

# PARÂMETROS DO CORTE PLASMA PARA SEREM ADAPTADOS AO MANIPULADOR ROBOTICO PNEUMATICO<sup>1</sup>

*Genaro Marcial Mamani. Gilapa<sup>2</sup>  
Antonio Carlos Valdiero<sup>3</sup>  
Pedro Luís Andrighetto<sup>4</sup>  
Cristiano Cardoso Locatelli<sup>5</sup>  
Jônatas Vieira Carpes<sup>5</sup>*

## **Resumo**

O presente trabalho tem como objetivos definir os parâmetros de corte plasma utilizando uma fonte de corte manual que será adaptado a um manipulador robótico acionado pneumáticamente. Os parâmetro definidos são a velocidade de corte e stand-off. Para tanto foram realizados diversos ensaios, com o auxílio de um sistema de avanço automático. A análise da qualidade do corte foi realizada através de análise macrográfica onde foi avaliada a largura do corte, a ZAC (zona afetada por calor) e a angularidade do corte. Foram feitas as medições do tempo de energização da tocha de corte, início de formação do arco elétrico, início do processo de corte, dados estes utilizados na programação do manipulador robótico.

**Palavras-chave:** Corte a plasma; Manipulador robótico.

## **PLASMA ARC CUTTING PARAMETERS FOR ADAPTING TO PNEUMATIC ROBOT MANIPULATOR**

## **Abstract**

The present work define same parameters of plasma cutting using a portable plasma cutters that will be adapted to pneumatic robotic manipulator. The plasma cutting parameters are the cutting speed and stand-off. this were carried out test using a mechanized system. The analysis of the quality of the cut was carried out through metallographic analyzes, where was evaluated the kerf width, heat affected zone and to bevel angle of the cut. It were made measures of the start of arch and time of cut and this dates will be used for programming the robotic manipulator.

**Key words:** Plasma cutting; Robotic manipulator.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

<sup>2</sup> *Engenheiro Metalúrgico e Doutor em Engenharia Metalúrgica, professor da UNIJUÍ*

<sup>3</sup> *Engenheiro Mecânico e Doutor em Engenharia Mecânica, professor da UNIJUÍ*

<sup>4</sup> *Engenheiro Mecânico e Mestre em Engenharia Mecânica, professor da UNIJUÍ*

<sup>5</sup> *Acadêmico do curso de engenharia mecânica*

## 1 INTRODUÇÃO

Devido a necessidade da melhora contínua nos processos de corte, resolveu-se adaptar o equipamento manual de corte a plasma, ao manipulador robótico acionado pneumáticamente como uma forma de melhorar a qualidade do corte a plasma e diminuir a exposição do operador.

Foram realizado diversos cortes alterando os parâmetros de velocidade de corte e stand-off (distância entre o bico de corte e a chapa a ser cortada). Com isso foi possível comparar qual corte apresenta a melhor qualidade, em função da sua angularidade, largura de corte e ZAC, observando-se tanto a margem direita quanto a margem esquerda. As análises foram realizadas através de uma metalografia dos corpos de prova.

A partir da comparação dos resultados das análises foi definido a velocidade de corte e o stand-off considerados ideais para o equipamento. Tendo os parâmetros, foi realizado o corte utilizando o manipulador robótico acionado pneumáticamente para verificar se de fato obtêm-se a mesma qualidade de corte.

## 2 CORTE A PLASMA

O corte a plasma segundo Lima<sup>(1)</sup> surgiu na metade da década de 50 a partir de uma evolução do processo de soldagem GTAW onde o arco elétrico sofre constrição, formando a coluna de plasma que funde a peça, e o jato desse gás, altamente ionizado, remove o material por arraste. Os eletrodos mais utilizados são o de tungstênio, para gases inertes e eletrodos de háfnio ou ligados quando é utilizado o ar comprimido.

Sua facilidade de mecanização popularizou muito o seu processo de corte, tornando-o acessível às pequenas e médias empresas. Com o passar dos anos, segundo Souza,<sup>(2)</sup> tem substituído gradativamente os processos de corte por laser, em chapas finas ou metais não ferrosos, e oxi-corte, em chapas de maior espessura. Os equipamentos utilizados no corte a plasma são basicamente os mesmo utilizados na solda a plasma. Os equipamentos consistem em uma fonte de energia, uma tocha de corte e fonte de gases e água. Apresentam uma tensão em vazio maior que a da soldagem, sendo em média de 120V a 400V. A corrente pode varia de 17A à 1000A.

### 2.1 Principais Parâmetros do Corte a Plasma

Os principais parâmetros no corte a plasma são a intensidade da corrente, a tensão, o stand off(distância entre o bico de corte e a peça), a velocidade de corte e a vazão e o tipo de gás de orifício utilizado.

Com a correta combinação, segundo Machado,<sup>(3)</sup> da potência do arco e velocidade do corte, para um dado tipo e espessura de material, a coluna do plasma penetra completamente no mesmo. Os parâmetros ótimos dependem do equilíbrio entre a quantidade de calor necessária para fundir e evaporar um volume de metal e aquele cortado por unidade de tempo. Alguns dos efeitos do corte plasma podem ser verificados utilizando a equação a seguir:

$$f.l.U = e. \rho.l.\Delta Q.V$$

onde:

f – fator de utilização da potência disponível (adimensional e geralmente igual a 0,4);  
I – intensidade da corrente elétrica (ampéres);  
U – Tensão (volts);  
e – espessura do material a ser cortado(mm);  
 $\rho$  – massa específica( $g/mm^3$ );  
l – largura média do corte(mm);  
 $\Delta Q$  – quantidade de calor gasta numa unidade de massa removida(J/g);  
V – velocidade de corte (mm/s);

### 3 MANIPULADOR ROBÓTICO

O manipulador robótico acionado pneumaticamente, segundo Weidle,<sup>(4)</sup> consiste num braço mecânico com 2 graus de liberdade. O equipamento presente na universidade é composto de 3 elos e 2 juntas. Seu acionamento é realizado por um sistema pneumático em uma rede de pressão de 6 bar.

O sistema é acionado através de uma “servoválvula” a partir de um sinal de tensão enviado pelo sistema de controle que irá determinar o recuo ou avanço do atuador pneumático. O transdutor de pressão é responsável pelo controle da pressão do ar comprimido, gerando melhor precisão no movimento.

A Figura 1 mostra a área de trabalho aproximada do manipulador robótico.

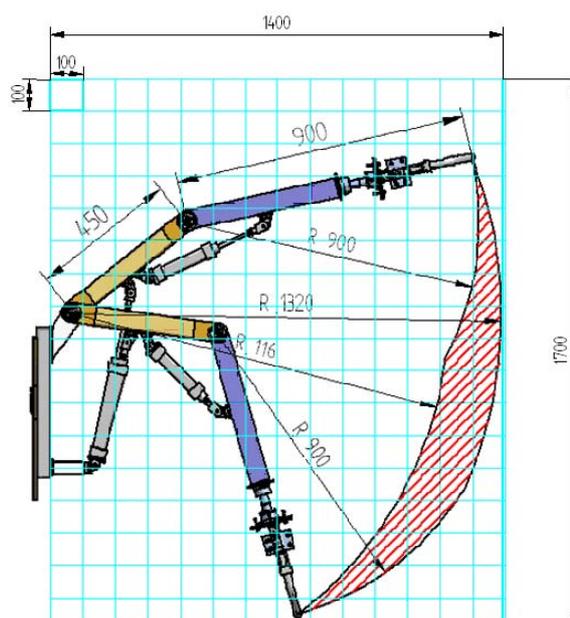


Figura 1. Área de atuação do manipulador robótico.<sup>(4)</sup>

### 4 MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS

Para a realização dos ensaios foi utilizada uma fonte de corte a plasma manual Plasmarc 30 (Figura 2), com uma tocha de corte mecanizado (adaptado), e o auxílio de um sistema automático de avanço para controlar a velocidade de corte. Foram cortadas chapas de 2mm de espessura com um bico de corte de 1,2mm. O corte realizou-se com ar comprimido a uma pressão média de 6 Bar. O eletrodo utilizado foi de háfnio.



**Figura 2.** Fonte de corte a plasma e sistema de avanço automático.

A Tabela 1 mostra os diferentes parâmetros de corte utilizados 2 velocidades de corte diferentes (100cm/min e 60cm/min) e 2 alturas de bico (stand-off ) diferentes (3mm e 6mm).

**Tabela 1.** Parâmetros dos ensaios

Ensaio	Velocidade de corte (cm/min)	Stand-off(mm)
Ensaio I	100	6
Ensaio II	60	6
Ensaio III	100	3
Ensaio IV	60	3

O corte foi realizado no médio das chapas para evitar que as tensões residuais dificultem as medições. No processo de corte foi realizado a filmagem para posteriormente realizar as medições dos tempos para as diferentes etapas do processo. A medição desse tempo servira para a configuração do manipulador robótico.

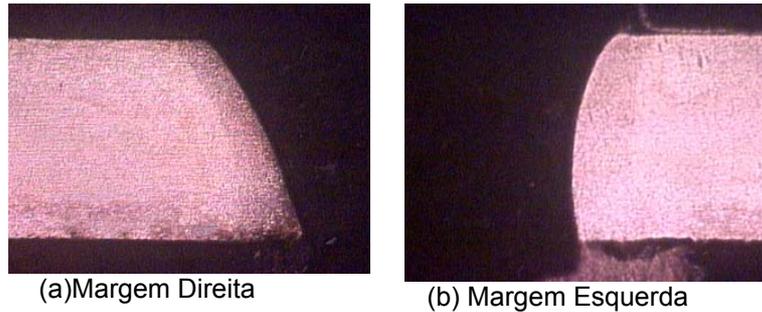
A análise da qualidade do corte foi realizada através de análise macrográfica e micrografia dos corpos de prova, onde foi avaliada a angularidade das margens esquerda direita, a zona afetada por calor ( ZAC ), e a largura de corte. A partir dessa análise pode-se fazer uma avaliação da qualidade de corte nos corpos de prova.

## 5 RESULTADOS

A análise da zona afetada por calor (ZAC) não foi quantificada pois envolve valores muito pequenos. Entretanto, percebe-se que as margens da esquerda assim como os ensaios II e IV apresentam uma ZAC um pouco maior.

O tempo necessário para o início do arco propriamente dito a partir é de 2,5 segundos para a fonte avaliada.

Os ensaios que obtiveram uma menor angularidade de corte foram os com menor velocidade de corte. A Figura 3 mostra a macrografia da angularidade para a amostra I e a Tabela 2 mostra o resultado dos ângulos de corte para todos os ensaios.



**Figura 3.** Macrografia dos ângulos de corte para o ensaio.

**Tabela 2.** Angularidade de corte

Ensaio	Ângulo de corte
Ensaio I Margem Direita	26,1°
Ensaio I Margem Esquerda	11,86°
Ensaio II Margem Direita	18,78°
Ensaio II Margem Esquerda	6,28°
Ensaio III Margem Direita	13,49°
Ensaio III Margem Esquerda	9,65°
Ensaio IV Margem Direita	14,57°
Ensaio IV Margem Esquerda	6,84°

Os ensaios que obtiveram uma menor largura de corte foram os de menor stand-off. A Tabela 3 mostra o resultado das medições.

**Tabela 3.** Largura de corte

Ensaio	Largura do corte (mm)
Ensaio I	2,17
Ensaio II	2,51
Ensaio III	2,12
Ensaio IV	2,17

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADO

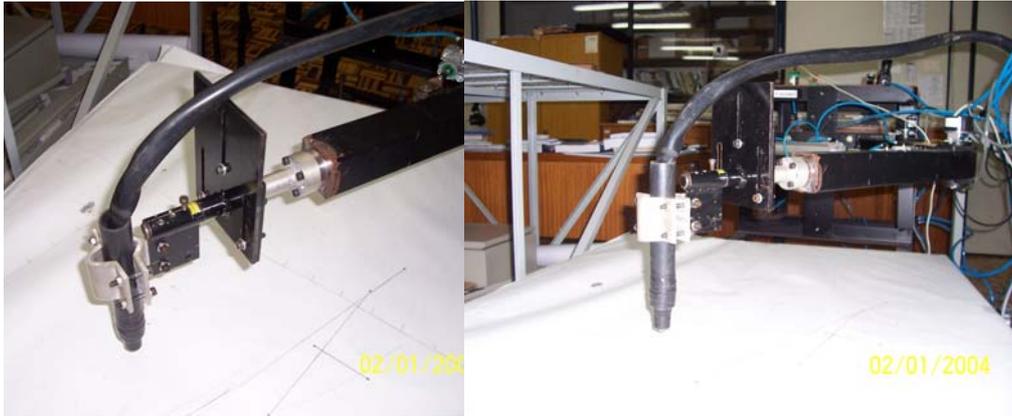
A zona afetada por calor em todas as amostras foi muito pequena, tendo apenas algumas variações em função da velocidade de corte e da margem analisada. Apesar de ser um pouco maior na margem esquerda, não é relevante na qualidade de corte apresentada. A ZAC caracterizou-se por apresentar em geral ausência da região de crescimento de grãos, apresentando somente a região transformada parcialmente.

Pelos ensaios percebe-se que a parte direita do corte deve ser a chapa descartada, sendo a chapa da esquerda a de real importância.

Os cortes com menor velocidade de corte foram os que obtiveram as menores angularidades. Fica nítido pelas imagens descritas nas micrografias que os ensaios com velocidade de corte de 60 cm/min apresentam menor angularidade. Os ensaios com menor stand-off(3mm) revelaram-se com melhor qualidade em relação aos de maior stand-off(6mm).

Quanto a largura do corte, fica evidenciado que o menor stand-off gerou uma menor largura de corte, o que significa melhor qualidade de corte. Quanto menores as velocidades de corte, maiores as larguras de corte.

A Figura 4 mostra a montagem da tocha manual adaptada ao manipulador robótico.



**Figura 4.** Manipulador robótico com a tocha de corte

## 7 CONCLUSÕES

A partir dos ensaios realizados observou-se que não houve diferenças relevantes da zona afetada pelo calor nas análises das amostras, sendo o fator angularidade decisivo na escolha dos parâmetros considerados ideais para o corte de chapas de 2mm de espessura. Constatou-se que os parâmetros de 60cm/min e 3mm de stand-off seriam os ideais para o corte de chapas de 2mm de espessura pelo manipulador robótico acionado pneumaticamente.

### Agradecimentos

A Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul UNIJUI, pela bolsa PIBIC/UNIJUI e pela disponibilidade dos laboratórios.

### REFERÊNCIAS

- 1 LIMA, E. G. Corte a plasma. Revista da Soldagem, São Paulo, SP, nº 09, ano II, p. 18-26. 2006.
- 2 SOUZA, A. S. P. de. Estudo comparativo entre os processos de corte a plasma, laser e oxicorte do aço ABNT 1045. Trabalho de conclusão de curso. 2001.
- 3 MACHADO, I. G. Soldagem & Técnicas conexas: Processos. Porto Alegre. Editado pelo autor. 1996.
- 4 WEIDLE, G. Projeto preliminar e detalhado de um manipulador robótico acionado pneumaticamente. Trabalho de conclusão de curso. 2006.