



FABRICAÇÃO DE UMA MÁQUINA BRIQUETEIRA PARA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.

Adriana de Oliveira Alves Santos

Alan Aparecido Gregório

Andrea da Silva Brito de Souza

Jeferson Luís Rodrigues Osmar

Gustavo Henrique Brito de Souza

Desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso, da Etec Machado de Assis, pertencente ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza para obtenção do diploma de Técnico em Mecânica.

Orientador: Prof. Nelson Kazuo Muta

Aprovado em: ____/____/____

BANCA DE VALIDAÇÃO

Professor (Orientador)

Menção: _____

Assinatura: _____

Professor:

Menção: _____

Assinatura: _____

Professor:

Menção: _____

Assinatura: _____

Professor:

Menção: _____

Assinatura: _____

RESUMO

O trabalho de conclusão do curso irá apresentar o desenvolvimento e fabricação da máquina briqueteira pneumática, voltada para o reaproveitamento de materiais que podem ser reutilizados, específico a serragem e papelão. Essa proposta surgiu devido a observação do descarte incorreto desses materiais. A máquina foi projetada com sistema pneumático vertical acionado por um pistão com capacidade de força de aproximadamente 355 kgf, feita em aço carbono 1020 garantindo resistência mecânica e estabilidade operacional. Para fazer os briquetes será usado uma mistura de 80% de pó de serragem e 20% de papelão, com água até cobrir os resíduos, assim ajudando na compactação do briquete fazendo uma produção de 8 briquetes em 10 minutos. O projeto usa conceitos da mecânica, automação sustentabilidade, ajudando ao meio ambiente e a substituição da lenha tradicional em larereiras, indústrias e pizzarias, reduzindo impactos ambientais.

ABSTRACT

This capstone project details the development and fabrication of a pneumatic briquette-making machine designed to repurpose materials specifically sawdust and cardboard that would otherwise be discarded. The project was initiated in response to observations regarding the improper disposal of these materials. The machine features a vertical pneumatic system driven by a piston capable of exerting approximately 355 kgf of force; it is constructed from 1020 carbon steel to ensure mechanical strength and operational stability. Briquettes are produced using a mixture of 80% sawdust and 20% cardboard, with enough water added to submerge the waste a step that facilitates compaction resulting in an output of eight briquettes every ten minutes. By incorporating principles of mechanics, automation, and sustainability, the project benefits the environment and offers an alternative to traditional firewood for use in fireplaces, industrial settings, and pizzerias, thereby reducing environmental impact.

SUMÁRIO

2. JUSTIFICATIVA.....	7
3. OBJETIVOS.....	8
3.1 Objetivo geral	8
3.2 Objetivos específicos	8
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
4.1 Sustentabilidade e reaproveitamento de biomassa	8
4.2 Fundamentos da pneumática industrial	9
5. METODOLOGIA	9
6. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO E MEMORIAL DE CÁLCULO.....	10
6.1 Descrição técnica do equipamento.....	10
6.2 Dimensionamento e memorial de cálculo	10
6.3 CALCULOS MATERIAL A PRENSAR E DIMENSIONAMENTO DO CILINDRO	11
6.4 CALCULOS PRESSÃO DISPONIVEL E CÁLCULO DO DIÂMETRO (D)	11
6.5 CALCULO DADOS DA PRENSAGEM	12
6.6 CALCULOS DAS ALTURA E ESPESSURA DA BASE SUPERIO.....	13
6.7 Planejamento financeiro	15
6.8 Itens usados para ligar a máquina.....	15
6.9 preço medio do briquete.....	15
6.10 Dimensionamento e especificação do sistema de ar comprimido.....	15
6.11 Estimativa de custos e viabilidade econômica.....	16
7. PROCESSO DE FABRICAÇÃO.....	17
7.1 Corte dos materiais	17
7.2 Furação das peças.....	18
7.3 Processo de soldagem.....	19
7.4 Pintura e acabamento	20
8. PLANO DE MANUTENÇÃO	21
9. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
10. FOLHA DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO	27
11. DESENHOS.....	28
11.1 DESENHO TUBO QUADRADO	29
11.2 DESENHO CHAPA U.....	31
11.3 DESENHO CILINDRO PNEUMATICO	31

11.4 DESENHO BASE PRENSADORA	33
12. RASCUNHOS E PROTÓTIPO 3D	34
13. FOTOS DO PROTÓTIPO FINALIZADO	35
14. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

Devido a crescente de resíduos sólidos, acaba sendo um dos desafios sustentáveis da atualidade. Com o aumento de atividades comerciais como serragem e caixa de papelão acabam sendo descartados de forma incorreta e em grande quantidade. Sendo queimados ou deixados em lugares impróprios.

Os briquetes surgem como alternativa de combustível ecológico pra atuar nesse cenário. Consiste em compactar esses resíduos para formar blocos sólidos, chamados de briquetes. Esses blocos funcionam como biocombustível, podendo ser substituído pela lenha tradicional.

Este trabalho detalha a concepção, dimensionamento e a fabricação da prensa briqueteira pneumática. A prensa utiliza ar comprimido para fazer as pressões controladas sobre a mistura homogeneia do pó de serragem, papelão e água tornando-se um bloco. Feita através de pesquisas em apostilas mecânicas, automação, pneumática e gestão industrial, criando uma solução sustentável para pequenos comércios e marcenarias.

2. JUSTIFICATIVA

Este projeto foi escolhido para criação de um mecanismo que conseguiria unir sustentabilidade e matérias do curso. A serragem precisa de um descarte controlado pois pode causar incêndios, e proliferação de fungos estocada no relento. O papelão por mais que seja reciclável, acaba sendo muito desvalorizado no mercado, onde em muitas situações acaba sendo descartado.

Sobe olhar acadêmico, a construção dessa briqueteira usa e se relaciona com conteúdo do curso Técnico em Mecânica da ETEC Machado de Assis. Usando desenho técnico, resistência dos materiais, automação, soldagem, processo de fabricação, Segurança do Trabalho e Meio Ambiente, são aplicados no projeto tornando-o operável e funcional.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Projetar, dimensionar estruturalmente e fabricar de forma prática uma máquina briqueteira pneumática de arquitetura vertical voltada à compactação automatizada de uma mistura estruturada de serragem, papelão e água, assim gerando um biocombustível alternativo de alta densidade energética.

3.2 Objetivos específicos

- Desenvolver a estrutura mecânica em aço carbono SAE 1020, pra poder suportar o uso mecânico repetitivo da compactação.
- Fazer os cálculos para saber qual cilindro específico será necessário, e é compatível com a pressão disponível na rede pneumática da escola.
- Estabelecer a proporção pra mistura do briquete para ficar um bloco solido resistente e com boa eficiência energética sem esfarelar.
- Executar as etapas de fabricação como, medição, cortes, furação, soldagem e pintura.
- Iniciar testes de produção com cronometragem de unidades feitas em 10 minutos, e ver a viabilidade de operação do projeto.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Sustentabilidade e reaproveitamento de biomassa

A biomassa pode ser amplamente caracterizada como qualquer material orgânico não fóssil de origem vegetal ou animal que tem a capacidade intrínseca de ser transformado em energia térmica, elétrica ou mecânica. Princípios contemporâneos de ecologia industrial e preservação ambiental indicam que resíduos lignocelulósicos, como sobras de serrarias, possuem cadeias complexas e densas de celulose, hemicelulose e lignina, que mantêm um alto valor calorífico interno estável. Um dos principais desafios do uso da biomassa in natura na forma de pó ou serragem é a sua densidade a granel extremamente baixa. Essa particularidade física aumenta significativamente os custos de transporte e causa uma grave instabilidade termoquímica durante a queima direta, devido à dispersão volátil e descontrolada das partículas. O processo de briquetagem resolve esses problemas ao diminuir significativamente os espaços vazios entre as partículas, produzindo um combustível padronizado, com densidade geométrica e queima controlada e duradoura.

4.2 Fundamentos da pneumática industrial

A pneumática funciona na captação, compressão, tratamento, armazenamento, e distribuição do ar para realizar o trabalho mecânico. Sistemas automatizados com ar comprimido são bons pela alta velocidade, segurança e fácil manutenção comparada à hidráulica. Os pistões pneumáticos convertem a energia acumulada do ar comprimido em força.

5. METODOLOGIA

A metodologia aplicada no desenvolvimento desse trabalho de conclusão de curso, estruturou-se de maneira firme em cinco etapas que foram executadas ao longo desse ano. De início foi feita uma pesquisa sobre sustentabilidade, artigos de engenharia mecânica e normas da ABNT sobre compactação e pneumática. Depois foi feito o levantamento dos cálculos, através de apostilas como a da Protec, e através dos professores Nelson e professor Janio. Terceiro passo já com os cálculos foi dimensionar e fazer os primeiros rascunhos de como seria a máquina, de acordo com os cálculos, e as normas da ABNT. Quarto passo foi construir a máquina, já com todos os cálculos, e desenhos técnicos, assim construindo o protótipo da prensa briqueira pneumática na ETEC. Por fim foi feita a quinta etapa, fazendo os testes de funcionamento e produção.

6. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO E MEMORIAL DE CÁLCULO

6.1 Descrição técnica do equipamento

A prensa foi feita sob um tubo quadrado na vertical, para aproveitar a ação da gravidade. A fixação do cilindro é em uma base soldada no tubo, que esta, soldado em uma base maior de chapa tipo U, cilindro pneumático é preso por parafusos sextavados m10, melhorando a manutenção do cilindro. Especificações dimensionais máximas e operacionais conta na tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Especificações dimensionais máximas e operacionais

Parâmetro construtivo / técnico	Dimensão / Especificação nominal
Altura total estrutural	850 mm
Dimensão máxima da base (largura x comprimento)	300 mm x 500 mm
Diâmetro interno do cilindro pneumático	3 polegadas (76,2 mm)
Curso útil operacional do pistão	150 mm
Força teórica de compactação gerada	~352 kgf a 355 kgf
Fluido de trabalho adotado	Ar comprimido comum filtrado
Material estrutural do chassi	Aço carbono SAE 1020 / ASTM A36

6.2 Dimensionamento e memorial de cálculo

Para a realização da prensa briqueteira, foram feitos os cálculos para saber a pressão necessária para compactar a mistura de serragem, papelão e água. Também foi feito cálculos para saber a espessura e tamanho da base necessária para suportar a força do cilindro pneumático, cálculo da flexão de solda, cálculo do material a prensar e dimensionamento do cilindro e cálculos da pressão disponível.

6.3 CALCULOS MATERIAL A PRENSAR E DIMENSIONAMENTO DO CILINDRO

1. MATERIAL A PRENSAR

Pressão necessária para pressionar o material:

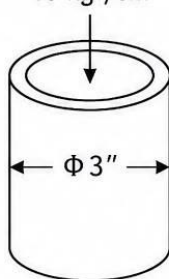
$$P = \frac{F}{A}$$

Pressão necessária:
8 kgf/cm²

$$\Phi 3'' = 7,62 \text{ cm}$$

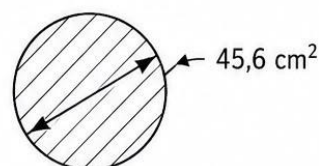
$$\text{Área} = \frac{7,62^2 \cdot \pi}{4}$$

18 kgf/cm²



Área = 45,6 cm²

Φ tubo (arma) = 3''



Força necessária = P . A

$$F_{nec} = 8 \cdot 45,6$$

$$F_{nec} = 364,6 \approx \underline{\underline{365 \text{ kgf}}}$$

2. DIMENSIONAMENTO DO CILINDRO

$$P = \frac{F}{A}$$

Pressão do cilindro:
6 kgf/cm²

Força necessária:
365 kgf

$$6 \text{ kgf/cm}^2 = \frac{365}{A}$$

$$A = \frac{365}{6}$$

A = 60,8 cm²

$$D = 8,80 \text{ cm}$$

$$D = 88,0 \text{ mm}$$

$$D \approx 3,46''$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$60,8 = \frac{3,14 \cdot D^2}{4}$$

$$60,8 \cdot 4 = 3,14 \cdot D^2$$

$$243,33 = 3,14 \cdot D^2$$

$$D^2 = \frac{243,33}{3,14}$$

$$D^2 = 77,49$$

$$D = 8,80 \text{ cm}$$

$$D = 88,0 \text{ mm}$$

$$D \approx 3,46''$$

Legenda:

P = pressão (kgf/cm²) F = força (kgf) A = área (cm²)

D = diâmetro (cm / mm / '')

6.4 CALCULOS PRESSÃO DISPONIVEL E CÁLCULO DO DIÂMETRO (D)

② Pressão disponível na rede

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dados: $P = 6,0 \text{ Kgf/cm}^2$

Força necessária: $F = 352 \text{ Kgf}$

Substituindo na equação (1):

$$6,0 = \frac{352}{A}$$

Isolando A (área):

$$A = \frac{352}{6,0} \longrightarrow \boxed{A = 58,66 \text{ cm}^2}$$

Cálculo do diâmetro (D)

$$\text{Área do círculo: } A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (2)$$

Substituindo $A = 58,66 \text{ cm}^2$ na equação (2):

$$58,66 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$\text{Isolando } D^2: D^2 = \frac{58,66 \cdot 4}{\pi} = \frac{234,64}{3,14} = 74,72$$

$$\text{Calculando } D: D = \sqrt{74,72} = 8,64 \text{ cm} \quad \boxed{D = 8,64 \text{ cm}}$$

$\Rightarrow$ Cilindro 3 1/2"

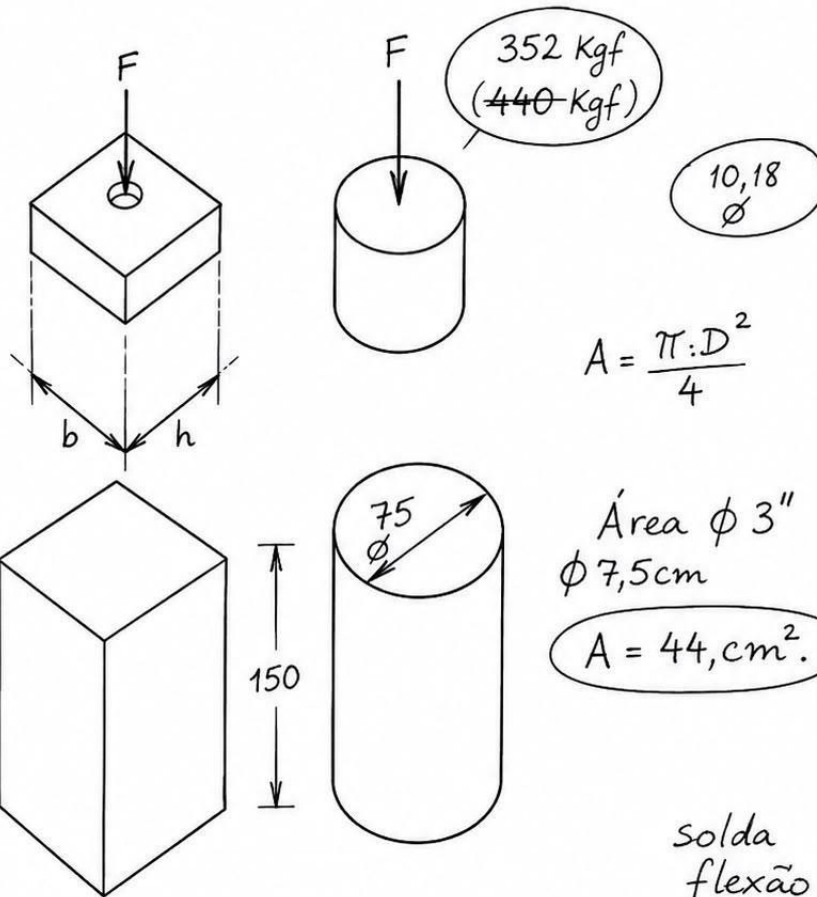
6.5 CALCULO DADOS DA PRENSAGEM

①

Dados do Prensagem

Prensas disponíveis

Equipamentos no mercado tem a força de 80 Kgf/cm² para efetuar a prensagem.

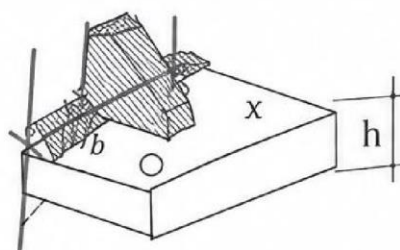


$$w_f = \frac{b \times h^2}{6}$$

$$(w_f) = \frac{M_f}{\sigma_f}$$

6.6 CALCULOS DAS ALTURA E ESPESSURA DA BASE SUPERIO

5 Cálculo da altura da base superior



$$WF = \frac{b \times h^2}{6}$$

$$WF = \frac{100 \times h^2}{6}$$

Onde:

WF = Momento de resistência da seção (mm³)

b = Base da seção (mm)

h = Altura da base superior (mm)

F = Força aplicada (N)

(VALOR DA FORÇA)

$$352 = \frac{100 \times h^2}{6}$$

$$6 \times 352 = 100h^2$$

$$6.352 = 100h^2$$

$$h^2 = \frac{6.352}{100}$$

$$h = \sqrt{\frac{6.352}{100}}$$

$$H = \sqrt{\frac{2112}{100}}$$

$$h = \sqrt{21,12}$$

$$h \cong 4,6$$

6.7 Planejamento financeiro

Com o intuito de controlar os custos, planejar e tornar viável a implementação da máquina briqueteira mecânica, foi elaborado um plano orçamentário minucioso que lista os principais materiais estruturais, componentes mecânicos comerciais e insumos metalúrgicos necessários para a sua fabricação. A Tabela 2 foi elaborada como uma planilha de custos estruturada, com campos em branco para que o usuário possa preencher os custos unitários e totais conforme as cotações de mercado mais recentes.

6.8 Itens usados para ligar a máquina

P Para conectar a máquina, usaremos um cilindro pneumático de dupla ação com diâmetro de 38,1 mm e comprimento de 150 mm, com duplo amortecimento; uma válvula de controle direcional de 5 vias e 2 posições, acionada por alavanca com trava; e uma unidade de conservação composta por um filtro purificador de ar, um regulador de pressão e um lubrificador, todos alimentados por um compressor elétrico MAM-10/50LBR de 50 litros e 2,5 hp.

6.9 preço medio do briquete

O preço médio de briquetes varia entre R\$20 e R\$30 por saco de 5 a 10 kg para uso doméstico, enquanto para compra em tonelada, os valores ficam em torno de R\$600 por tonelada para briquetes de eucalipto, sendo ecológicos e de alta eficiência energética

6.10 Dimensionamento e especificação do sistema de ar comprimido

Para que o sistema pneumático funcionasse de maneira eficiente e mantivesse uma pressão de trabalho estável de 6 kgf/cm² (~87 psi), foi necessário dimensionar o compressor de ar comprimido. O cilindro pneumático empregado (com diâmetro interno de 3" e curso de 150 mm) utiliza aproximadamente 0,88 litros de ar comprimido em cada ciclo completo de avanço. Considerando que a operação prevista é de um briquete por minuto, a máquina utiliza ar de maneira constante, porém em baixa demanda. Isso possibilita a utilização de um compressor de pistão de médio porte, acompanhado de um reservatório acumulador. Assim, decidiu-se que seria necessário um equipamento que atendesse às especificações técnicas mínimas listadas na Tabela 1.

Parâmetro técnico	Configuração adotada	Justificativa / Função no projeto
Pressão Máxima	100 a 140 PSI (7 a 9,6 bar)	Garanta a margem necessária acima da pressão de trabalho (87 PSI) para a atuação correta do pressostato de controle.
Vazão teórica (deslocamento)	10 PCM (pés cúbicos por minuto)	Assegura o rápido enchimento do reservatório de ar entre os ciclos de prensagem da máquina.
Volume do reservatório (tanque)	50 litros	Acumula o volume de ar necessário para suprir o pico de demanda no avanço do pistão, impedindo quedas bruscas de pressão na rede industrial.
Potência do motor	2 HP (cavalosvapor)	Potência nominal padrão para garantir a eficiência

6.11 Estimativa de custos e viabilidade econômica

Para a análise de viabilidade do projeto e posterior execução física da máquina briqueteira, realizou-se o levantamento dos componentes estruturais, pneumáticos e consumíveis necessários para a montagem. Adicionalmente, computou-se o valor associado à contratação de serviços de terceiros para operações específicas que demandam maquinário fabril externo.

As Tabelas 3 e 4 apresentam a planilha orçamentária estruturada para o controle de custos do projeto, apresentando os itens cujos valores de mercado devem ser cotados, além do valor fixado para a mão de obra terceirizada. A Tabela 5 apresenta a soma dos custos do projeto e mão de obra.

Tabela 3 – Planilha orçamentária e estimativa de custos do projeto

ITEM	VALOR UNITÁRIO	QUANTIDADE	TOTAL
Chapa de aço SAE 1020	R\$ 50,00	1	R\$ 50,00
Cilindro pneumático	R\$ 250,00	1	R\$ 250,00
Eletrodo E6013	R\$ 30,00	1	R\$ 30,00
Parafuso sextavado M10	R\$ 1,00	6	R\$ 6,00

Arruela lisa M10	R\$ 0,75	8	R\$ 6,00
Disco de corte	R\$ 12,00	4	R\$ 48,00
Disco <i>flap</i>	R\$ 6,50	1	R\$ 6,50
Tinta <i>spray</i>	R\$ 18,75	2	R\$ 37,50
VALOR TOTAL			R\$ 434,00

Tabela 4 – Planilha orçamentária das mãos de obra do projeto

MÃO DE OBRA		VALOR SERVIÇO
Montagem do projeto		R\$ 150,00
Corte a laser do suporte para o cilindro		R\$ 180,00
VALOR TOTAL		R\$ 330,00

7. PROCESSO DE FABRICAÇÃO

A fabricação e a prática da máquina briqueteira mecânica foram realizadas de acordo com uma série rigorosa de operações mecânicas, típicas da indústria, para garantir o perfeito paralelismo entre as faces da estrutura, a concentricidade axial do pistão e a total segurança no funcionamento do conjunto montado.

7.1 Corte dos materiais

O primeiro processo foi fazer as marcações dimensionais para os cortes das peças na chapa de aço SAE 1020, onde foram realizados com discos de corte, na esmerilhadeiras angulares de alta rotação.

7.2 Furação das peças

Após a finalização de todos os cortes, foi feita a marcação para o processo de furação das peças, as com réguas e usado lápis b2 e fazer as furos foram feitos de bancada m10 para a parafuso utilizado para



medias foram feitas esquadros. foi giz branco para marcações. Os com uma furadeira usando uma broca passagem do sextavado m10 fixação do cilindro.

7.3 Processo



de

soldagem

A união das peças da prensa foi feita a base de solda SMAW, para começar o processo de soldagem foram feitas as medições onde cada componente ficaria, após isso foi feito o Pontamento com eletrodo revestido AWS E6013, terminado o Pontamento começou o processo de soldagem final, feita com eletrodo AWS E6013. Para a soldagem utilizou-se uma corrente de 85 amperes.



7.4 Pintura e acabamento

Após terminar a soldagem iniciou-se o processo de pintura e acabamento. Foi utilizado disco flap em uma esmerilhadeira para tirar rebarbas e respingos de solda nas peças. Depois fizemos um lixamento com as lixas 120, 220 e 400 para acabamento. Utilizou-se aguarrás para descontaminação das peças, assim em seguida com a prensa seca, foi passado uma demão de primer para maior durabilidade da tinta. A peça inteira foi pintada de preto (exceto cilindro), depois foi utilizado verde máquina nas mãos francesas, suporte do cilindro pneumático, cilindro copo e suporte do cilindro copo. Por fim foi passado uma demão de verniz em todo projeto para maior duração e qualidade da pintura.



8. PLANO DE MANUTENÇÃO

Um plano de manutenção para uma briqueteira deve combinar inspeções preventivas, lubrificação, limpeza e substituição programada de componentes. Abaixo está um exemplo que pode ser adaptado ao modelo da sua máquina.

Plano de Manutenção Preventiva para Briqueteira Manutenção Diária

Antes do início da operação:

Verificar nível de óleo hidráulico. Inspeccionar vazamentos de óleo. Conferir pressão do sistema hidráulico. Verificar temperatura do motor e da unidade hidráulica. Inspeccionar cabos elétricos e conexões. Limpar resíduos de serragem, pó ou biomassa acumulados. Verificar funcionamento dos botões de emergência.

Após a operação:

Limpar toda a máquina. Registrar horas trabalhadas. Registrar qualquer anormalidade observada. Manutenção Semanal Lubrificar mancais e

rolamentos conforme especificação do fabricante. Verificar aperto de parafusos e porcas. Inspeccionar correias (se houver). Verificar alinhamento dos componentes móveis. Conferir filtros de ar do painel elétrico. Testar sensores e chaves fim de curso. Manutenção Mensal Inspeccionar cilindro hidráulico. Verificar desgaste do pistão compactador. Limpar reservatório hidráulico externamente. Conferir acoplamentos do motor. Verificar desgaste da matriz de briquetagem. Medir corrente elétrica dos motores. Verificar estado dos contatos elétricos. Manutenção Trimestral Trocar filtro hidráulico. Coletar amostra do óleo hidráulico para análise (quando aplicável). Verificar alinhamento do conjunto hidráulico. Inspeccionar bombas hidráulicas. Verificar folgas mecânicas. Revisar sistema de refrigeração da unidade hidráulica. Manutenção Semestral Trocar óleo hidráulico (ou conforme análise e recomendação do fabricante). Revisar motor elétrico. Inspeccionar rolamentos. Revisar válvulas hidráulicas. Calibrar sensores e instrumentos. Revisar quadro elétrico completo. Manutenção Anual Desmontagem parcial para inspeção geral. Substituição preventiva de vedações hidráulicas. Revisão completa da bomba hidráulica. Inspeção da matriz e substituição, se necessário. Revisão estrutural do chassi. Pintura de pontos com corrosão. Atualização dos registros de manutenção. Plano de Lubrificação Componente Frequência Lubrificante Rolamentos Semanal Graxa EP2 Mancais Semanal Graxa EP2 Guias do pistão Quinzenal Graxa recomendada pelo fabricante Correntes (se houver) Quinzenal Óleo para correntes Acoplamentos Mensal Conforme fabricante Itens de Inspeção Item Verificação Pressão hidráulica Dentro da especificação Temperatura do óleo Normal Vazamentos Ausentes Vibração Normal Ruídos Normais Compactação do briquete Uniforme Consumo de energia Dentro do esperado Estado da matriz Sem desgaste excessivo Estado do pistão Sem trincas ou deformações Indicadores de Desempenho (KPIs) Disponibilidade da máquina (%) Horas entre falhas (MTBF) Tempo médio para reparo (MTTR) Consumo de óleo hidráulico Produção de briquetes (kg/h) Consumo de energia (kWh/t de briquete) Número de paradas não programadas Registro de Manutenção Data Horímetro Serviço Executado Responsável Observações

Esse plano é adequado para briqueteiras hidráulicas utilizadas na compactação de serragem, maravalha, casca de arroz e outros resíduos de biomassa. Para maior confiabilidade, é recomendável ajustar as frequências de manutenção conforme as horas de operação (por exemplo, a cada 250, 500 e 1.000 horas) e seguir as recomendações do fabricante do equipamento.

briqueteira pneumática

Para uma briqueteira pneumática, o foco da manutenção muda em relação às hidráulicas. Os principais componentes críticos são o sistema de ar comprimido, cilindros pneumáticos, válvulas, filtros, reguladores e lubrificadores (conjunto FRL), além da matriz e do pistão de compactação.

Plano de Manutenção Preventiva – Briqueteira Pneumática

Manutenção Diária (8 horas)

Item Atividade Sistema de ar Verificar pressão de trabalho. Filtro de ar Drenar água condensada. Vazamentos Inspeccionar mangueiras, conexões e engates rápidos. Cilindros pneumáticos Verificar funcionamento e ruídos anormais. Matriz Limpar resíduos de biomassa. Pistão Verificar desgaste superficial. Segurança Testar botão de emergência e proteções. Limpeza Remover pó e serragem da máquina.

Manutenção Semanal

Item Atividade FRL (Filtro, Regulador e Lubrificador) Verificar nível do óleo lubrificante. Lubrificador Completar óleo pneumático quando necessário. Regulador Conferir regulagem da pressão. Mangueiras Inspeccionar rachaduras e desgaste. Conexões Reapertar conexões com vazamentos. Estrutura Conferir parafusos e fixações. Sensores Testar sensores e fim de curso.

Manutenção Mensal

Item Atividade Filtro de ar Limpar ou substituir elemento filtrante. Válvulas pneumáticas Verificar funcionamento e tempo de resposta. Cilindros Inspeccionar hastes e vedações. Compressor Conferir pressão, vazamentos e ruídos. Painel elétrico Verificar bornes e limpeza. Matriz Medir desgaste.

Manutenção Trimestral

Item Atividade FRL Revisão completa. Cilindros pneumáticos Inspeccionar vedações internas. Válvulas solenóides Limpeza e testes. Mangueiras Substituir as ressecadas. Sensores Calibração e testes. Pistão compactador Medir desgaste e alinhamento.

Manutenção Semestral

Item Atividade Compressor de ar Troca de óleo (quando aplicável). Filtros do compressor Substituir. Secador de ar Revisar funcionamento. Sistema pneumático Teste geral de estanqueidade. Rolamentos Inspeccionar e lubrificar conforme necessidade. Painel elétrico Limpeza interna e reaperto geral.

Manutenção Anual

Item Atividade Cilindros pneumáticos Revisão completa e troca de vedações. Válvulas pneumáticas Revisão geral. Compressor Manutenção preventiva completa. Matriz Recuperação ou substituição. Pistão Inspeção dimensional. Estrutura Inspeção de soldas e pintura. Lubrificação Componente Frequência Lubrificante Lubrificador pneumático Verificação semanal Óleo pneumático ISO VG 32 Rolamentos Mensal Graxa EP2 Guias mecânicas Mensal Graxa de lítio Checklist Diário

- ☐ Pressão do ar dentro da especificação.
- ☐ Compressor funcionando normalmente.
- ☐ Drenagem do filtro realizada.
- ☐ Sem vazamentos de ar.
- ☐ Cilindros operando suavemente.
- ☐ Válvulas funcionando corretamente.
- ☐ Matriz limpa.
- ☐ Máquina limpa.
- ☐ Botão de emergência testado.
- ☐ Produção dentro do padrão.

Principais Falhas e Ações Corretivas Sintoma Possível causa Ação
 Baixa compactação Pressão de ar insuficiente Ajustar regulador e verificar compressor
 Movimento lento do cilindro Vazamento ou filtro obstruído Eliminar vazamentos e limpar filtro
 Cilindro não retorna Válvula solenóide defeituosa Revisar ou substituir válvula
 Consumo elevado de ar Mangueira ou conexão com vazamento Reparar ou substituir componentes
 Briquetes quebrando Matriz desgastada ou umidade inadequada da biomassa Revisar matriz e controlar a umidade
 Observação importante

As briqueteiras pneumáticas são mais sensíveis à qualidade do ar comprimido. Recomenda-se manter:

Pressão de trabalho conforme o projeto (geralmente entre 6 e 8 bar, salvo especificação do fabricante). Ar limpo e seco, utilizando filtro e, quando necessário, secador de ar. Drenagem diária do condensado para evitar corrosão e falhas em válvulas e cilindros.

Se a briqueteira operar em regime contínuo (24 horas por dia), é recomendável programar a manutenção preventiva também por horas de operação (por exemplo, inspeções a cada 250, 500 e 1.000 horas), em vez de apenas por calendário.

me de agora uma folha de processo de trabalho

Uma Folha de Processo de Trabalho (FPT) é um documento operacional que padroniza a execução de uma atividade. Abaixo está um modelo voltado para a operação de uma briqueteira pneumática.

FOLHA DE PROCESSO DE TRABALHO (FPT)

Processo: Operação de Briqueteira Pneumática Setor: Produção
Responsável: Operador de Produção Data: // _____ Revisão: 01

Objetivo

Produzir briquetes de forma segura, padronizada e com qualidade, garantindo a integridade do equipamento e a segurança do operador.

Equipamentos Necessários Briqueteira pneumática Compressor de ar Sistema FRL (Filtro, Regulador e Lubrificador) Alimentador de biomassa Caixa coletora de briquetes EPIs Obrigatórios Óculos de segurança Protetor auricular Luvas de segurança Botina de segurança Máscara contra poeira (quando necessário) Matéria-Prima Serragem ou biomassa seca Umidade recomendada: 8% a 12% Material livre de pedras, metais e outros contaminantes Procedimento Operacional

1. Inspeção Inicial

- ☐ Verificar limpeza da máquina.
- ☐ Verificar pressão do compressor.
- ☐ Drenar água do filtro de ar.
- ☐ Verificar nível do lubrificador pneumático.
- ☐ Conferir ausência de vazamentos.
- ☐ Verificar funcionamento do botão de emergência.

2. Preparação Ligar o compressor de ar. Aguardar atingir a pressão de trabalho. Ajustar o regulador de pressão conforme especificação. Ligar a briqueteira. Alimentar a biomassa gradualmente.

3. Operação Manter alimentação constante. Observar o formato dos briquetes. Verificar ruídos ou vibrações anormais. Monitorar a pressão de trabalho. Não colocar as mãos na área de compactação.

4. Controle de Qualidade

Verificar:

- ☐ Briqueite íntegro.
- ☐ Compactação uniforme.
- ☐ Sem rachaduras excessivas.
- ☐ Dimensões dentro do padrão.

5. Parada da Máquina Interromper a alimentação da biomassa. Aguardar o término do ciclo. Desligar a briqueteira. Fechar o fornecimento de ar comprimido. Despressurizar o sistema pneumático. Limpar o equipamento. Critérios de Aceitação Briqueite compacto. Sem quebras durante o manuseio. Dimensões padronizadas. Produção contínua. Não Conformidades

Em caso de:

Fuga de ar. Cilindro pneumático com defeito. Briqueite alterado. Ruído atípico. Defeito elétrico.

Atitude:

Desligar o equipamento imediatamente. Entrar em contato com o encarregado da manutenção. Documentar o incidente. Cuidados de Segurança: nunca retirar as proteções da máquina. Evitar a execução de manutenção com o sistema pressurizado. Empregar todos os EPIs. Manter a área em ordem e higienizada. Antes de realizar qualquer atividade de manutenção, é necessário seguir o procedimento de bloqueio e etiquetagem (LOTO). Registro de Produção Horário Quantidade Produzida Operador Observações

Responsável pela Operação: _____

Supervisor: _____

Data: // _____

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após concluir a montagem do projeto e o dimensionamento de sistema pneumático com acionamento manual e reguladores de fluxo, começou-se os testes experimentais práticos com a utilização dos resíduos sólidos coletados. Para padronização dos testes de queimas, determinou-se uma proporção volumétrica para a formulação da matéria-prima:

- 1- 80% pó de serragem: proveniente dos processos de lixamento e acabamento em marcenarias locais.
- 2- 20% de papelão picado: picotados em pequenos pedaços para facilitar na mistura.
- 3- Água para o processo: utilizar água ate cobrir completamente a mistura.

O papelão irá agir como liga, e a imersão na água irá hidratar o papelão e ajudando ele a se dissolver formando uma liga. Quando for submetido a pressão de 355 kgf, essa liga se envolve com o pó de serragem. A água em excesso sai pelos furos do cilindro copo, assim quando a força for exercida a água será expelida.

Resultados produtivos com uso de cronometro foi: de 8 briquetes em 10minutos, um bom número, pois em 30min faz 24 briquetes, onde irá dar 10kg de briquetes que podem ser vendidos a 100R\$. Os briquetes prontos apresentaram boa estrutura e performance energética de queima, consolidando como blocos combustíveis rígidos, duráveis e queimáveis

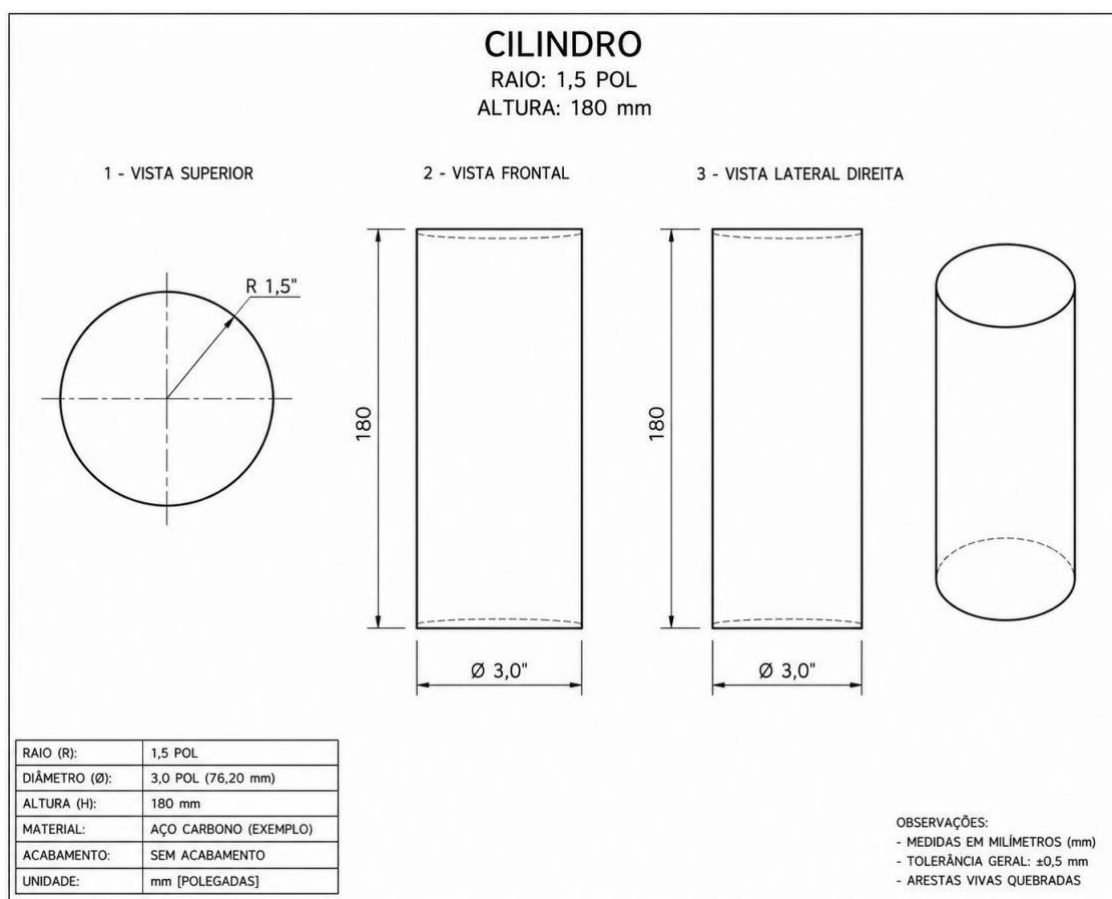
10. FOLHA DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA PRENSA BRIQUETEIRA PNEUMÁTICA

OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	DESENHO / ILUSTRAÇÃO	EQUIPAMENTOS
01	- Medir, traçar e marcar na chapa 150 x 300 mm. - Furar (se necessário). - Dobrar e soldar para confeccionar 5 mãos francesas com dimensões 50 x 80 mm e ângulo de 45°.		Esmerilhadeira, trena, esquadro, riscador, furadeira, serra de corte, solda MIG.
02	- Medir e traçar o cilindro de 3" (Ø ext. 88,90 mm, esp. 3 mm). - Realizar corte longitudinal. - Medir, traçar e furar as posições de fixação. - Soldar as fixações.		Trena, riscador, serra fita, esmerilhadeira, furadeira, máquina de solda MIG.
03	- Medir e traçar o cilindro de 3,5" (Ø ext. 101,60 mm, esp. 3 mm). - Realizar corte em 5 partes de 40 x 30 mm. - Medir, traçar e furar (se necessário).		Trena, riscador, serra fita, esmerilhadeira, furadeira.
04	- Medir, traçar e marcar na base (chapa U 500 x 200 x 25 mm, esp. 3 mm) as posições dos componentes. - Medir, traçar e furar (se necessário). - Soldar os seguintes componentes: tubo quadrado (800 x 80 mm), cilindro bipartido (op. 02) e elementos do cilindro 3,5" (op. 03).		Trena, esquadro, riscador, punção, furadeira, máquina de solda MIG, esmerilhadeira.
05	- Medir, traçar e marcar duas chapas conforme dimensões indicadas. - Furar conforme especificações dos desenhos (Ø 30 mm e Ø 8 mm). - Realizar os cortes indicados na Chapa 2.	CHAPA 1 (fixa) CHAPA 2 (móvel)	Trena, esquadro, riscador, punção, furadeira de bancada, serra de corte, esmerilhadeira, paquímetro.
06	- Medir, traçar e marcar as posições das chapas (op. 05) no tubo quadrado (800 x 80 mm). - Furar (se necessário). - Soldar as chapas no tubo quadrado.		Trena, esquadro, riscador, furadeira, máquina de solda MIG, esmerilhadeira.
07	- Realizar lixamento geral. - Aplicar pintura: - Estrutura: tinta esmalte sintética preta (2 demãos). - Componentes móveis: tinta esmalte sintética verde (2 demãos). - Aplicar verniz de proteção.		Lixadeira, pistola de pintura, compressor.
08	- Medir, traçar e marcar as posições de fixação do cilindro pneumático nas chapas de suporte. - Furar (se necessário). - Instalar o cilindro pneumático e fixar a base prensadora.		Trena, chave fixa, parafusos, furadeira, ferramentas manuais.

OBSERVAÇÃO: Todas as operações devem seguir as normas de segurança e utilizar os EPIs adequados.

11. DESENHOS



11.1 DESENHO TUBO QUADRADO

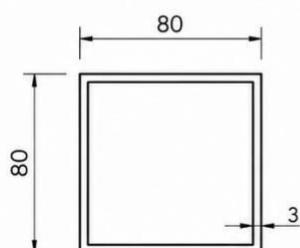
TUBO QUADRADO

DIMENSÕES: 80 mm X 80 mm

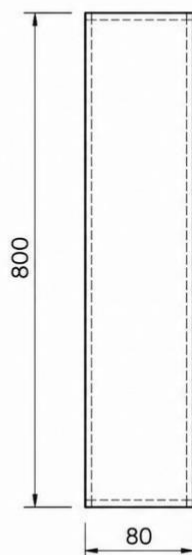
ALTURA: 800 mm

ESPESSURA: 3 mm

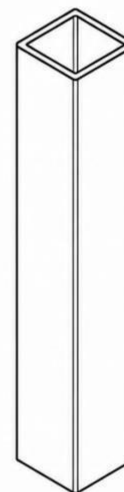
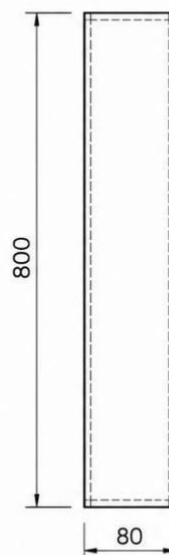
1 - VISTA SUPERIOR



2 - VISTA FRONTAL



3 - VISTA LATERAL DIREITA



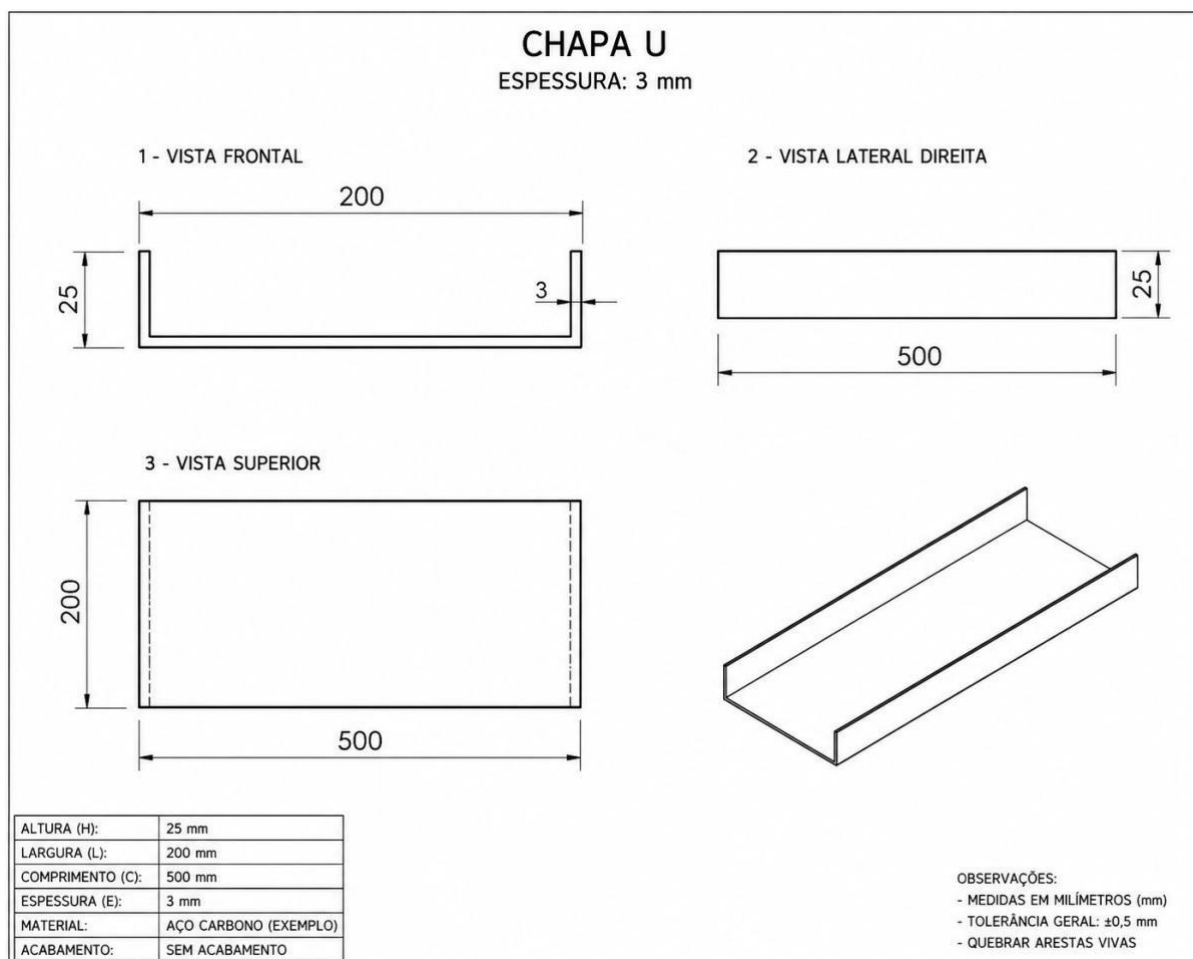
SEÇÃO:	QUADRADA
LADO (A):	80 mm
LADO (B):	80 mm
ALTURA (H):	800 mm
ESPESSURA (E):	3 mm
MATERIAL:	AÇO CARBONO (EXEMPLO)
ACABAMENTO:	SEM ACABAMENTO

OBSERVAÇÕES:

- MEDIDAS EM MILÍMETROS (mm)
- TOLERÂNCIA GERAL: $\pm 0,5$ mm
- CORTES A 90°

DESENHO

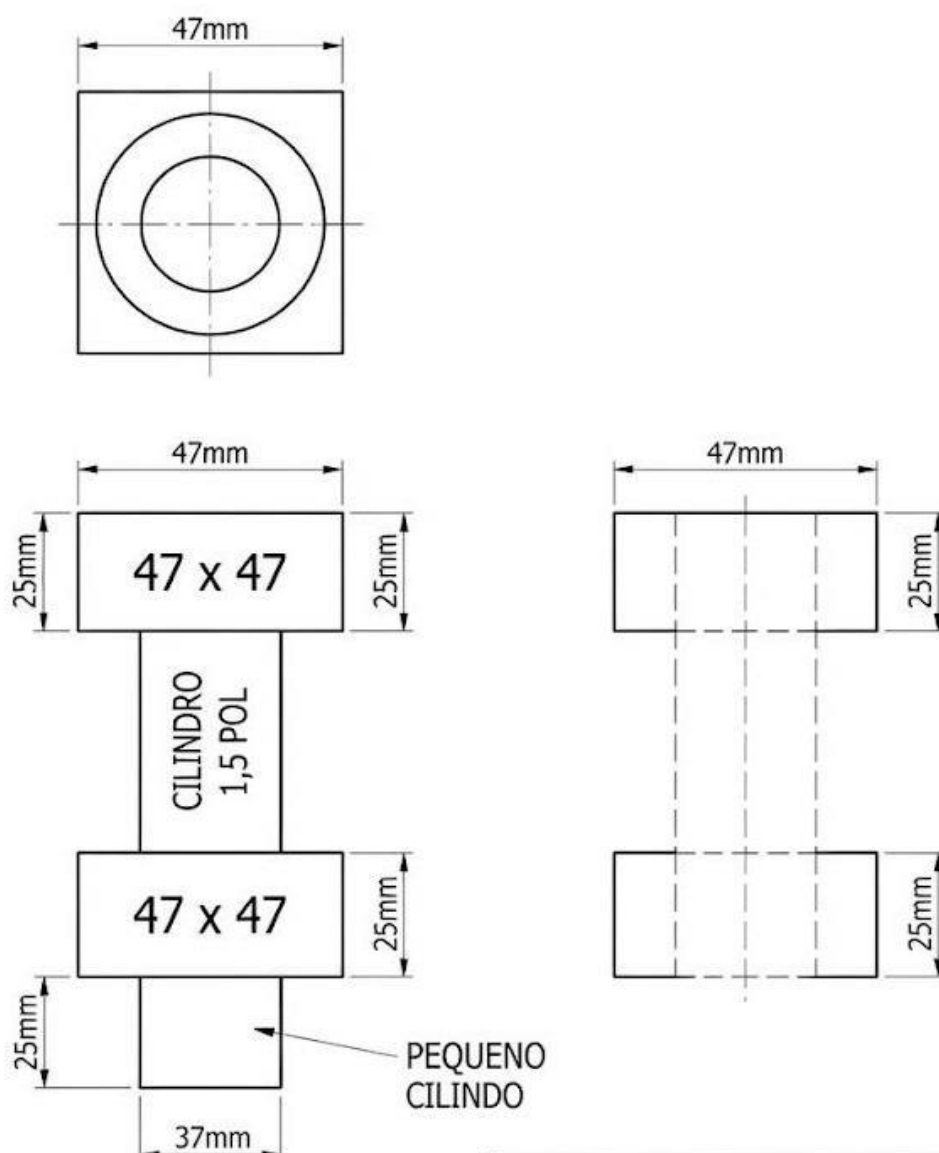
11.2 CHAPA U



11.3 CILINDRO PNEUMATICO

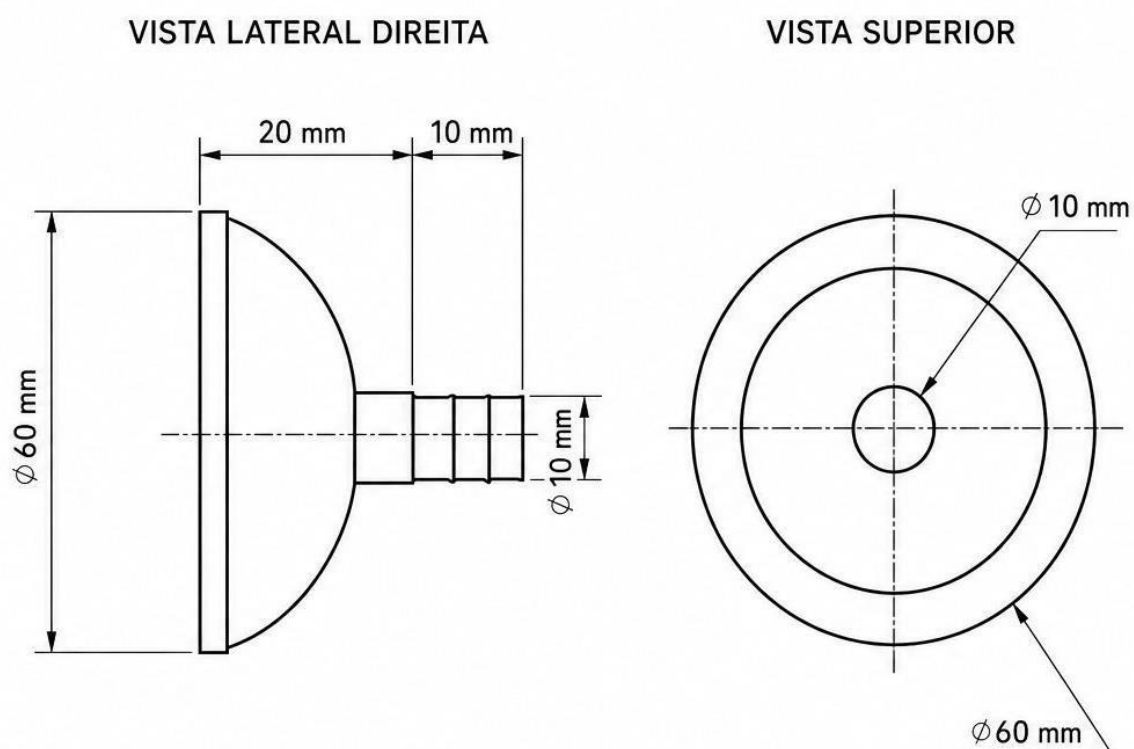
CILINDRO PNEUMATICO

DESENHO



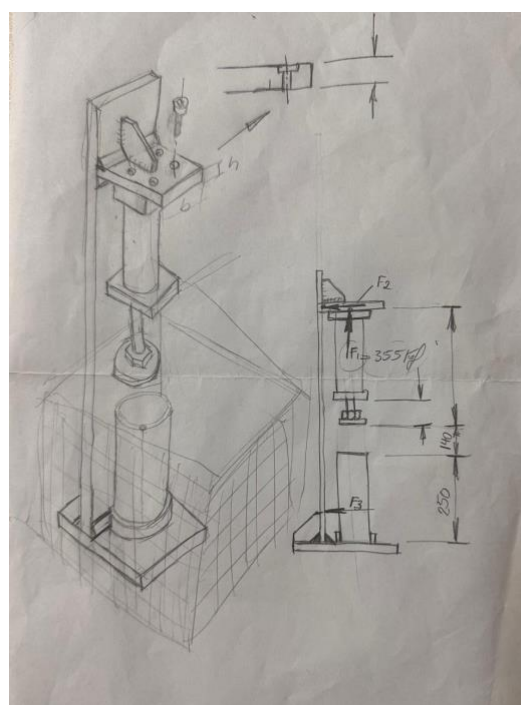
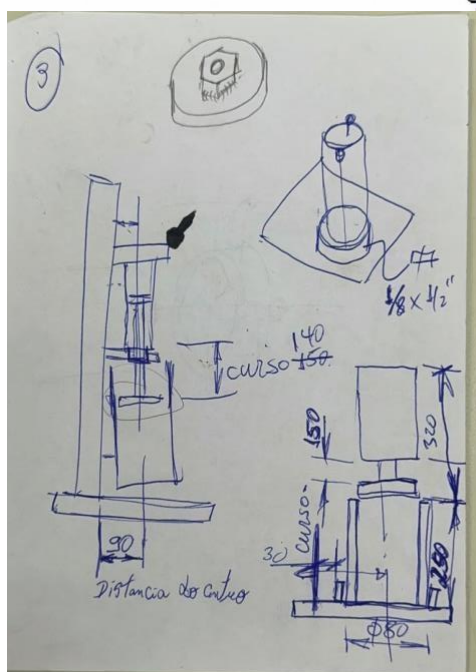
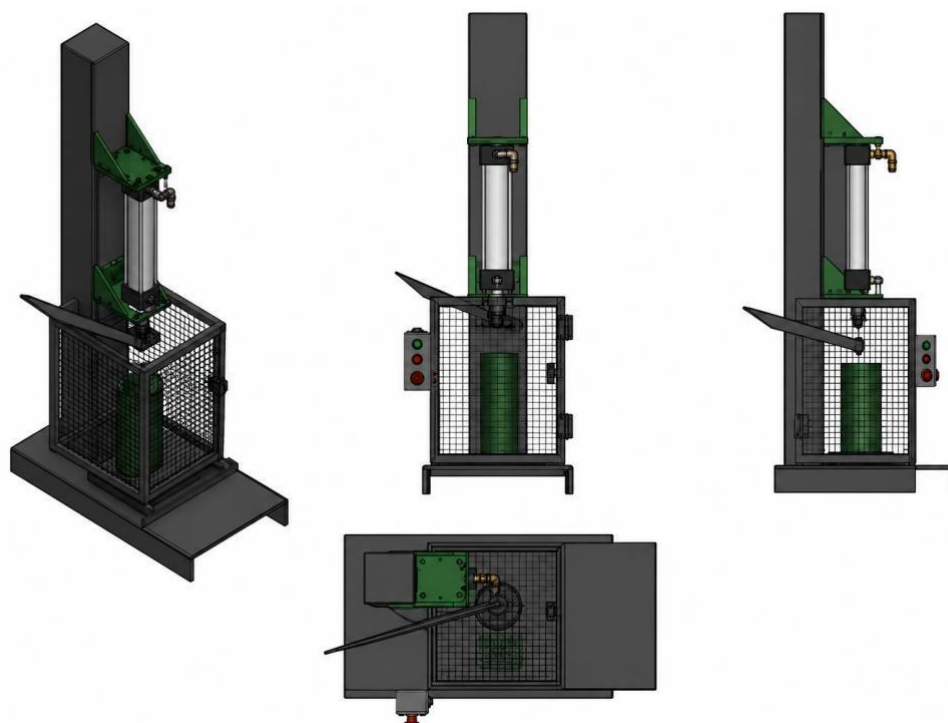
DESENHO
11.4 BASE PRENSADORA

BASE PRENSADORA



UNIDADE: mm
ESCALA: 1:1

12. RASCUNHOS E PROTÓTIPO 3D



13. FOTOS DO PROTÓTIPO FINALIZADO



14. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento prático e a fabricação mecânica dessa briqueteira pneumática comprovaram de forma robusta a plena viabilidade de integrar de maneira direta a aplicação prática de conhecimentos industriais de mecânica e automação com o desenvolvimento focado em tecnologias ecoeficientes e sustentáveis. O chassi estrutural desenvolvido em aço carbono 1020 suportou com estabilidade mecânica rigorosa todos os esforços compressivos cíclicos impostos pelo pistão vertical, sem apresentar quaisquer sinais de deformações plásticas residuais, desalinhamentos axiais ou trincas estruturais nos cordões de solda executados.

Do ponto de vista puramente produtivo, a meta estabelecida inicialmente foi superada com a consolidação estável da produção ágil de 10 briquetes em 10 minutos utilizando a proporção controlada de mistura de 20% de papelão e 80% de serragem imersos em água de processo. O equipamento resolve de forma elegante e barata um problema duplo de destinação de resíduos industriais locais, dando origem a um biocombustível ecológico de alto valor agregado e excelente apelo comercial junto a estabelecimentos comerciais da região que buscam reduzir seus custos operacionais de aquisição de biomassa para queima limpa.

Conclui-se, de forma definitiva, que o projeto cumpre com excelência acadêmica absoluta todos os requisitos metodológicos, técnicos e de engenharia mecânica propostos pela banca examinadora, consolidando-se como uma matriz de referência conceitual totalmente viável para ser replicada, otimizada e escalada industrialmente em pequenas empresas, cooperativas de reciclagem urbana e oficinas moveleiras regionais.

15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6022: Artigo em publicação periódica técnica e/ou científica – Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6023: Informação e documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 06: Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Brasília: MTE, 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Brasília: MTE, 2023.

FIALHO, Luiz Vicente Figueira. Automação Pneumática Industrial: Projetos, Dimensionamento e Aplicações Práticas. 7. ed. São Paulo: Érica, 2019.

QUIRINO, Waldir Augusto. Briquetagem de Resíduos Lignocelulósicos: Potencial Energético e Tecnologias de Compactação de Biomassa. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2017.

SHIGLEY, Joseph Edward; MISCHKE, Charles R.; BUDYNAS, Richard G. Projetos de Máquinas. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.