

PROJETO DE AUTOMATIZAÇÃO DE UMA FRESADORA MANUAL MANROD MR 205

João Charles Ferreira Gomes

Marco Tulio de Assis Riquette

Paulo Sérgio Martins

Centro Universitário UNA – BH. Rua dos Aimorés, 1451, Belo Horizonte - MG, Brasil. 30140-071

joão.charles@hotmail.com; marco.riquette@hotmail.com; paulo.martins@prof.una.br

Lucas Melo Queiroz Barbosa

Gustavo Henrique Nazareno Fernandes

Uni. Federal de Uberlândia, LEPU, Avenida Joao Naves de Avila, 2121, Uberlândia - MG, Brasil. 38408-100

lmqbarbosa@gmail.com; ghnfernandes@gmail.com

José Aécio Gomes de Sousa,

Uni. Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, Av. dos Pioneiros, 3131, Londrina, PR, Brasil. 86036-370

josesousa@utfpr.edu.br

Resumo. O crescimento econômico mundial vem estimulando a indústria moderna a adotar estratégias para garantir sua competitividade e sobrevivência no mercado. Visando a redução de custos, serviços de qualidade, alta produtividade e fornecimento de produtos, os processos devem ser cada vez mais eficientes para que atendam às necessidades dos clientes. Uma técnica que vem sendo muito utilizada por empresas que buscam atingir ininterruptamente resultados positivos é a melhoria contínua dos processos de fabricação. Essa prática é adotada por diversos ramos da indústria tornando-os seus resultados mais eficientes e eficazes. A automatização de uma máquina, por exemplo, terá como consequência um aumento da produtividade, uma vez que os movimentos de trabalho passam a ser precisos e constantes, contribuindo para o aumento da qualidade do produto final. O objetivo deste trabalho é otimizar e automatizar uma fresadora manual da marca Manrod, modelo MR 205 semi-industrial de fabricação brasileira. Também é descrito as vantagens da melhoria do processo de fresamento. Diante dos levantamentos realizados em máquinas similares e que atendem a massa de produção atual, percebeu-se a necessidade de adequação de suas funcionalidades para torná-la mais produtiva e eficiente nas tarefas realizadas, visto que sua originalidade contemplava componentes mecânicos de movimentos manuais. A adaptação realizada ao equipamento possibilitou um aumento na gama de materiais a serem usinados nesta máquina. A automatização dos três eixos “X”, “Y” e “Z” da máquina, por exemplo, permitiu a confecção de peças de maior complexidade geométrica que envolve ângulos compostos e necessitam de um trabalho simultâneo dos eixos, aumentando os tipos de perfis que podem ser usinados com o equipamento.

Palavras-chave: automação, produtividade, fresamento, usinagem

1. INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial as máquinas se tornaram indispensáveis nos processos de manufatura tornando os níveis de automatização mais elevados. Hoje na produção de itens de consumo, visualizamos equipamentos em boa parte das etapas do processo que vão desde a matéria-prima até o produto final. Segundo Luz e Kuiawinski (2006), a automatização tem como objetivo tornar os métodos de trabalho mais fáceis, sem a necessidade de execução manual ou intervenção humana direta, trilhando o caminho para uma atuação automática, padronizada e eficiente. Roig (2017) define automatizar processos como: “racionalizar e otimizar as atividades que geram os resultados de uma organização. Seu principal objetivo é ‘enxugar’ a produção, reduzir o trabalho e o tempo utilizado para a execução, diminuir custos e substituir tarefas manuais por aplicações de software”.

A automação alia tecnologia da informação e o gerenciamento de negócios para otimizar resultados e contribuir para o alcance de objetivos globais Roig (2017). Neste contexto, fica claro que quando implementada, ela garante, de forma geral, uma produção mais rápida, que faz com que o cliente fique mais satisfeito com o recebimento de sua mercadoria ou serviço em um prazo menor Jardim Filho (2018). A Fig. 1 apresenta os principais benefícios da automatização dos processos de fabricação.

Assim, cada vez mais organizações têm buscado a automatização de seus processos. Por outro lado, aumentam as frustrações, por não conseguirem ver na prática as mudanças que pretendiam promover por meio dessa transformação.

Isso ocorre em decorrência de alguns motivos que vão de um planejamento ineficiente até a falta de apoio da gestão (Amaral, 2017).

Na usinagem, um dos processos mais utilizados em todo o mundo na indústria metalomecânica, são vários os tipos de equipamentos e ferramentas que buscam atender um mercado cada vez mais exigente. Para que as máquinas movimentem este ciclo de produção e, conseqüentemente, a economia global, faz-se necessário contar com o pleno funcionamento destes recursos (Peinado e Graeml, 2007). O processo de fresamento é utilizado para gerar superfícies planas através da remoção progressiva de uma quantidade pré-estabelecida de material da peça de trabalho. Para esse procedimento utiliza-se uma máquina chamada fresadora que, através do seu movimento circular contínuo, remove o cavaco por meio de uma ferramenta chamada fresa (Dormer, 2013).

O objetivo deste trabalho é otimizar e automatizar fresadora manual da marca Manrod, modelo MR 205 semi-industrial de fabricação brasileira. Ao longo do trabalho também é descrito as vantagens da melhoria do processo de fresamento. Diante dos levantamentos realizados em máquinas similares e que atendem a massa de produção atual, percebeu-se a necessidade de adequação de suas funcionalidades para torná-la mais produtiva e eficiente nas tarefas realizadas, visto que sua originalidade contemplava componentes mecânicos de movimentos manuais.

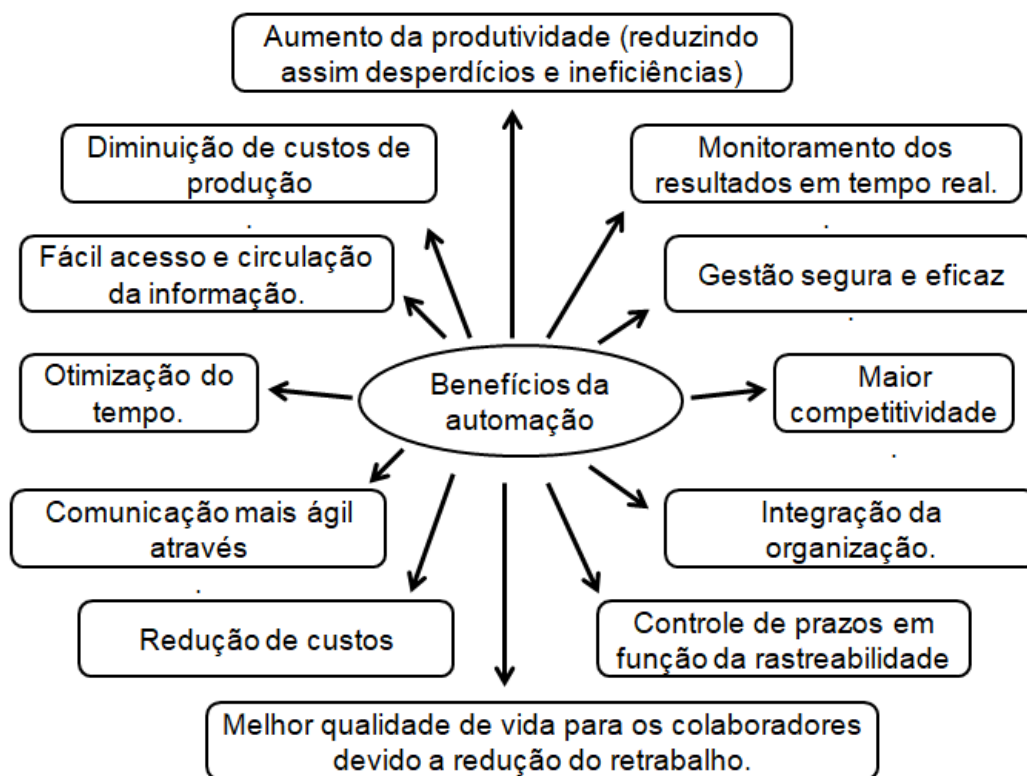


Figura 1 - Principais benefícios da automatização dos processos de fabricação

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O equipamento utilizado neste trabalho foi uma fresadora manual Manrod MR 205, disponível no laboratório de usinagem do Centro Universitário UNA. O estado que se encontrava o equipamento antes da aplicação de melhorias não o promovia de realizar qualquer tarefa de usinagem, desta forma foi necessário a melhoria através da automatização desta máquina com o intuito de extrair o máximo rendimento, além de proporcionar maior produtividade e comodidade de operacionalização.

Com base nos problemas observados deste equipamento, teve como início a busca das causas que o tornara inoperante. Para compreender todos os pontos fracos que existiam na máquina empregou-se, então, o diagrama de Ishikawa (Fig. 2), onde é apresentado alguns fatores da causa e efeito da falta de operacionalidade da fresadora.

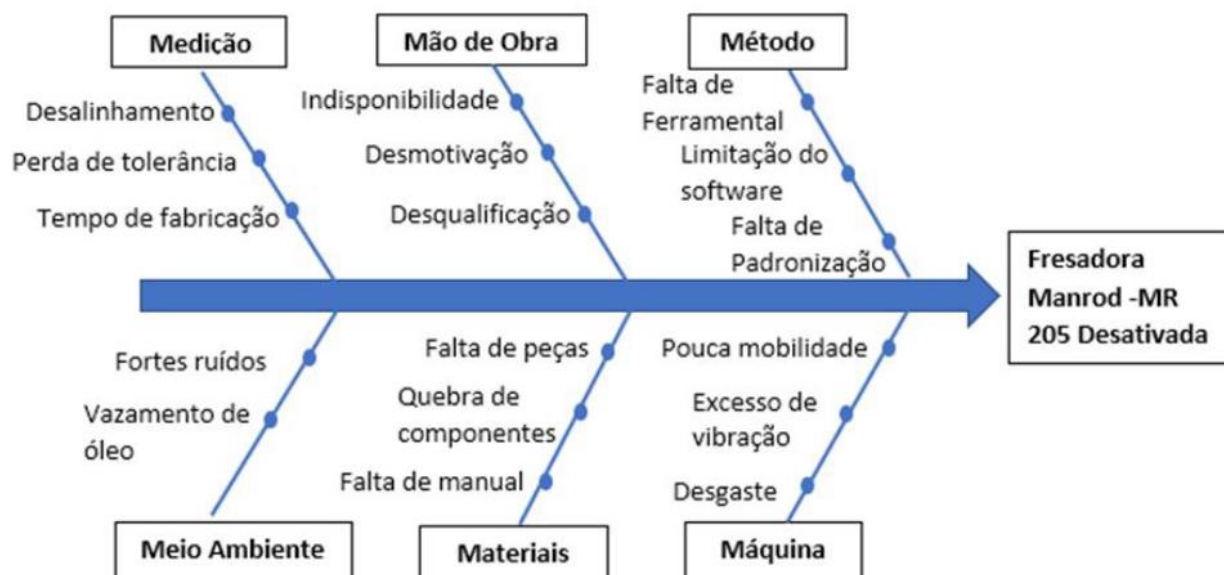


Figura 2 - Diagrama de Ishikawa para a fresadora Manrod MR 205

A fim de correlacionar os problemas apresentados no diagrama de causa e efeito (Fig. 2) foi utilizado a matriz de gravidade, urgência e tendência (Tab. 1) de modo a auxiliar na priorização dos problemas encontrados durante o planejamento da intervenção técnica no equipamento.

A lista de impactos está diretamente relacionada a cada problema apontado na matriz de gravidade, urgência e tendência. Desta forma, possibilitou ordenar as ações corretivas pela sequência da severidade que cada impactos causa nas condições de usinagem da fresadora (Tab. 2).

Tabela 1 - Matriz de gravidade, urgência e tendência da fresadora Manrod MR 205

Ranking de prioridade	Problemas encontrados durante a automatização da fresadora Mandrod-205				
	Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
3º	Unidade controladora e processadora fixa no equipamento sujeita as fontes de contaminação do processo	4	3	5	12
2º	Fuso comum de baixa precisão e performance impactando na qualidade da peça produzida	5	4	5	14
5º	Software com linguagem avançada, não sendo didático e restrito a operação	3	2	3	8
1º	Eixos 'X', 'Y' e 'Z' com movimentos mecânicos, limitando a operacionalidade da máquina	5	5	5	15
4º	Diferença de acoplamento das castanhas trapezoidais na mesa devido ao modelo original do equipamento	5	4	1	10
6º	Alteração do layout e dimensão do cabeamento elétrico do equipamento	3	1	2	6

Tabela 2 – Ordem crescente de severidade da fresadora Manrod MR 205

Classificação	Lista de impactos dos problemas apresentados
1	O movimento mecânico dos eixos limitam os movimentos da fresadora a apenas dois eixos
2	Maiores chances de gerar retrabalhos e refugos durante o processo de usinagem da peça
3	Risco da unidade controladora sofrer algum dano as fontes de contaminações inerentes ao processos de fresamento e complexidade de acesso a manutenção por está fixada na estrutura do equipamento
4	Necessidade de reconfigurar encaixe da rosca fixa na estrutura da mesa de movimentação da fresadora
5	A interface utilizada não contém uma instrução para direcionamento dos comandos

6	O layout atual da elétrica não favorece a implementação de mais equipamentos eletrônicos sendo necessário remodelar as disposições dos cabos
---	--

Como já havia sido comentado no início deste trabalho a fresadora estudada é um modelo antigo e de funcionamento simples. A mesa de trabalho desta máquina, por exemplo, já possuiu dois volantes manuais que dependiam exclusivamente do operador para realizar os movimentos necessários à execução do processo de usinagem. Por terem posição fixa, esses volantes geravam incômodo a um operador de maior estatura que, para utilizá-los, permaneceria durante longos períodos em uma posição desconfortável sobre o equipamento.

Para exemplificar a disposição do operador sobre o equipamento, foi realizado testes com dois operadores de diferentes estaturas. O primeiro teste foi realizado com um operador de aproximadamente 1,61 m e o segundo com 1,83 m de altura. A Fig. 3 apresenta a ergonomia operacional dos dois operadores.

O desenvolvimento de um bom trabalho depende constantemente da harmonia aplicada ao trabalhador, equipamentos e locais adequados para realização das tarefas. Contudo essa junção de fatores integrados a rotina diária irá contribuir para um melhor desempenho das atividades e um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Melhorar as condições de trabalho a partir da análise que é realizada frequentemente pelo operador é um objetivo básico da ergonomia (LOPES, 2004). A Tab. 3 apresenta a comparação da fresadora antes e após a automatização.

Tabela 3 – Comparação fresadora manual x fresadora automatizada

Operador x Equipamento	Ergonomia	Produtividade	Layout	Segurança
Fresadora manual	2	2	4	1
Fresadora automatizada	5	4	3	3

Legenda: (1) Péssimo; (2) Ruim; (3) Regular; (4) Bom; (5) Ótimo

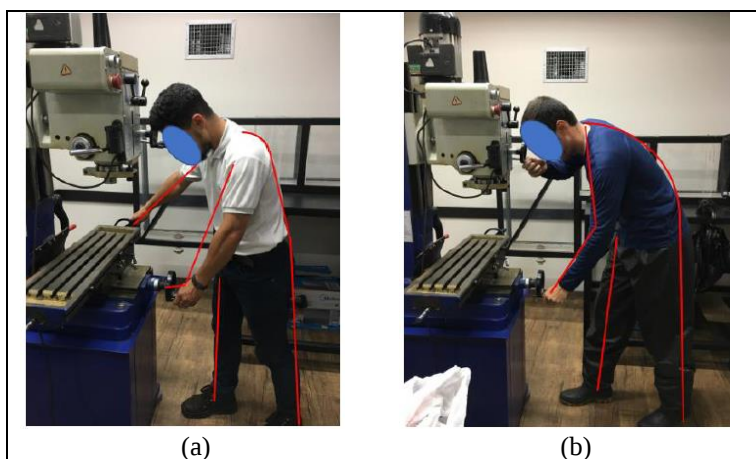


Figura 3 – Ergonomia operacional: (a) operador com 1,61 m de altura; (b) operador com 1,83 m de altura

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises de fatores relevantes aos processos contribuíram para impulsionar a ideia que a adequação deste equipamento favorece para que o mesmo se torne mais seguro e confortável. Em seguida são descritas as melhorias realizadas a fim de aprimorar o entendimento dos problemas já existentes no equipamento. A Fig. 4 apresenta a melhoria realizada na mesa do equipamento e que possibilitou o ponto inicial do processo de automação.

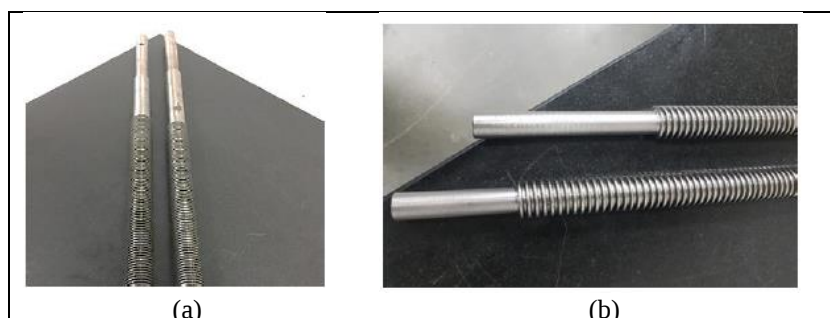


Figura 4 – Melhoria no fuso da fresadora: (a) fuso métrico ($\Phi = 28$ mm); (b) fuso trapezoidal ($\Phi = 28$ mm)

Em seguida a equipe de pesquisadores decidiu implementar sensores de fim de curso (Figura 5) com o objetivo de eliminar o erro de paralaxe gerado com o referenciamento manual da peça em relação ao plano de corte.

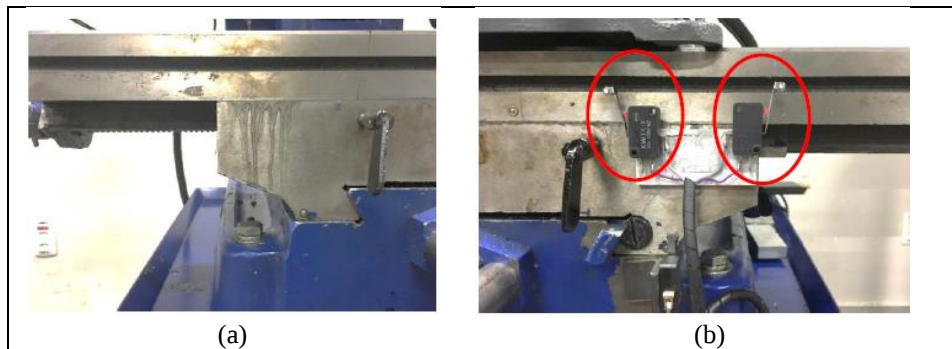


Figura 5 – Implementação do fim de curso nos eixos: (a) antes; (b) depois

Também foram implementados motores de passo para possibilitar o trabalho simultâneo dos eixos e criação de geometrias complexas de corte (Fig. 6).

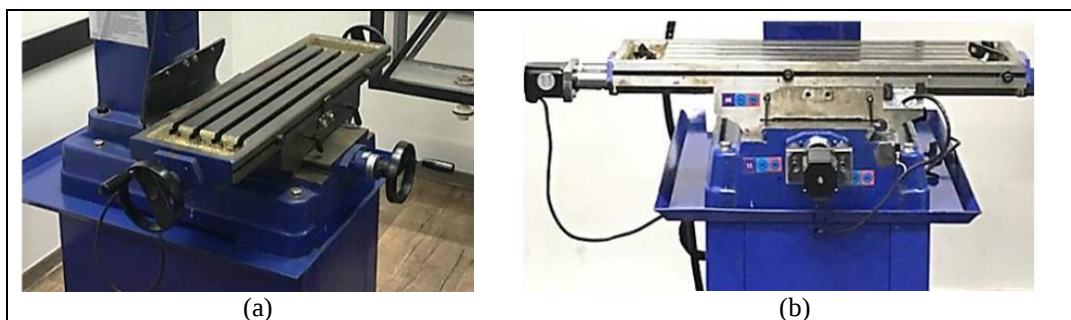


Figura 6 – Implementação dos motores de passo nos eixos: (a) antes; (b) depois

A adaptação realizada ao equipamento, devido sua grande contribuição para a melhoria das condições de usinagem da fresadora Manrod MR 205 possibilitou um aumento a gama de materiais a serem usinados nesta máquina. A automatização dos três eixos “X”, “Y” e “Z” da máquina, por exemplo, permitiu a confecção de peças de maior complexidade geométrica que envolve ângulos compostos e necessitam de um trabalho simultâneo dos eixos, aumentando os tipos de perfis que podem ser usinados com o equipamento. A Fig. 7 apresenta a comparação da evolução do equipamento:

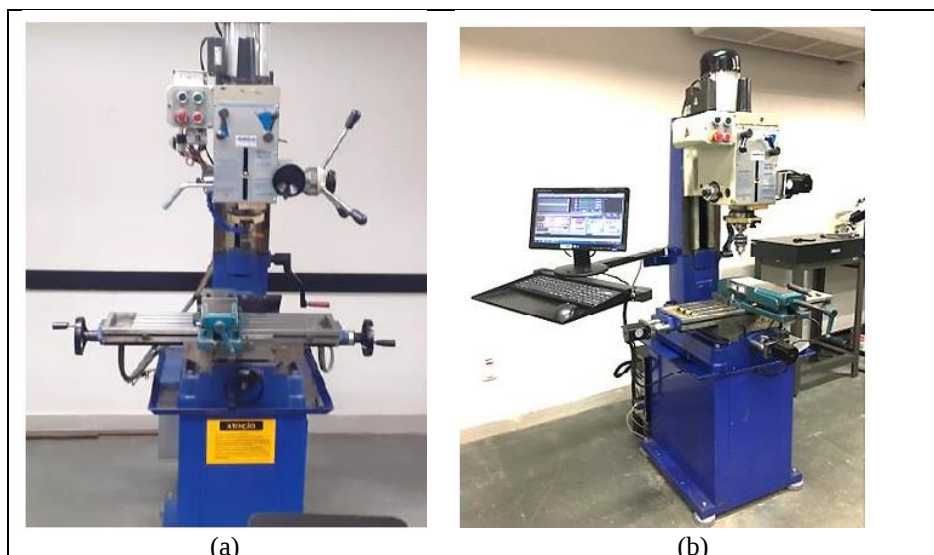


Figura 7 – Evolução da fresadora Manrod MR 205: (a) antes; (b) depois

O comando numérico computadorizado e as demais adaptações realizadas na fresadora fornecem uma série de vantagens quando comparado ao processo anterior de usinagem convencional da máquina. A Tab. 4 apresenta as principais vantagem e desvantagem da automatização da fresadora Manrod MR 205.

Tabela 4 - Vantagem e desvantagem da automatização da fresadora Manrod MR 205

Vantagem	Desvantagem
- Aumento na produtividade; - Ganho de qualidade na peça acabada; - Facilidade de programação e controle de produção; - Redução de custos e retrabalho; - Maior opção de ferramentas; - Alta versatilidade de operadores; - Aumento do controle em operações complexas; - Possibilidade de simulações de usinagem; - Aumento da repetitividade das peças; - Maior segurança do operador	- Maiores custos de aquisição da máquina; - Mão de obra qualificada para manutenção e programação; - Maior atenção às manutenções

Com a inclusão do sistema de automatização da máquina tornou-se possível realizar testes livres com e sem retirada de material em peças a fim de monitorar a velocidade de corte, o avanço de corte e o alinhamento dos eixos. Os testes iniciais de usinagem foram realizados em materiais de PVC, alumínio e aços de baixo teor de carbono. Para isso, foi utilizada uma simulação de uma produção real em peças feitas de alumínio nas dimensões de 100 x 100 x 19 mm com cinco pontos de furação, conforme a Fig. 8.

A Tab. 5 apresenta o tempo de produção de cada corpo de prova no período de 22 dias em dois turnos de trabalho (manhã e noite) de 4 horas cada. Durante o período de testes, foram extraídas do processo 10 falhas, totalizando um tempo de 5760 minutos de perda no processo.

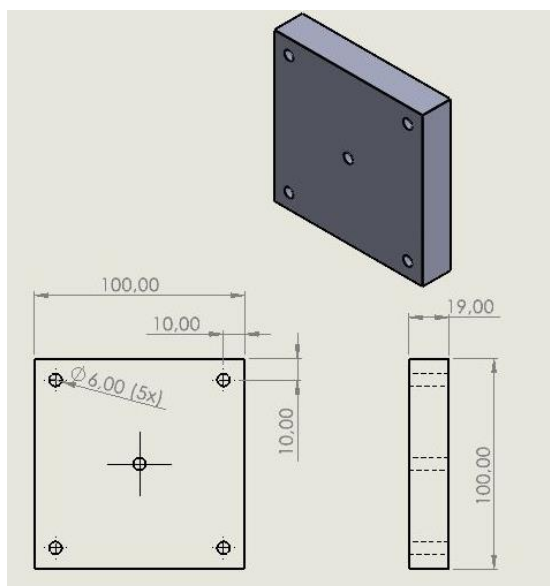


Figura 8 – Corpo de prova utilizado para a simulação da usinagem

Tabela 5 – Dados de produção dos testes realizados

Dados de produção				
Equipamento	Tempo de usinagem	Peças/horas	Tempo de ciclo	Setup
Fresadora Manrod MR 205	10560 min	40	90 s	20 min

3. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e a Fundação Araucária, da Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná, pelo apoio à pesquisa.

4. REFERÊNCIAS

- Amaral, B., 2017, “10 principais erros cometidos na automatização de processos”, acesso em 18 de novembro de 2018, disponível em SML Brasil: <https://blog.smlbrasil.com.br/2017/11/09/10-principais-erros-cometidos-na-automatizacao-de-processos/>;
- Dormer, 2013, “Apostila do processo de usinagem por Fresamento”, Disponível em: http://www.industriahoje.com.br/wp-content/uploads/downloads/2013/04/tabela_fresamento_dormer.pdf. Acesso em 06 out. 2019;
- Jardim Filho, N. M., 2018 “Melhoria e automatização de processos benefícios para organização”, Monografia do curso de engenharia mecânica, Universidade Candido Mendes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil;
- Lopes, P. R., 2004, “Aplicação do ambiente simulado na resolução de problemas ergonômicos em postos de trabalho industrial”, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR;
- Luz, G. B.; Kuiawinski, D. L., 2006, “Mecanização, autonomia e automação – Uma revisão conceitual e crítica”, Seminário de Engenharia de Produção - SIMPEP. Bauru – SP;
- Peinado, J.; Graeml, A. R., 2007, “Administração da produção: operações industriais e de serviços”, Centro Universitário Positivo. Curitiba – PR;
- Roig, M., 2017, “7 benefícios da automação de processos”, acesso em 18 de novembro de 2018, disponível em: <http://www.administradores.com.br/noticias/negocios/7-beneficios-da-automacao-de-processos/120576/>;

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

AUTOMATION PROJECT A MANROD MR 205 MANUAL MILLING MACHINE

João Charles Ferreira Gomes

Marco Tulio de Assis Riquette

Paulo Sérgio Martins

Centro Universitário UNA – BH 1451 Aimores Street, Belo Horizonte - MG, Brazil. 30140-071

joao.charles@hotmail.com; marco.riquette@hotmail.com; paulo.martins@prof.una.br

Lucas Melo Queiroz Barbosa

Gustavo Henrique Nazareno Fernandes

Univ. Federal de Uberlândia, LEPU, 2121 Joao Naves de Avila avenue, Uberlândia - MG, Brazil. 38408-100

lmqbarbosa@gmail.com; glnfernandes@gmail.com

José Aécio Gomes de Sousa,

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, Av. dos Pioneiros, 3131, Londrina, PR, 86036-370, Brasil;

josesousa@utfpr.edu.br

Abstract. The world economic growth has been stimulating the modern industry to adopt strategies to guarantee its competitiveness and survival in the market. To reduce costs, quality services, high productivity, and supply of products, the processes must be increasingly efficient to meet customers' needs. A technique that has been widely used by companies that seek to achieve positive results continuously is the continuous improvement of manufacturing processes. This practice is adopted by several branches of the industry, making their results more efficient and effective. The automation of a machine, for example, will increase productivity since the work movements become precise and constant, contributing to increasing the quality of the final product. This work aims to optimize and automate a manual milling machine of the brand Manrod, model MR 205 semi-industrial of Brazilian manufacture. The advantages of improving the milling process are also described. Given the surveys carried out on similar machines that meet the current mass of production, there was a need to adapt its functionalities to make it more productive and efficient in the tasks performed since its originality included mechanical components of manual movements. The equipment enabled an increase in the range of materials machined on this machine. The automation of the three axes "X," "Y," and "Z" of the machine, for example, allowed the manufacture of pieces of greater geometric complexity that involve compound angles and require simultaneous work of the axes, increasing the types of profiles that can be machined with the equipment.

Keywords: automation, productivity, milling, machining