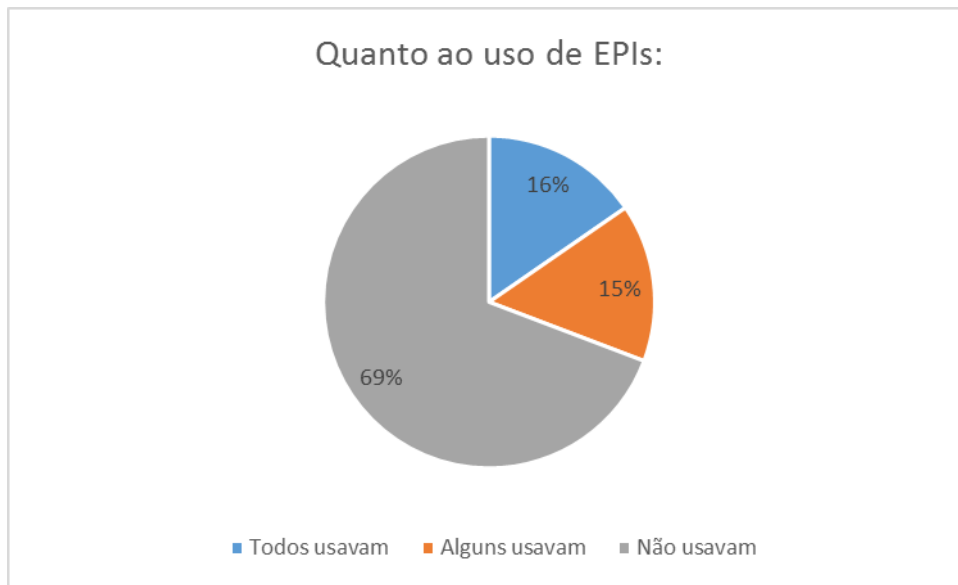
## 2.2 Uso de EPI's

Segundo IMTEP (2017), o uso de EPI's (Equipamento de Proteção Individual), é algo para precaução, para algum evento futuro próximo ou distante. A falta do EPI, pode não causar problema no instante em que se inicia um procedimento dentro de algum setor industrial ou até não causar problemas em meses, mas após anos, causará problemas graves, capazes de submeter a cirurgias ou até mesmo, casos mais graves que levam a óbito.

Deve se conhecer o trabalho que será realizado, buscando alinhamento com a execução do serviço, sempre utilizar o EPI, com a ajuda de um profissional responsável pela segurança do trabalho.

Segundo MACHADO (2015), em um estudo realizado em 2015, 69% dos trabalhadores que sofreram acidentes de trabalho não estavam utilizando EPIs durante o ocorrido, como ilustrado graficamente na **figura 3**.

**Figura 3.** Números referentes a acidentes de trabalho quanto ao uso ou não de EPI's.



FONTE: MACHADO, 2015

Em todas as áreas que envolvem risco à saúde deve-se utilizar o EPI, mas os EPI's utilizados por operadores de serra circular devem conter o protetor fácil, para evitar que partículas possam atingir o rosto do operador. Protetor auricular, pois o ruído gerado pela serra é bem alto. Máscara com filtro, que após a usinagem feita será gerado cavados em forma de pó, que pode ser inalado.

Não obstante na serra, CECÍLIO (2014) alerta os EPI's de uso obrigatório, como fones abafadores ou protetor auricular, protetor facial, máscara conforme normatização, luvas e avental. A **figura 4** ilustra os equipamentos de segurança destinados à proteção durante o trabalho em uma serra.

**Figura 4.** EPI's recomendados durante a operação de serra circular.



FONTE: CECÍLIO, 2014

### 2.3 Norma regulamentadora NR12

Segundo Waldhelm (2014) as normas regulamentadoras, chamadas de NR's, são documentos que existem para normatizar máquinas, equipamentos, métodos, entre outros, promovendo a segurança e saúde do trabalho nas empresas, os quais foram criados pelo Ministério do Trabalho. Normas que são elaboradas com a finalidade de estabelecer leis e ordem para a segurança e saúde do trabalho.

Segundo a norma regulamentadora NR12, emitida pelo ministério do trabalho, uma norma de responsabilidade do empregador, obrigando a empresa garantir a saúde e a integridade física de cada funcionário, ou seja, se faz sempre necessário o empregador agir com o intuito de promover procedimentos de segurança, visando instalações de melhorias no ambiente de trabalho, treinamento adequado, elaboração de treinamentos coletivos, etc. Essa norma foi criada para evitar riscos, medidas de segurança que devem ser tomadas, requisitos mínimos para prevenção de acidentes e doenças.



Buscando uma melhor condição de trabalho, máquinas e equipamentos de proteção de qualidade, visando a segurança do trabalhador, envolvendo equipamentos individuais e coletivos, define medidas de proteção e princípios fundamentais que devem ser seguidos para garantir da melhor forma possível a integridade física e saúde dos colaboradores. Normatiza ainda na fase de projeto os requisitos mínimos para diversos tipos de máquinas e equipamentos, para a prevenção de doenças do trabalho e acidentes.

Em um estudo realizado em 2008, PEIXOTO et al, relacionou acidentes de trabalho com lesões nas mãos com o agente causador, apresentado no gráfico da **figura 5**.

**Figura 5.** Distribuição dos pacientes que sofreram acidente de trabalho com lesão na mão.



PEIXOTO et al, 2008

De acordo com Brasil (2011), ela delimita para a máquina, que é o objeto de estudo deste trabalho, alguns itens a se considerar: dispositivos de partida, acionamento e parada, informação sobre o projeto, localização e seleção dos dispositivos, sistemas de segurança, comenta sobre a prévia análise de riscos, entre outros, proteções fixas e móveis, classificação de dispositivo de segurança, indica que sistemas de segurança não podem ser considerados itens opcionais, dispositivos de parada de emergência, quantidade dos dispositivos de parada, posicionamento dos dispositivos de parada, funções as quais os dispositivos de parada devem atender, sinalização, sinalizações de segurança (cores, símbolos, inscrições...), sinalização de segurança conforme cores, dispositivo inibidor ou defletor, especificação e limitação técnica, informação ou símbolo indelével, diversidade, etc. Todas essas informações

e normas contribuem para que a serra circular seja um equipamento considerado adequado para se trabalhar.

## **2.4 Aspectos Ergonômicos da Serra Circular**

As serras circulares são amplamente utilizadas, principalmente na área de construção civil, pela facilidade que oferecem para trabalhar a madeira. Porém, também são muito utilizadas na indústria metalúrgica, indústria moveleira, etc. Existem vários modelos e atribuições, bem como métodos de manuseio e utilização. Mesmo sendo uma ferramenta muito útil, é também um equipamento que oferece riscos à saúde e integridade física do colaborador.

Elas possuem partes móveis, cortantes e são geralmente abastecidas por energia elétrica, o que faz com que esta máquina, se em mau estado de conservação, oferece muitos perigos para os trabalhadores.

Elas devem ser instaladas em local, de preferência, com boa ventilação permitindo a circulação de ar e diminuindo a quantidade de partículas no ar, não devem ser instaladas em áreas com grande circulação de pessoas, toda a área da máquina deverá ser sinalizada e para manusear a mesma somente devem ser designados colaboradores devidamente capacitados, é de responsabilidade da empresa disponibilizar os EPIs necessários para trabalhar na máquina, bem como cobrar a utilização dos mesmos, apenas pessoal qualificado poderá efetuar as manutenções. (REVISTA DA MADEIRA, 2003).

A bancada onde a serra será instalada deve possuir estabilidade e ser fixada no chão, o qual necessitará ser resistente e plano. São fabricadas em metal ou madeira e devem possuir extensão apropriada para o corte de peças consideradas de tamanho médio. É importante haver sob a bancada um dispositivo para recolhimento dos resíduos da operação de serragem, para manter o ambiente de trabalho organizado e limpo. A bancada necessita possuir proteções laterais, evitando o acesso acidental do operador ou de materiais com componentes do equipamento. É necessário haver proteção para a lâmina de corte a qual deve ser muito resistente (REVISTA DA MADEIRA, 2003).

## 2.5 Diferenciais e funcionamento da Serra SawStop

Segundo GASS (2007), a sawstop foi desenvolvida para ser a serra mais segura já projetada, apresentada em um evento patrocinado pela empresa Autodesk, o SolidWorks 2007, ela foi considerada uma grande inovação por prometer segurança e eficiência a níveis incomparáveis anteriormente.

Apenas 5 milissegundos, é o tempo que seu sistema de segurança necessita para parar e retrain a serra de corte ao mínimo contato com algum membro do operador, atendendo assim os requisitos de segurança e qualidade. Isso reduz drasticamente a chance de qualquer ferimento se tornar grave, além disso, seus recursos são completamente invisíveis ao operador não afetando em nada o trabalho, ela também executa auto diagnóstico sempre verificando seus sistemas que nunca desligam enquanto a máquina estiver ligada (ZONA DE RISCO, 2007).

Sua tecnologia identifica através de um sistema de detecção eletrônico, quando o operador encosta na lâmina da serra, automaticamente ele trava todo o sistema e recua instantaneamente, como nas etapas da **figura 6** a seguir:

**Figura 6.** Em funcionamento o operador aproxima uma salsicha representando o membro do operador, no momento seguinte ao contato com a salsicha a serra já foi recuada e os danos mínimos demonstrados nos testes com salsichas

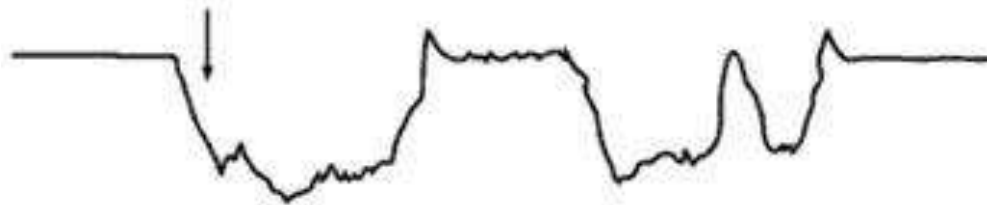


FONTE: LIVESEG (2007)

Em casos como exemplificado no teste, em uma máquina de serra circular comum, o operador certamente perderia um membro ou no mínimo sofreria uma lesão grave, porém, no modelo sawstop o mais provável, como demonstrado no alimento, seria um pequeno corte. Esses testes foram executados com uma serra a velocidade de 31 cm/s.

Quando acionada a serra ela passa a emitir um sinal elétrico constantemente, através de um monitoramento contínuo ela detecta ondulações neste sinal, o corpo humano possui uma condutividade elétrica muito alta o que causa uma queda no sinal acionando o sistema de segurança. A madeira não possui tal condutividade o que não provoca queda (ZONA DE RISCO, 2007). A seguir a **Figura 7** demonstra a queda no sinal elétrico.

**Figura 7.** Exemplo de queda no sinal quando o operador encosta na lâmina da serra.



ZONA DE RISCO (2007)

Quando ocorre o contato, um freio de ação rápida é acionado instantaneamente, esse freio inclui uma mola ultra resistente que impulsiona um bloco de alumínio em direção às lâminas da serra, esse bloco é chamado de lingueta de trava. A mola é mantida em estado de compressão por um elo-fusível até o momento do contato, quando ele se rompe liberando a mola. Ao mesmo tempo que a lingueta de trava colide com os dentes da serra, o momentum angular da mesma causa uma retração da lâmina para baixo da mesa e o motor é desligado automaticamente. Todo esse processo ocorre em 5 milissegundos. Nas **Figura 8** e **9** temos os componentes que compõem o sistema de frenagem.

**Figura 8.** Componentes da serra.



ZONA DE RISCO (2007)

**Figura 9.** Representação do sistema completo



ZONA DE RISCO (2007)

### **3. Metodologia**

Ao iniciar o projeto, foram verificadas novas inovações sobre a utilização de componentes de segurança, que evitariam algum tipo de dano à saúde e integridade do operador, através de consultas bibliográficas e artigos via internet, além de serem obtidas informações diretamente com responsáveis pela operação de serras no dia-a-dia.

Definida a máquina, determinada que a mesma funciona com um motor de 3Hp composta por um divisor shark blade, para a proteção da lâmina, composto também por um cartucho, que é o freio, localizado bem próximo da lâmina, que após o toque humano, o cartucho dispara uma placa de alumínio contra da lâmina, parando o mesmo em cerca de 5 milissegundos.

Será executado testes utilizando equipamentos necessários, junto a ferramentas de alta qualidade e recomendadas pelos técnicos consultados. Dessa forma tem como objetivo principal o aprimoramento de máquinas comuns através de conhecimentos já utilizados anteriormente por inovadores do mercado de trabalho. A pesquisa feita, embora seja flexível, é embasada em normas técnicas, juntamente a conhecimentos vivenciados por experientes, após esse primeiro momento, será executado análises de equipamentos, para que seja compreendido a forma com que foi montado outros sistemas semelhantes.

O estudo do caso, pode-se ter finalizado com metodologia para avaliação, procurando inovar, compreender e dissertar acontecimentos em análise.

A experiência consultada, foi abordada através de operadores, técnicos, fabricantes, por meio de questionamento e conversa informal, para sugestões de melhorias e problemas encontrados anteriormente. Por fim, busca-se uma atualização de componentes existentes através de ideias e trocas de informações, para que sejam desenvolvidas novas máquinas e ferramentas.

#### **3.1 Planejamento**

Como base, são apresentados diversos modelos de serra circular comum e serras sawstop, inicialmente será analisado o modelo de serra circular de mesa 10"



2.000 watts com disco - DWE7492-B2 220V (DUTRA MÁQUINAS, 2022) mostrada na **figura 10** e o modelo sawstop contractor (LOJA DO MECÂNICO, 2022), **figura 11**.

**Figura 10.** Serra de mesa modelo DWE7492-B2



DUTRA MÁQUINAS (2022)

**Figura 11.** Serra de mesa modelo Sawstop Contractor CNS175



LOJA DO MECÂNICO (2022)



Foram averiguados seus componentes, o que as diferenciam, suas especificações, detalhes técnicos, valores, obtidos nas lojas de referência, entre outros pontos e com estes dados foi elaborada a tabela a seguir:

Tabela comparativa de modelos de serra

Modelo	DWE7492-B2	SAWSTOP Contractor
Valor (R\$)	3000,00	15600,00
Potência (W)	2000	1305
Voltagem	220	110
RPM	4800	3100
Diâmetro do Disco	10" ou 250mm	10" ou 250mm
Peso (kg)	26,5	115
Cap. de Corte (mm)	77	77

Fonte Autoral (2022)

Apesar de alguns elementos em desacordo, como a voltagem dos equipamentos, serão abordados esses dois modelos pela similaridade, pois os modelos superiores da SAWSTOP são vendidos como industriais e além do valor muito superior e tem características muito elevadas para o nosso objeto de estudo, todavia, apesar de o modelo industrial ser maior, utiliza os mesmos elementos para frenagem do disco o que comprova a primeira experimentação, ou seja, apesar de o modelo convencional estudado possuir mais potência, o sistema de frenagem será eficaz, comprovando após testes práticos.

Um detalhamento 3D será feito e a verificação da viabilidade técnica, o que as normas dizem sobre o retrofit, custos para produção, entre outros.

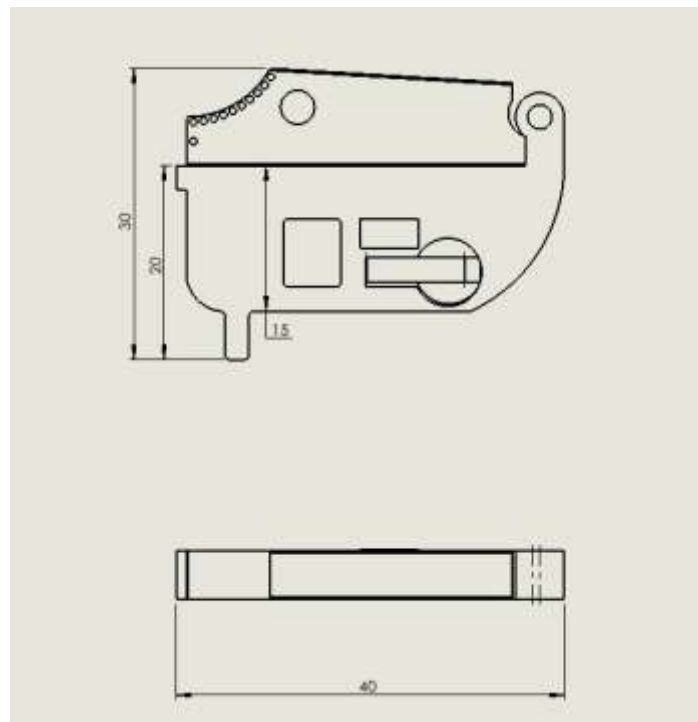
### 3.2 Desenvolvimento

Ao iniciar-se o projeto, busca-se, primeiramente, eficácia em segurança com o objetivo de amenizar todos os tipos de ferimentos que uma serra pode causar. Ao consultar-se os modos de segurança, foram feitos estudos baseados na sawstop, com o intuito de inovar serras comuns, deixando-as mais seguras.

Após o desmembramento completo do modelo SAWSTOP, foi elaborada a listagem preliminar dos equipamentos e componentes, elaborando assim a lista de elementos que serão comprados ou fabricados, definindo uma base sólida para o valor final do projeto.

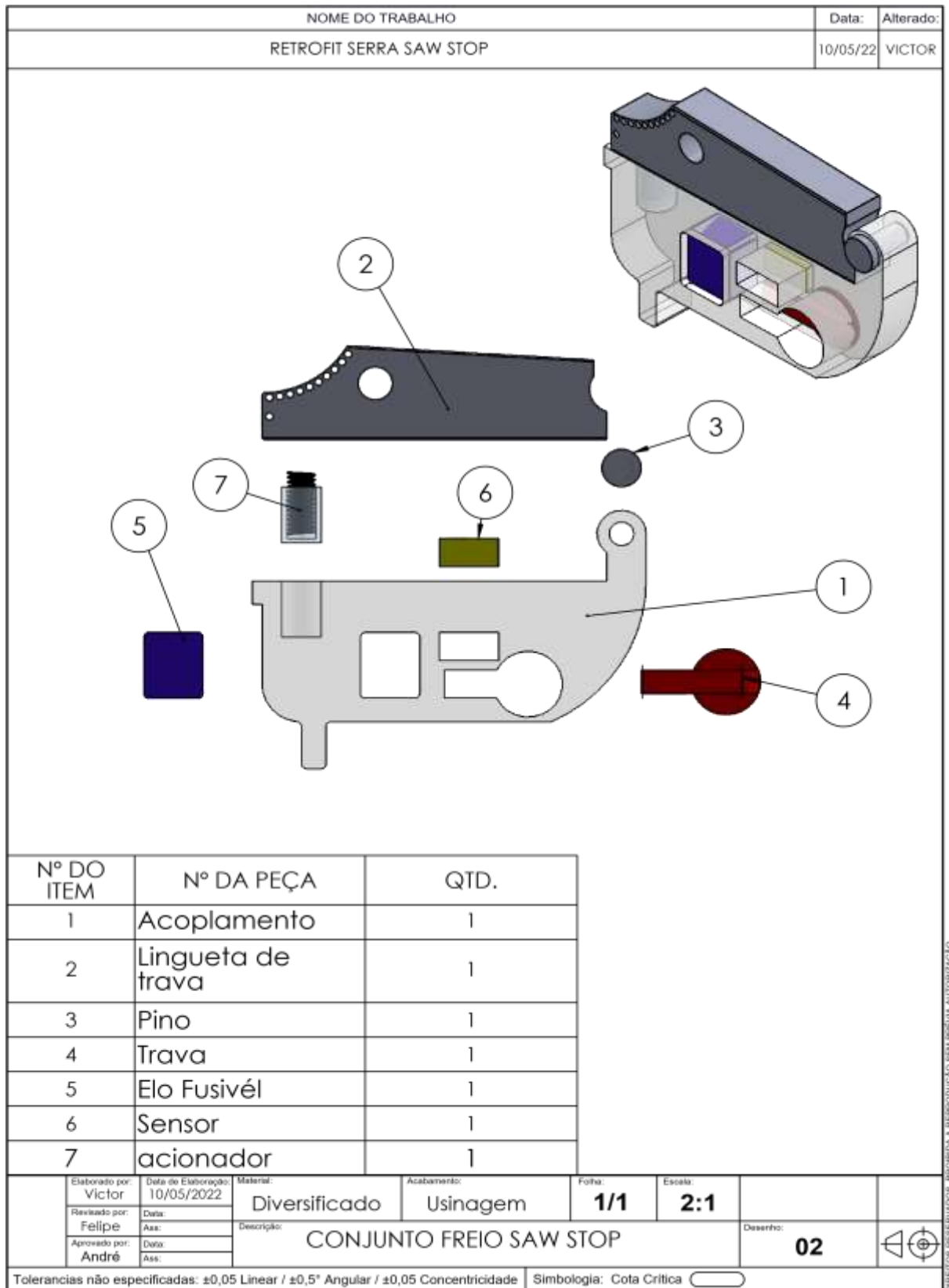
Foram desenhados croquis preliminares para que o projeto tenha uma forma concreta de baseamento, e assim ser gerado um desenho de forma técnica, através da utilização de software, os elementos servirão de base orçamentária, representados nas **figuras 13, 14 e 15**.

**Figura 13.** Croqui inicial do freio



Fonte Autoral (2021)

Figura 14. Desenho do Freio, vista explodida

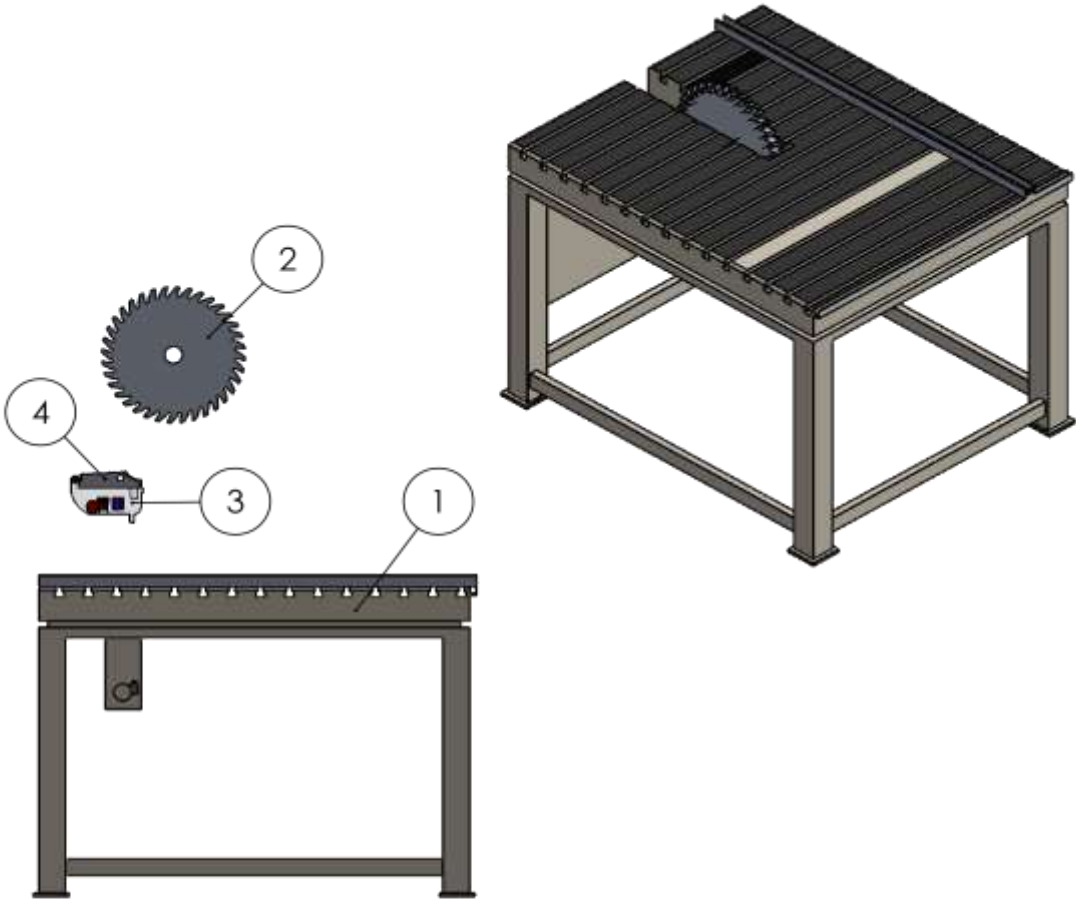


DIREITOS RESERVADOS. PROIBIDA A REPRODUÇÃO SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO.

Figura 15. Montagem total

Descrição da Alteração	Data:	Alterado:
RETROFIT SERRA SAW STOP	10/05/22	Victor



Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	Mesa máquina		1
2	Serra		1
3	Acoplamento		1
4	Lingueta		1

Elaborado por: Victor	Data de Elaboração: 10/05/2022	Material: Diversificado	Acabamento: Usinagem	Folha: 1/1	Escala: 1:3.5	
Revisado por: Felipe	Data:	Descrição: <b>SERRA SAW STOP</b>			Desenho: <b>01</b>	
Aprovado por: André	Ass:					

Tolerancias não especificadas: ±0,05 Linear / ±0,5° Angular / ±0,05 Concentricidade      Simbologia: Cota Crítica

DIREITOS RESERVADOS. PROIBIDA A REPRODUÇÃO SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO.

Obtidos os orçamentos para as peças em que há a necessidade de fabricação e a listagem completa dos elementos que compõe o conjunto elétrico e sistema de frenagem, foi elaborada a lista com valores através da qual analisaremos a viabilidade financeira do projeto.

**Figura 16.** Tabela com orçamentos obtidos

Componente	Prazo (Dias úteis)	Valor (R\$)	Fornecedor
Acoplamento (em alumínio)	8	400,00	Torfal Usinagem e Ferramentaria
Lingueta de Trava	5	200,00	Torfal Usinagem e Ferramentaria
Pino	2	50,00	Torfal Usinagem e Ferramentaria
Trava	4	150,00	Torfal Usinagem e Ferramentaria
Elo Fusível	1	50,00	Eletrotécnica Veracruz
Sensor	1	30,00	Eletrotécnica Veracruz
Acionador	2	50,00	Torfal Usinagem e Ferramentaria
Mola	3	10,00	Polimold
Placa Arduino	2	150,00	Eletrotécnica Veracruz
Cabo de dados	2	50,00	Eletrotécnica Veracruz
Botões de comando (3)	2	45,00	Eletrotécnica Veracruz
Chave liga/desliga	2	20,00	Eletrotécnica Veracruz
Sistema de freio Importado (comparativo)	60	600,00	Amazon

Componentes para bancada			
Bancada	20	1000,00	HB Marcenaria
Suporte para o sistema (aço)	20	1000,00	Torfal Usinagem e Ferramentaria

Fonte autoral (2022)

Concluimos com estes dados que a fabricação de componentes e adaptação do projeto custariam aproximadamente R\$6500,00, o que conduz a afirmativa de que financeiramente, o projeto é viável. Porém, mais estudos devem ser realizados o que pode ou não levar a alterações no resultado.

#### 4. Resultados esperados

A proposta deste trabalho é apresentar todas as nuances envolvendo a atividade com serra, todas as dificuldades e perigos que o processo atual apresenta, verificando a viabilidade de conversão de modelos tradicionais de serra para o modelo de parada rápida, será possível apresentar a possibilidade a empresas de todos os portes, como o modelo de parada rápida chega a ser oito vezes mais caro que o modelo tradicional, se atestada a possibilidade de conversão, a viabilidade financeira será aprovada.

Atendendo mesmo empresas de baixo faturamento, estaremos alcançando um número muito maior de pessoas que podem ser protegidas, uma vez que acidentes com esse tipo de maquinário quase sempre resultam em amputação ou lesão grave.

## 5. Conclusão

Através da coleta de dados, orçamentos e estudo dos mesmos, definiu-se que a viabilidade financeira do projeto se mostra positiva visto que, quando comparados os valores, o retrofit custa quase três vezes menos o valor do modelo da serra sawstop, todavia, é importante ressaltar que são necessários estudos mais profundos sobre a viabilidade técnica, por se tratar de um projeto adaptado que envolve a segurança do operador, deve-se atentar às exigências das normas brasileiras de segurança, obter as devidas licenças e realizar diversos testes preliminares antes de liberar o projeto e conseqüentemente o produto.

Os recursos gastos com pesquisa e desenvolvimento superam o valor de uma serra SAWSTOP, o que desfavorece a implantação de um único sistema, porém, o mercado brasileiro se mostra extremamente favorável para adaptação no mercado pois não existe fornecedores nacionais do equipamento, o que definitivamente atrai investidores no projeto. Atualmente, surgem aos poucos produtos do mercado asiático que utilizam o mesmo sistema, porém em escalas menores como um cortador de fios.

É importante ressaltar a urgência na implantação de projetos como esse no mercado nacional tamanha a importância da ideia e um fator crucial é que as vantagens favorecem tanto operador, que evita sofrer qualquer lesão que o incapacite, quanto a empresa que tem despesas exorbitantes com afastamento de funcionários ou contas médicas.

Enfim, apesar de os estudos se mostrarem extremamente positivos, no ponto de vista financeiro e técnico, será necessário a aplicação de recursos para aprofundar os estudos e realizar a montagem do protótipo.

## 6. Cálculos

### Torque

Associa a rotação de um corpo a uma força externa

$$T = F \times d$$

Onde: T é torque, F é força e d é raio

### Potência

Calculada utilizando o produto entre o torque e a rotação

$$P = T \times N \times 2 \times \pi / 60$$

P é potência, T é torque, N é a rotação do motor,  $\pi = 3,14159$ .

### Torque de Travamento

$T_s = k_t \times I_s$  – Tfricção estática ou  $T_s = K_t \times U/R$ , desprezando o atrito estático

Onde:  $T_s$  é torque de travamento,  $K_t$  é constante de torque,  $I_s$  é Corrente de travamento, U é Tensão e R é resistência de fase



## 7. Referências

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

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

CECÍLIO, N. **Vestiário de segurança: Trabalhe com segurança**. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/1270492/>. Acesso em 07/03/2022.

DIHLMANN, C. et al. **Integração da prototipagem na elaboração do produto**. Disponível em: <http://www.moldesinjecaoplasticos.com.br/prototipagem.asp>. Acesso em: 20/10/2021.

DUTRA MÁQUINAS. **Serra circular de mesa 10" 2.000 watts com disco - DWE7492 220V**. Disponível em: <https://www.dutramaquinas.com.br/p/serra-circular-de-mesa-10-2-000-watts-com-disco-dwe7492-dwe7492-b2>. Acesso em 05/03/2022.

ELETROTÉCNICA VERACRUZ. **Componentes diversos**. Disponível em: <https://loja.eletronicaveracruz.com.br/>. Acesso em 05/05/2022.

GASS, S. **Projeto da serra SAWSTOP**. Disponível em: <https://zonaderisco.blogspot.com/2007/12/revolucionaria-serra-circular-sawstop.html>. Acesso em: 25/01/2022.

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

HB MARCENARIA. **Orçamento de bancada**. Disponível em: [https://hb-marcenaia.webnode.page/?fbclid=IwAR1gYTIac4NSy\\_ugbC2TLMmajFCwNML7NJfZbn6dukxeh5umuePbjQxOo5Y](https://hb-marcenaia.webnode.page/?fbclid=IwAR1gYTIac4NSy_ugbC2TLMmajFCwNML7NJfZbn6dukxeh5umuePbjQxOo5Y). Acesso em 03/02/2022.

IMTEP. **Saúde do trabalho, conscientização e uso dos EPIs e EPCs.** Disponível em: <https://www.imtep.com.br/site/servico/treinamentos/saude-do-trabalho-conscientizacao-e-uso-de-epis-e-epcs/>. Acesso em: 03/03/2022.

KALATEC AUTOMAÇÃO. **O que é torque do motor, para que serve e como calcular.** Disponível em: <https://blog.kalatec.com.br/o-que-e-torque-do-motor/>. Acesso em: 02/02/2022.

LOJA DO MECÂNICO. **Serra Circular de Bancada Contractor 30 Pol. 1,75 HP - SAWSTOP-CNS175.** Disponível em: <https://www.lojadomecanico.com.br/produto/141276/21/224/serra-circular-de-bancada-contractor-30-pol-175-hp-110v-sawstop-cns175>. Acesso em 05/05/2022

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.** 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: 20/10/2021.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Anuário estatístico da previdência social 2012.** Disponível em [http://www.previdencia.gov.br/wpcontent/uploads/2013/05/AEPS\\_2012.pdf](http://www.previdencia.gov.br/wpcontent/uploads/2013/05/AEPS_2012.pdf). Acesso em: 20/10/2021.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Gastos com doenças e acidentes de trabalho chegam a R\$100 Bi desde 2012.** Disponível em [https://www.ilo.org/brasilia/noticias/WCMS\\_783190/lang--pt/index.htm](https://www.ilo.org/brasilia/noticias/WCMS_783190/lang--pt/index.htm). Acesso em: 04/09/2021.

PEDROSA, F.P. et al. **Segurança do trabalho dos profissionais da coleta de lixo na cidade de Boa Vista - RR.** Disponível em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_tn\\_sto\\_127\\_819\\_14884.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_127_819_14884.pdf). Acesso em 20/10/2021.

PEIXOTO, M. A. Et al. **Hand Occupational injuries**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fp/a/FKvn6mMHvXL7JcKJQHhzmWP/abstract/?lang=en>.

Acesso em 25/10/2021.

PORTESCAP. **Como calcular torque de travamento**. Disponível em: <https://www.portescap.com/pt-BR/recursos/documentos-e-desenhos/informe-tecnico/par%C3%A2metros-f%C3%ADsicos-que-afetam-o-torque-de-travamento-de-um-motor-dc-sem-escovas>. Acesso em 03/05/2022

REVISTA DA MADEIRA. **O uso adequado da serra circular**. Disponível em [http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=442&subject=Segur%20an%E7a&title=Uso%20adequado%20de%20serra%20circular%20reduz%20a%20acidentes](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=442&subject=Segur%20an%E7a&title=Uso%20adequado%20de%20serra%20circular%20reduz%20a%20acidentes). Acesso em: 20/10/2021.

SEGS. **Trabalhador informal está mais exposto à acidentes com serra e uso inadequado aumenta risco**. Disponível em <https://www.segs.com.br/saude/192790-trabalhador-informal-esta-mais-exposto-a-acidentes-com-serra-e-uso-inadequado-aumenta-riscos>. Acesso em: 06/09/2021.

TORFAL USINAGEM. **Orçamento de componentes**. Disponível em: <https://www.torfal.com.br/>. Acesso em 03/05/2022.

WALDHELM, N. **NR12: Entenda a norma que regulamenta a segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Disponível em <https://www.bamaqmaquinas.com.br/blog/nr-12-norma-de-seguranca-com-maquinas/>  
Acesso em: 06/09/2021.

WERNECK, GUILHERME. **Prevenção de Acidentes: o que é, importância e como evitar**. Disponível em: <https://site.moki.com.br/prevencao-acidentes/>. Acesso em: 02/03/2022.

ZONA DE RISCO. **A revolucionaria serra SAWSTOP**. Disponível em <https://zonaderisco.blogspot.com/2007/12/revolucionria-serra-circular-sawstop.html>.  
Acesso em: 06/09/2021.