

UTILIZAÇÃO DO PLASMA PARA CORTE NA INDÚSTRIA

Glaucio Rodrigues Vicente¹
Matheus Silva de Souza¹
Rafael Nascimento Lopes²
Vitor Iotte Medeiros³
Aldo Falconi Filho⁴

rafaelnl@id.uff.br

ÁREA DE CONHECIMENTO: Engenharias

RESUMO

O processo de fabricação de peças, teve várias atualizações ao longo dos anos. Em uma dessas surgiram as máquinas cnc as quais são utilizadas para corte de chapas de diferentes materiais. No presente trabalho, foi abordado o corte a plasma, o qual para estudo foi realizado cortes em aço 1020, com a máquina Usimak da fabricante Metalique e uma fonte Powermax 105, em diferentes espessuras e com auxílio de instrumentos de medição, visando avaliar a variação das medidas internas dos furos produzidos na peça. Iremos analisar os resultados obtidos para avaliar a produtividade e a qualidade num cenário produtivo industrial.

PALAVRAS-CHAVE: revolução industrial; corte de aço; cnc; plasma; produtividade.

INTRODUÇÃO

Revolução Industrial, uso de máquinas para substituir o homem e o fim do trabalho. Desde o século XVIII, assuntos como esses assustaram e continuam a assustar as pessoas, por causa das mudanças advindas do avanço tecnológico e que transformam profundamente nossa forma de viver. Nos últimos anos, as alterações

¹ Acadêmicos do 10º período do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX TR.

² Graduado em Engenharia Mecânica-UFF, Pós-graduado em MBA Gerenciamentos de projetos-USP, Professor da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX TR.

³ Licenciado em Química – UFJF, Mestre em Educação Química – UFJF, Professor da Faculdade Vértice Trirriense – UNIVÉRTIX TR.

⁴ Graduado em Engenharia Mecânica – UCP, Mestre em Termociências PUC-RJ, Professor da Faculdade Vértice Trirriense – UNIVÉRTIX TR.

que têm trazido novos paradigmas têm sido da Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0 (GARCIA, 2020).

Quando se fala em processos de corte na área industrial é comum serem citadas máquinas de cisalhamentos, que cortam metal através da força, como exemplo a guilhotina industrial. A fim de melhorar e facilitar os processos, com o tempo, essas máquinas acabaram se tornando obsoletas, não por sua ineficácia, mas por suas limitações, como exemplo peças raiadas.

Com o intuito de acompanhar as revoluções tecnológicas da década de 1950 foi criado um processo de corte eficiente e inovador. O qual era capaz de cortar qualquer metal condutor de eletricidade e principalmente os metais não ferrosos os quais não contêm ferro como seu metal de base que até então não podiam ser cortados pelo processo de oxi-corte, processo semelhante ao plasma comumente utilizado na época (LIMA, 2008).

Segundo Lima (2006) o plasma com oxigênio se tornou viável em 1983. Com o passar dos anos o processo foi se desenvolvendo, melhorias foram feitas a fim de aumentar a vida útil dos consumíveis, bico e eletrodo que eram um dos fatores que faziam o processo se tornar caro.

São instaladas sequências lógicas automatizando o processo, corrigindo ajustes de corrente, vazão e pressão de gás. Se tornando assim referência em relação a cortes de metais.

As máquinas de corte térmico CNC são capazes de revolucionar a indústria e a cada dia surgem novas aplicações. Soluções integradas, automação e troca de dados em tempo real permitem o controle sobre um dos mais valiosos ativos de uma empresa moderna, a informação. Além disso, desponta a 4ª Revolução Industrial (Indústria 4.0), caracterizada pela união de tecnologias que permitem a fusão entre o mundo físico, digital e biológico.

Atualmente existem diferentes fabricantes de máquinas de corte a plasma, tendo suas semelhanças em relação ao processo e suas diferenças em design e tecnologia. Este estudo visa explicar e exemplificar o corte a plasma e o corte a laser,

a fim de entender qual processo atende melhor as demandas da indústria. Tendo em consideração, tempo, qualidade, custos envolvidos nos processos.

OBJETIVO

Este estudo busca compreender as potencialidades e desafios do corte a plasma, por meio de um estudo no qual foi levado em consideração, o tempo de corte, qualidade do processo e custos operacionais.

Como objetivos específicos buscaremos: Explicar o processo de corte a plasma; Definir os parâmetros de corte para aço 1020; Realizar testes com corpos de prova; Analisar qualidade, produtividade e custos;

JUSTIFICATIVA

Explicar os processos de corte a plasma através de uma pesquisa bibliográfica, definindo seus parâmetros de corte, funcionamento das máquinas, tipos de fonte. De modo que, uma empresa de pequeno e médio porte possa estudar a viabilidade da utilização do mesmo em seus processos industriais.

REFERÊNCIAL TEORICO

HISTÓRIA DO PROCESSO

Segundo Joaquim e Ramalho (1996), em 1950, quando cientistas do Laboratório de Soldagem Union Carbide acabaram em testes de processos aprimorados, a indústria implantou o processo de soldagem TIG (*Tungsten Inert Gas*) para aplicações que precisavam ser utilizadas em materiais considerados nobres. Com melhor qualidade visual e estrutural. Reduzindo o diâmetro do bico guia de gás da tocha TIG, verificou-se que essa redução estreita o arco, resultando em aumento da velocidade do gás e geração de calor pelo efeito Joule. Constatou-se, portanto, que ao invés de soldar o metal, acontecia o contrário, que além da força do gás

ionizado removendo a poça fundida em alta velocidade, a temperatura e a tensão do arco aumentavam exponencialmente e o metal era cortado.

No início do uso do comando numérico na usinagem, letras e números foram codificados eram reproduzidos em cartões perfurados. Eles eram eletronicamente gravados em fitas magnéticas (AZEVEDO, 2017). O controle numérico computadorizado é uma evolução do comando numérico, nesta evolução consta a substituição do controle por hardware para controle por software (MARCIANO, 2017).

Com o aprimoramento do comando numérico, a eficiência do processo de usinagem por fresamento e torneamento tornaram-se mais eficazes. O comando numérico computadorizado, que controla os movimentos da máquina, é um sistema integrado a máquina (MARCIANO, 2017).

PLASMA

Lima (2006, p.18) descreve o processo de corte a plasma como "utilização do calor liberado por uma coluna de plasma, resultante do aquecimento – por meio de um arco elétrico - de um gás, em alta vazão rotacional.". Essa substância é transferida para o metal a ser cortado, derretendo a parte do metal que está em contato com o plasma, e ao injetar algum gás de alto fluxo, o metal líquido é expelido da poça de fusão.

Segundo Schimidt (2003) os metais que são cortados pelo plasma não precisam ser pré-aquecidos; somente pequenas áreas das peças são afetadas pelo calor do corte; as máquinas que utilizam o arco plasma podem ser portáteis.

De acordo com Gordo (2006) princípio da ação de corte é derreter o metal base sob a ação do metal. Feixe de plasma gerado pela descarga entre ânodo e cátodo. O cátodo passa por um meio gasoso, o meio gasoso é geralmente ar comprimido, mas pode ser um gás inerte ou reativo. escória é removido por jato de ar comprimido. De acordo com a composição do aço, é uma tecnologia econômica para espessuras de

~1,5mm a ~25mm com a precisão de corte é de cerca de 0,8 a 1,5 mm com uma tolerância de cerca de 0,5 mm.

Durante o processo de ionização, os gases se tornam condutores de eletricidade, dando origem ao estado do plasma, sendo o gás eletricamente condutor e ionizado (COSTA, 2018).

O processo de corte a plasma utiliza um gás ionizado formado por uma fonte de energia que cria um arco elétrico quando em contato com o gás. Esse fenômeno ocorre em maçaricos de soldagem como resultado de uma descarga de energia que é direcionada aos eletrodos para gerar uma faísca que excita o gás e forma um arco de plasma. Assim, o arco é conduzido a um pequeno ducto localizado ao centro do bico, culminando na maior concentração de energia, que possibilita o corte e/ou a fundição de materiais metálicos (SOUZA, 2016).

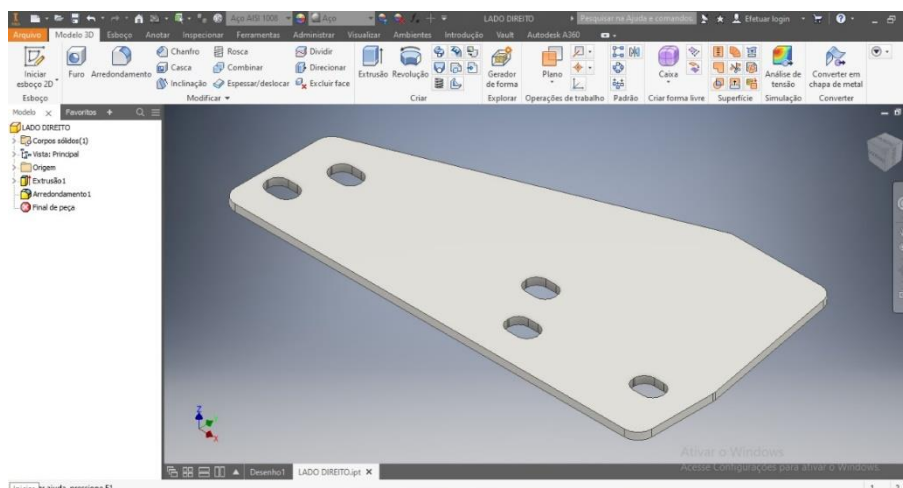
METODOLOGIA

Segundo Gil (2008), de maneira generalizada, um experimento é a melhor representatividade de uma pesquisa científica, e inclui a determinação do objeto de pesquisa, a seleção de variáveis que podem afetá-lo a definição da forma de controle e a observação do impacto de variáveis no objeto de estudo.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, utilizamos como objeto, peças programadas e fabricadas nos processos citados anteriormente, em diferentes espessuras, visando entender melhor quais as vantagens e desvantagens de cada equipamento.

O software utilizado para a parte de desenho da peça, foi o Inventor da Autodesk, que nos permite, desenhar peças em 2 e 3D e tem boa comunicação com os softwares de programação.

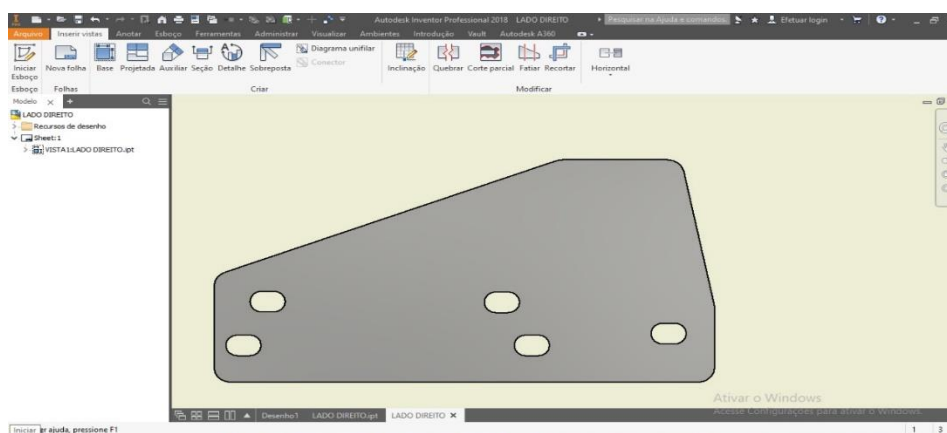
Figura 1: Interface Autodesk Inventor Profissional 2018 3D



Fonte: Autoria Própria

As máquinas de corte a plasma trabalham em três eixos, X, Y, Z. Visto que que o eixo Z é somente a correção de altura da tocha enquanto há movimentação nos outros eixos, dando formato a peça. Sendo assim, é possível entender, que neste processo o Z da peça é a espessura das chapas escolhidas para se trabalhar. Antes de ser iniciada a programação, as peças devem estar no formato 2D, para o software responsável por programação, reconheça a peça.

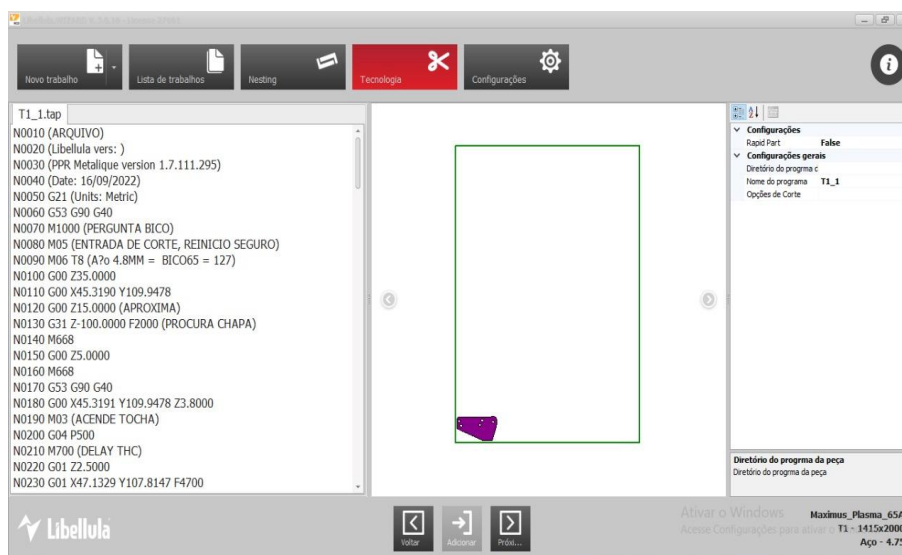
Figura 2: Interface Autodesk Inventor Profissional 2018 2D



Fonte: Autoria Própria

Após o desenho finalizado, foi utilizado o Software de Programação chamado Libellula Wizard, responsável, por gerar o código G o qual a máquina de corte a plasma irá seguir, este programa tem como função aplicar padrões de corte, espessuras de chapas, velocidade, responsável por gerar relatórios de trabalho, visando entender quanto tempo dura o corte e qual o gasto em relação ao material utilizado e desperdiçado, após ser alimentado com os dados necessários.

Figura 3: Libellula Wizard V 3



Fonte: Autoria Própria

O programa responsável por ler e efetuar o corte foi o Metalique 3.0 numa Usimak 2020 da fabricante Metalique CNC, com o auxílio de uma fonte Powermaxx 105A da fabricante Hypherterm.

Para tolerância dos furos, foi utilizado ABNT NBR 6158 (Sistema de tolerâncias e ajustes) para definir as tolerâncias do furo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para realizar o estudo deste trabalho foi desenvolvido uma peça, com cinco furos internos com as seguintes dimensões, 24 x 16 mm com espessura de 4,75 mm para o primeiro corte e espessura de 8 mm para o segundo. Na tabela 1 temos os parâmetros utilizados para a execução do corte.

Tabela 1: Parâmetros de corte

Espessura	Altura da perfuração inicial	Tempo de perfuração	Velocidade do corte	Tensão
mm	mm	segundos	mm/min	V
4,75	5	0,5	4250	118
8	5	0,5	1620	123

Fonte: Adaptado do Powermax 105 manual do operador

Ambos cortes, foram utilizados bico de 65 A e eletrodo 105 A, conjunto de consumíveis recomendado pelo fabricante da máquina a qual corte foi realizado. Na figura abaixo pode se observar o conjunto de consumeis já descritos do lado esquerdo. Ao lado direito estão a capa, na cor preta e o bocal de cobre, que são suportes para utilização dos consumíveis.

Figura 4: Consumíveis, Bocal e Capa



Fonte: Autoria Própria

Foram detectadas variações consideráveis, quando se compara a peça projetada inicialmente com o corte realizado. Os furos internos tiveram a variação média de -0,5 mm a 1 mm, tendo como valor negativo o furo menor que o esperado.

Em relação ao tempo de corte, foi observado uma diferença considerável entre as espessuras analisadas. O corte na espessura de 4,75 mm apresentou 36 segundos de corte, enquanto o corte na espessura de 8 mm apresentou 54 segundos. As duas espessuras de chapas apresentaram ondulações nas extremidades do corte e rugosidade na superfície.

Tendo em vista as dimensões de corte obtidas e o tempo realizado para o corte, pode-se afirmar que em uma hora de produção seriam obtidas 100 peças na espessura de chapa 4,75 mm por hora. Para o corte na chapa de 8 mm seriam obtidas um total de 65 peças por hora. O custo do conjunto bico e eletrodo no varejo é em média R\$ 35,00, com a durabilidade de até 3 horas de trabalho. Ao adotar o valor da hm em R\$ 25,00 somado ao valor dos consumíveis observa-se.

Tabela 2: Tabela de custo

Espessura	Quantidade/ hora	Custo/peça	Valor/hora
mm	unid	R\$	R\$
4,75	100	0,55	55,00
8	65	0,84	54,60

Fonte: Autoria Própria

Em um processo produtivo o qual fosse necessário entregar 1000 peças, na chapa de 4,75 mm o pedido seria fabricado em 10 horas trabalhadas. Enquanto na chapa de 8 mm demandaria 15 horas. O processo na chapa de 8 mm necessita de 50% a mais de horas em comparação a esp de 4,75.

CONCLUSÃO

Após análise dos dados obtidos conclui-se que o processo de corte a plasma, apresenta um ótimo rendimento produtivo visto o número de peças que podem ser produzidas em uma hora de trabalho, possuindo um bom acabamento na peça e tendo um ótimo custo-benefício.

Sendo assim um processo muito viável para se implantar em uma empresa de baixo e médio porte. Por apresentar boas características em diferentes espessuras de materiais. Ou seja, um processo flexível, visto que pode atender diferentes demandas. Tendo lucratividade seguindo os parâmetros de corte do software e respeitando tempo de processo.

REFERÊNCIAS

ABNT, N. 6. (1995). Sistema de tolerancias e ajustes. ABNT.

AZEVEDO, A. L. (2017). Os primórdios so controle numerico .

COSTA, K. R. (2018). Projeto de uma fonte de corrente para máquinas de corte a plasma baseado no conversor CC-CC meia ponte. (M. (-U. Ceará, Ed.) Fortaleza.

GARCIA., S. (2020.). Gestão 4.0 em tempos de disrupção. São Paulo.: Edgar Blücher Ltda.

GIL, A. C. (2008). Métodos e técnicas de pesquisa social (6 ed.). São Paulo: Editora Atlas.

GORDO, J., CARVALHO, I., & SOARES., C. G. (2006). Potencialidades de Processos Tecnológicos Avançados de Corte e União de Aço em Reparação Naval. Lisboa: Edições Salamandra.

JOAQUIM, R., & RAMALHO, J. (1996). Plasma. São Paulo: Revista infosolda.

LIMA, Erasmo *et al.* A Evolução do Plasma. 2008. Siderurgia Brasil — Edição 56.

LIMA, E. (2006). Corte a plasma. Associação Brasileira de Soldagem. Acesso em 12 de junho de 2022

MARCIANO, J. P. (2017). Introdução ao controle numerico.

SCHIMIDT, B. (2003). Plasma Arc Cutting Machine Selection and Techiques (Vol. 82).

SOUZA, Rafael Henrique de. **Redução do tempo de setup**: uma proposta de melhoria aplicada a uma empresa do setor metal mecânico. Orientador: Prof. Msc. Fernanda Cavicchioli Zola. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.