

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA
ETEC TRAJANO CAMARGO
CURSO TÉCNICO EM MECÂNICA**

**ANTONIO JOSÉ DIEGO AFFONSO
FELIPE GONÇALVES LINO
MANOEL ARRUDA**

**RETROFIT DE UMA PRENSA HIDRÁULICA DE ACIONAMENTO
MANUAL**

**Limeira
2026**

**ANTONIO JOSÉ DIEGO AFFONSO
FELIPE GONÇALVES LINO
MANOEL ARRUDA**

**RETROFIT DE UMA PRENSA HIDRÁULICA DE ACIONAMENTO
MANUAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Técnico em Mecânica da Instituição ETEC Trajano Camargo orientado pelo Professor Gustavo Delgado Sacilotto com coorientação do Professor Darci José Mestre para obtenção do título de técnico em Mecânica.

**Limeira
2026**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
1.1. Contextualização.....	4
1.2 O Problema	4
1.3. Justificativa.....	5
1.4. Objetivos	5
1.4.1 Objetivo geral.....	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5. Estrutura	5
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	7
2.1. O esforço repetitivo e o desenvolvimento das doenças LER/DORT	7
2.2. Aspectos legais sobre Ergonomia.....	7
2.3. Soluções tecnológicas para eliminação de esforços repetitivos	7
2.4. Mudanças no processo organizacional	8
3. METODOLOGIA.....	9
3.1 Materiais	9
4. DESENVOLVIMENTO	10
4.1 Dimensionamento e escolha da unidade hidráulica	12
4.2 Elaboração do diagrama do circuito hidráulico	14
4.3 Montagem do sistema hidráulico à prensa.....	17
4.4 Custos envolvidos na adaptação	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

As Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) representam um dos principais problemas de saúde ocupacional da atualidade. Essas doenças englobam um conjunto de síndromes que afetam músculos, tendões, nervos e articulações, especialmente dos membros superiores e do pescoço. O termo LER/DORT foi adotado no Brasil para designar lesões resultantes de atividades repetitivas, posturas inadequadas e sobrecarga física e mental no ambiente laboral (EDITORA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE; BRASIL, 2012).

A origem dessas doenças está fortemente relacionada à organização do trabalho e ao ritmo produtivo imposto pelas empresas. Profissionais que executam tarefas manuais repetitivas, como digitadores, operadores de máquinas e costureiras, estão entre os mais expostos. Na indústria metalúrgica, por exemplo, operadores de prensas ou linhas automatizadas mantêm posições estáticas e realizam movimentos idênticos por longos períodos, o que provoca micro traumas acumulativos nos tecidos musculares (SANTOS; RODOLPHO, 2021).

Essas microlesões, se não tratadas precocemente, podem evoluir para inflamações crônicas e degeneração das estruturas musculoesqueléticas. Os sintomas mais comuns incluem dor, formigamento, perda de força e rigidez articular. Além dos impactos físicos, há consequências psicológicas importantes, como ansiedade e depressão, que reduzem a qualidade de vida e a produtividade do trabalhador (FALCONE, 2011).

1.2 O Problema

Atualmente a prensa hidráulica objeto deste projeto possui acionamento manual através de alavanca, exigindo esforço físico repetitivo para sua operação.

Após a adaptação proposta essa situação será eliminada ou atenuada?

1.3. Justificativa

Rotineiramente a prensa hidráulica é utilizada no trabalho envolvendo montagem e desmontagem de conjuntos mecânicos, nesse caso especificamente redutores de velocidade, sejam eles de modelo planetário ou eixos paralelos. Devido o objeto do estudo possuir acionamento manual, demanda um tipo de operação que gera grande desgaste físico e esforços repetitivos.

Sendo assim optou-se por tratar desse assunto tão importante, que envolve objetivos relacionados à produtividade, mas principalmente relacionados à saúde do operador, estando diretamente relacionado ao objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS) que trata do trabalho decente e crescimento econômico, denominada “ODS 8”, especificamente no subtópico 8.8, no que tange à promoção de ambientes seguros e protegidos para todos os trabalhadores, inclusive sobre questões de ergonomia.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Adaptar a prensa atual, tornando seu acionamento motorizado através da instalação de uma unidade hidráulica e demais acessórios necessários ao funcionamento do sistema.

1.4.2 Objetivos específicos

- Eliminar a realização de esforços repetitivos;
- Diminuir o tempo de realização das tarefas envolvendo a prensa, ganhando produtividade;
- Diminuir o desgaste físico do operador.

1.5. Estrutura

Primeiramente foi demonstrada a importância de eliminar esforços repetitivos, pois eles estão diretamente relacionados com causas de doenças relacionadas ao trabalho como LER/DORT, isso se torna evidente no tópico de contextualização.

Posteriormente, no tópico de fundamentação teórica, através de pesquisa bibliográfica o tema foi tratado do ponto de vista da administração empresarial, amparo legal, soluções tecnológicas e organizacionais para o problema.

No tópico referente à metodologia foram descritas as principais ferramentas utilizadas, que foram basicamente pesquisas bibliográficas e elaboração de desenho.

Enfim, no tópico referente ao desenvolvimento, foi detalhado de forma escrita, e também com ilustração de desenhos e fotos como era o equipamento objeto do estudo e qual o resultado que se espera atingir depois de implantada a modificação proposta.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O esforço repetitivo e o desenvolvimento das doenças LER/DORT

A forma de organizar o trabalho, fundamentada nos modelos de gestão administrativa de Frederick Taylor e Henry Ford, perpetuou a divisão de tarefas e a execução de movimentos curtos e cíclicos, de certa forma repetitivos, visando a produtividade. Segundo Couto (2012), o esforço repetitivo torna-se prejudicial quando a frequência de movimentos não permite o tempo necessário para a recuperação fisiológica muscular. Biomecanicamente, esses esforços repetitivos contínuos geram pequenos traumas que, somados à falta de tempo para descanso, propiciam quadros de Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho - DORT (BRASIL. Instrução Normativa DC/INSS nº 98 de 05/12/ 2003).

2.2. Aspectos legais sobre Ergonomia

A principal base normativa legal que trata de assuntos referentes à riscos ocupacionais no Brasil é a Norma Regulamentadora 17 (NR-17). Nela está definido que as condições de trabalho devem ser adequadas às características psicológicas e também fisiológicas dos trabalhadores, visando proporcionar o máximo de conforto e segurança (BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego, 2022).

Na temática envolvendo a eliminação de esforços repetitivos, Lia Buarque (2016) destaca a importância da Ergonomia de Concepção, que atua na fase de projeto, visando eliminar o risco antes mesmo da implementação do posto de trabalho, contribuindo de forma eficaz com a solução do problema.

2.3. Soluções tecnológicas para eliminação de esforços repetitivos

A hierarquia de controle de riscos preconiza que a eliminação da fonte de perigo deve ser sempre uma prioridade absoluta. Tratando-se de esforços repetitivos, a literatura técnica aponta a automação como solução definitiva e apropriada para essa questão. De acordo com Groover (2011), a substituição de tarefas manuais repetitivas por sistemas mecânicos ou robóticos transfere a carga física para a máquina, eliminando a exposição humana ao risco ergonômico. De forma complementar pode-se utilizar o redesenho de processos, focado na economia de movimentos, permitindo otimizar o fluxo produtivo e reduzir gestos desnecessários.

2.4. Mudanças no processo organizacional

Quando a automação integral não é tecnicamente viável ou pode trazer algum tipo de prejuízo ao processo a literatura recomenda modificar a forma de organizar o trabalho. O enriquecimento de tarefas (*job enrichment*) propõe a inclusão de atividades variadas, o que aumenta o ciclo de tempo e alterna os grupos musculares solicitados (CHIAVENATO, 2014). O rodízio de funções atua como uma barreira administrativa que garante a alternância de posturas e movimentos, respeitando os tempos de recuperação biológica preconizados pela medicina do trabalho (COUTO, 2012).

3. METODOLOGIA

Esse projeto de pesquisa tem como um de seus fundamentos a leitura dos teóricos citados no capítulo Fundamentação Teórica através de trabalhos acadêmicos, artigos científicos juntamente a literatura especializada na área de LER/DORT e automação e adaptação de processos produtivos. Também fará parte dessa leitura, livros e publicações em sites que tratam dos assuntos relacionados ao tema desse projeto e que podem contribuir de forma significativa para sua elaboração.

Através da elaboração de um projeto escrito, envolvendo fotos, desenhos e diagrama será possível demonstrar as alterações propostas envolvendo automação que poderão trazer os benefícios almejados relacionados diretamente com a ODS nº8 que trata do trabalho decente e crescimento econômico.

Não haverá o desenvolvimento de um protótipo, então somente será possível visualizar as alterações propostas através de desenhos. No quadro 1 segue o cronograma das atividades desenvolvidas.

Quadro1 – Cronograma das etapas do projeto

ATIVIDADE	3º TRIMESTRE 2025	4º TRIMESTRE 2025	1º TRIMESTRE 2026	2º TRIMESTRE 2026
Definição do tema, objetivos, justificativa e metodologia.	X			
Pesquisa bibliográfica fundamentação teórica e entrega da 1ª versão e versão final		X		
Revisão das referências para elaboração da monografia.		X		
Elaboração dos capítulos 1,2 e 3.			X	
Elaboração do capítulo 4.				X
Elaboração das considerações finais				X
Entrega e defesa da monografia				X

Fonte: Arquivo Pessoal, 2026.

3.1 Materiais

Para realização das atividades de adaptação serão requeridas ferramentas básicas comumente encontradas em oficinas mecânicas, como por exemplo alicate universal, soquetes, chave de fenda, chaves tipo allen, chave grifo.

4. DESENVOLVIMENTO

O projeto surgiu diante da necessidade de melhorar o trabalho de desmontagem e montagem de componentes de redutores em uma empresa multinacional do ramo situada na cidade de Limeira-SP.

Atualmente o referido local possui uma prensa hidráulica modelo “PR100” do fabricante Hidraumon, estrutura em formato “H” com chapas reforçadas, acionamento manual, conjunto de acionamento com bomba na lateral da estrutura principal, 2 injetores (aproximação e trabalho), cilindro simples ação com retorno por molas, mesa com regulagem por catraca com cabo de aço, pés em viga “U” 3” reforçados e com furação para ancoragem, acompanhada por uma prensa auxiliar de 15 toneladas fixada à estrutura principal.

Também apresenta sistema de enclausuramento para atender as exigências da norma NR-12, com intuito de evitar projeção de materiais contra o operador e esmagamentos, este foi implementado posteriormente ao fornecimento pelo fabricante.

Como já mencionado e destacado acima, o acionamento para sua operação é realizado de forma manual, ou seja, além de demandar esforço físico e repetitivo também impacta diretamente no tempo de realização das tarefas.

Diante do exposto sugere-se a instalação de um sistema hidráulico auxiliado por motor elétrico, ou seja, uma unidade hidráulica motorizada, a qual substituiria o conjunto de acionamento atual.

Seguem abaixo, na Figura 1, fotos que mostram as atuais condições do equipamento:

Figura 1: Prensa Hidráulica



Fonte: Arquivo Pessoal, 2026.

4.1 Dimensionamento e escolha da unidade hidráulica

Inicialmente foi necessário dimensionar a unidade hidráulica motorizada capaz de realizar o trabalho requerido, bem como definir o tipo de válvulas que seriam utilizadas no comando de acionamento. Para isso levou-se em consideração dados técnicos do fabricante da prensa, conforme Tabela 1.

Tabela 1- Características técnicas da prensa hidráulica

Capacidade máxima	100 toneladas
Altura total	1840mm
Altura de trabalho	250 a 830mm
Largura total	1000mm
Largura de trabalho	795mm
Profundidade	320mm
Curso do cilindro	180mm
Diâmetro da haste	3.1/2"
Capacidade do reservatório de óleo	14 litros
Peso	650 kg
Espessura da chapa da coluna	5/8"
Espessura da chapa da mesa	3/4"

Fonte: Arquivo Pessoal, 2026.

Com base nesses dados foram efetuados os devidos cálculos visando encontrar a unidade hidráulica capaz de gerar a força máxima de 100 toneladas para execução das atividades, considerando as dimensões originais da prensa. Foi encontrado o valor da área do cilindro, que corresponde à 490,62cm² e posteriormente a pressão necessária que é de aproximadamente 200 bar. Também foi calculado o volume do cilindro, chegando-se ao valor de aproximadamente 8.831,16cm³, o que corresponde a um volume total de óleo de aproximadamente 9 litros.

Outro importante dado a ser considerado é o tempo de avanço que será necessário para que o cilindro atinja seu curso máximo, dessa forma será possível mensurar o tempo de trabalho de uma tarefa. Decidimos utilizar como exemplo o tempo de preenchimento do cilindro o valor de 1minuto, sendo assim obtemos que a

vazão necessária da bomba será de 9Lpm (litros por minuto). Na configuração atual, acionando-se manualmente, esse mesmo processo de preenchimento leva em torno de 4 minutos.

Verificamos a existência de uma unidade hidráulica que atualmente não está sendo mais utilizada nas atividades rotineiras da empresa proprietária da prensa hidráulica, e que teoricamente poderia ser utilizada nessa adaptação. Dessa forma foram pesquisados os dados desse equipamento para decidir se atenderia às necessidades encontradas através dos cálculos acima realizados. De acordo com o departamento de engenharia, através de arquivos internos, chegamos aos seguintes dados, conforme Tabela 2.

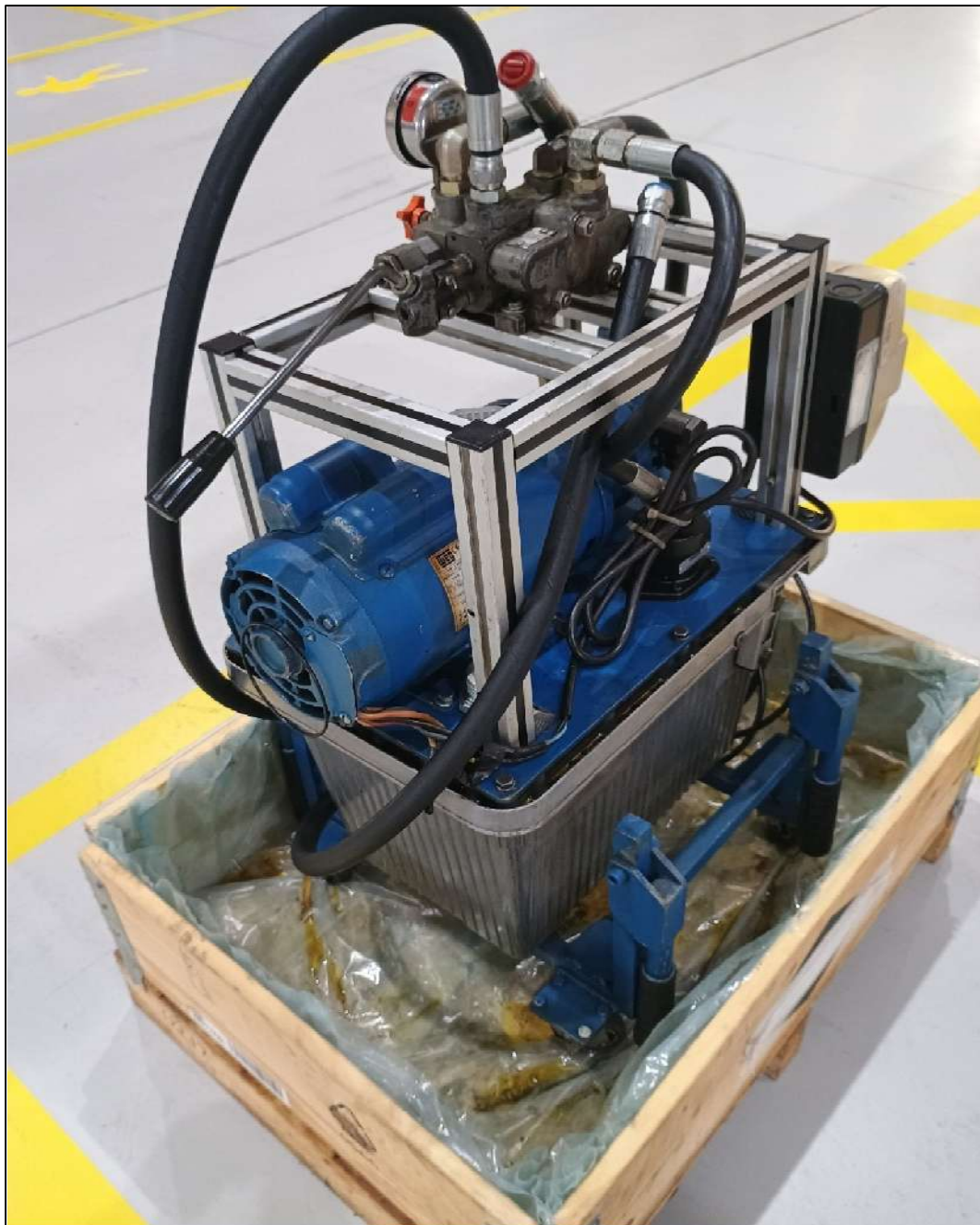
Tabela 2- Características técnicas da unidade hidráulica

Potência nominal	1,5cv
Faixa de fluxo	0,9 a 2,7 galões por minuto (a 1720rpm)
Pressão máxima de operação	207bar (3000Psi)
Capacidade do tanque	5 galões

Fonte: Arquivo Pessoal, 2026

Em posse dessas informações concluímos que esse equipamento atenderá perfeitamente às necessidades da operação, e que poderá ser devidamente empregado nesse projeto. Segue abaixo a Figura 2 da referida unidade hidráulica:

Figura 2: Unidade Hidráulica



Fonte: Arquivo Pessoal, 2026.

4.2 Elaboração do diagrama do circuito hidráulico

Após a definição da unidade hidráulica foi necessário realizar a elaboração do circuito hidráulico e seu diagrama. Decidiu-se remover totalmente o acionamento manual por alavanca, bem como suas válvulas, prensa auxiliar de 15 toneladas,

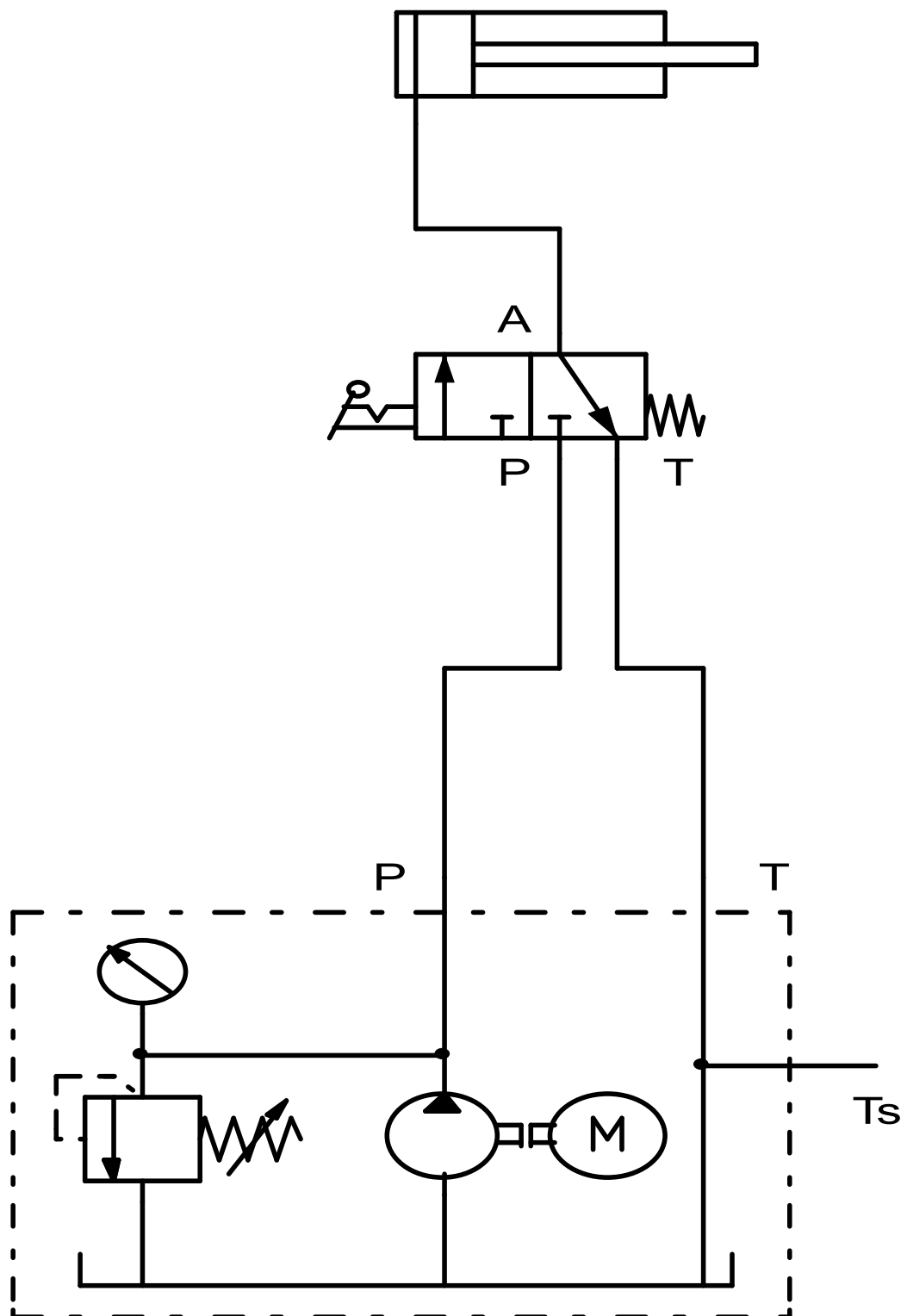
reservatório e mangueiras. Depois da alteração haverá somente um circuito principal, capaz de gerar uma força máxima de 100 toneladas, o qual poderá ser regulado através da válvula reguladora de pressão existente no circuito da unidade hidráulica.

Quanto ao sistema de retorno do fluido ao reservatório, decidiu-se manter a configuração atual, ou seja, através de duas molas acopladas a lateral da haste de acionamento, tendo em vista tratar-se de um cilindro de ação simples.

Dessa forma, o operador deverá, antes de iniciar a operação de avanço, fechar a válvula de retorno presente na parte do painel frontal. Depois de realizar o trabalho desejado por meio de acionamento da válvula direcional que foi acoplada à parte lateral da prensa próxima ao manômetro e conjunto de botoeiras, basta abrir a válvula para que a haste retorne ao ponto de partida.

Logo abaixo é demonstrado na Figura 3 o diagrama hidráulico do sistema, contemplando a unidade hidráulica, válvula direcional e cilindro de acionamento.

Figura 3: Diagrama do sistema hidráulico



Fonte: Arquivo Pessoal, 2026.

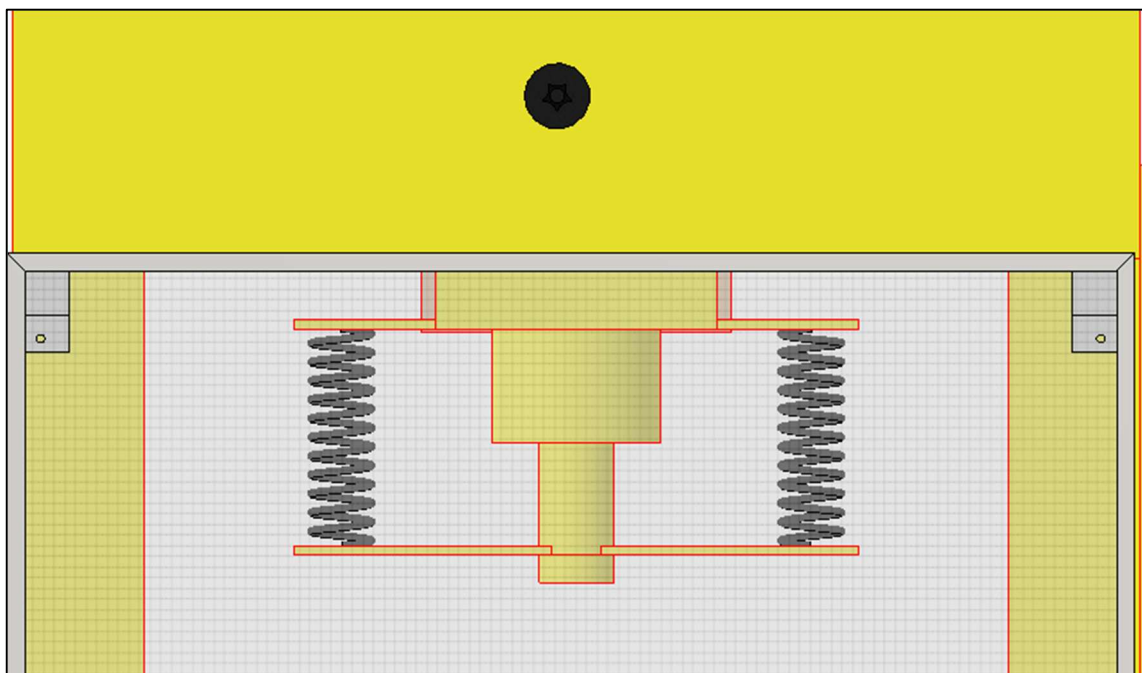
O diagrama do circuito hidráulico acima exposto demonstra como será a operação do sistema. Nele estão evidentes os componentes da unidade hidráulica, válvula direcional de acionamento do cilindro, e o próprio cilindro de acionamento que será responsável pela execução do trabalho.

O sistema possui uma válvula limitadora de pressão que pode ser observada no canto inferior esquerdo do diagrama. Através dela pode-se limitar a pressão máxima de trabalho conforme necessidade da operação e por questões de segurança.

4.3 Montagem do sistema hidráulico à prensa

Como já dito anteriormente o movimento de retorno continuará ocorrendo através da ação de molas acopladas à lateral da haste conforme demonstrado abaixo na Figura 4.

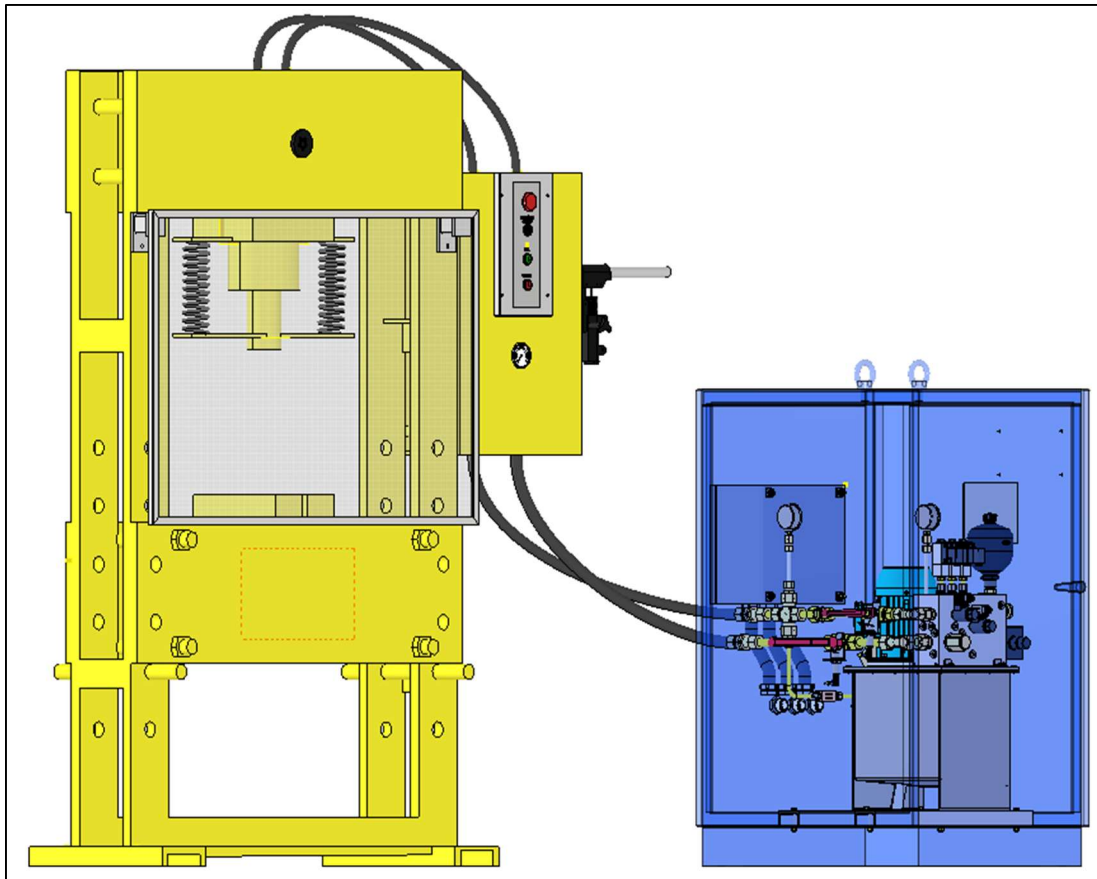
Figura 4: Retorno do acionamento através de molas



Fonte: Arquivo Pessoal, 2026

No desenho que segue podemos verificar como ficará a montagem final após a implementação das melhorias. Na parte lateral direita podemos observar os comandos responsáveis pela ligação da unidade, o manômetro que indicará a pressão de trabalho requerida para as operações de montagem e desmontagem bem como a válvula direcional que será responsável pelo avanço do cilindro, conforme Figura 5 abaixo.

Figura 5: Montagem final



Fonte: Arquivo Pessoal, 2026.

4.4 Custos envolvidos na adaptação

Considerando que os principais elementos envolvidos já são de propriedade da empresa, tanto a prensa como a unidade hidráulica, restarão basicamente o envolvimento da mão de obra necessária e a compra de uma caixa metálica para fixar o manômetro, o conjunto de botoeiras e válvula direcional que já estão presentes na unidade hidráulica; esta será acoplado à parte lateral direita da estrutura da prensa através de parafusos, tornando o acionamento e verificação da pressão de trabalho visíveis ao operador.

O valor da mão de obra dependerá do funcionário da própria empresa que realizará a tarefa de adaptação, dessa forma não foi possível mensurar o valor, porém estima-se que o tempo necessário para conclusão do processo seja de aproximadamente 6 horas.

Quanto à compra da caixa metálica, parafusos e niples para adaptação das mangueiras o valor estimado é de aproximadamente R\$200,00 (duzentos reais).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou o desenvolvimento do projeto teórico para a modernização e automação de uma prensa hidráulica, cumprindo com êxito os objetivos propostos inicialmente. O foco central do estudo concentrou-se na substituição conceitual do antigo sistema de acionamento manual por uma unidade hidráulica motorizada. Por meio dos cálculos de vazão, pressão e potência, além da seleção da válvula direcional, foi possível estruturar uma solução técnica viável que elimina a dependência do esforço físico e da sensibilidade do operador no ciclo produtivo.

No sistema antigo, a execução contínua de força física e a repetição exaustiva de movimentos submetem o trabalhador a riscos severos de desenvolvimento de Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) e Lesões por Esforço Repetitivo (LER), como tendinites e lombalgias. O projeto teórico demonstrou que a transferência do esforço motriz para a unidade hidráulica remove o operário da função de fonte de energia do sistema, reconfigurando seu papel no processo, o que preserva sua integridade física a longo prazo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELLUCCI, Andrielli Zanini et al. A influência da ergonomia para a prevenção de LER e DORT. São Paulo: ETEC Cidade Tiradentes, 2024.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. Instrução Normativa nº 98/2003. Normas Técnicas para Vigilância da Saúde dos Trabalhadores com LER/DORT. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dor relacionada ao trabalho: lesões por esforços repetitivos (LER): distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT). Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 17: Ergonomia. Brasília, DF: MTE, 2022.

BUARQUE, Lia. Ergonomia: projeto e produção. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à Teoria Geral da Administração. 9. ed. Barueri, SP: Manole, 2014.

COUTO, Hudson de Araújo. Ergonomia aplicada ao trabalho: o manual técnico da moderna ergonomia. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2012.

FALCONE, B. A ocorrência de LER e DORT nos trabalhadores atuais: uma revisão bibliográfica. Curitiba: UFPR, 2011.

GROOVER, Mikell P. Automação industrial e sistemas de manufatura. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SANTOS, M. de J.; RODOLPHO, D. Ergonomia – LER/DORT e suas prevenções na saúde e segurança do trabalhador. Taquaritinga – SP: Interface Tecnológica, 2021.

SANTOS, Mateus Oliveira da Rocha et al. Estratégias ergonômicas na prevenção de Lesões por Esforço Repetitivo (LER/DORT) em trabalhadores: uma revisão de literatura. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 11, n. 10, 2025.