

# O jacto de água abrasivo: uma ferramenta complementar

J. P. Duarte<sup>(\*)</sup>, P. Peças<sup>(\*)</sup>, E. Nunes<sup>(\*)</sup> e H. Gouveia<sup>(\*)</sup>

**Sumário:** O jacto de água abrasivo é uma poderosa ferramenta de corte, tendo como principais vantagens a ausência de processo térmico e permitir o corte de elevadas espessuras. Comparativamente com o laser o jacto de água abrasivo permite cortar uma maior gama de espessuras, e uma maior diversidade de materiais: rochas ornamentais, metais, polímeros, compósitos, madeiras, vidro e cerâmicos. A aplicação desta tecnologia tem sofrido um crescimento acentuado, existindo aplicações de sucesso nos mais variados sectores industriais como a indústria automóvel, aeroespacial, têxtil, metalomecânica e rochas ornamentais. Esta comunicação pretende apresentar o corte por jacto de água abrasivo como uma ferramenta de corte complementar ao corte por laser, apresentando as suas vantagens documentadas através de alguns exemplos de peças executadas para as diferentes indústrias.

Palavras-chave: **Corte por jacto de água abrasivo. Corte por laser.**

## Abrasive water jet: a complementary tool

**Abstract:** The abrasive water jet is a powerful cutting tool, whose main advantages lie in the absence of thermal effects and the capability of cutting highly thick materials. Compared with Laser, the abrasive water jet allows the cutting of a larger range of thicknesses and a wider variety of materials such as: ornamental stones, metals, polymers, composites, wood, glass and ceramics. The application of this technology has suffered an extensive growth, with successful applications in varied industrial sectors like the automotive, aerospace, textile, metalworking, ornamental stones, etc. The present communication aims at introducing the abrasive water jet as a complementary tool to laser cutting, presenting its advantages by showing some documented examples of pieces cut for different industries.

Keywords: **Abrasive water jet cutting. Laser cutting.**

## 1. INTRODUÇÃO

Nas duas últimas décadas surgiram duas novas ferramentas de corte, que apresentam em comum o facto de serem feixes de elevada densidade de energia, o laser de CO<sub>2</sub> que emite um feixe de radiação electromagnética, e o jacto de água abrasivo que produz um feixe composto por partículas de abrasivo transportadas no interior de uma cortina de água (1).

Estas duas ferramentas têm como principal diferença a interacção com o material a ser cortado. O corte com jacto de água abrasivo realiza-se por

meio de abrasão e erosão não produzindo assim qualquer efeito térmico no material a cortar. No caso do laser de CO<sub>2</sub>, a interacção com o material dá-se por efeito térmico, uma vez que o comprimento de onda deste feixe está englobado na gama dos infravermelhos longínquos.

O último aspecto a partida limita a utilização do corte por laser de CO<sub>2</sub> em materiais sensíveis à temperatura. Adicionalmente, existem restrições na utilização do laser no corte de materiais com elevada reflectividade e limitações na gama de espessuras a processar.

O corte por jacto de água abrasivo é portanto uma alternativa às limitações do processo de corte por laser, apesar de mais lento, o que origina, um custo por metro de corte mais elevado (2 y 3).

(\*) Instituto de soldadura e Qualidade, Estrada Nacional 249, Km 3, Cabanas-Leiã (Tagus Park), Apartado 119, 2781 Oeiras (Portugal).

## 2. O CORTE COM JACTO DE AGUA ABRASIVO

O corte por jacto de água usa um jacto de água de alta pressão (da ordem de alguns milhares de bar), ao qual se mistura abrasivo de baixa granulometria. A mistura de água com abrasivo a alta velocidade, passa através de um bico de pequeno diâmetro e é dirigido para a superfície da peça a cortar. A energia presente neste feixe origina a erosão da zona de interacção feixe/matéria o que leva à separação do material e à produção do corte sem geração de calor (4).

O efeito erosivo do material é provocado por dois fenómenos distintos: o primeiro dá-se quando o abrasivo atinge o material, com um pequeno ângulo de incidência em relação à normal da superfície, e com uma energia cinética muito elevada, o que conduz à remoção de material por desgaste. O segundo ocorre à medida que o jacto penetra no material perdendo eficiência e tornando-se instável. Esta instabilidade provoca uma deflecção das partículas de abrasivo que entretanto se movem no sentido ascendente e com ângulos de incidência maiores. Esta instabilidade é responsável pelo aparecimento de estrias resultantes da remoção de material por desgaste ou por deformação plástica. O corte é produzido por uma sucessão de ciclos que engloba estes dois fenómenos.

Na sua globalidade o processo é idêntico quer se trate de materiais dúcteis como frágeis, diferindo apenas na dinâmica com que ocorre a erosão.

Através de uma análise microscópica, observa-se que os dois mecanismos acima referidos produzem uma superfície de corte irregular no que respeita às suas características: próxima da face onde incide o jacto esta apresenta uma zona plana de baixa rugosidade e ondulação, à medida que se afasta da superfície de corte, este quadro altera-se e surge uma zona com estrias e de maior ondulação que atinge o máximo próximo da face de saída do jacto.

Quando da operação deste equipamento existem vários parâmetros a considerar. Uma selecção correcta destes parâmetros permite determinar a profundidade de corte pretendida, a largura de corte e o paralelismo das faces assim como a qualidade de corte no que respeita ao acabamento superficial. Estes parâmetros estão divididos em quatro grandes grupos: os parâmetros hidráulicos onde se incluem a pressão e o caudal de água; os parâmetros do abrasivo como a granulometria, forma dos grãos, caudal e estado de humidade; os parâmetros da mistura como o diâmetro interno e comprimento do tubo de mistura; os parâmetros de corte nos quais estão incluídos a velocidade de deslocamento, distância entre o tubo e a peça a cortar, tempo de

interacção (no caso de furação), ângulo de incidência e o tipo de material a cortar.

## 3. COMPARAÇÃO ENTRE AS TECNOLOGIAS LASER E JACTO DE AGUA ABRASIVO

Estas duas técnicas poderão ser consideradas como complementares, na medida em que enquanto com o laser de CO<sub>2</sub> se cortam materiais de baixa espessura com uma velocidade elevada, com o jacto de água abrasivo cortam-se espessuras muito superiores, e materiais termo-sensíveis. De qualquer modo é possível esboçar uma comparação qualitativa dos sistemas de corte por laser e jacto de água abrasivo, como o representado na tabela I.

Devido ao facto de o corte por laser ser baseado no efeito térmico, em materiais com baixa condutividade térmica como o caso do mármore, este processo provoca fissuras na superfície de corte que se desenvolvem para o interior do material. Estas fissuras são provocadas pelo choque térmico, demasiado elevado para a fraca capacidade de acomodar tensões térmicas, característica neste tipo de material. Para além disto, o corte por efeito térmico provoca alterações nas propriedades físico-químicas da superfície de corte.

As limitações apresentadas no corte por laser não se verificam quando o processo se efectua por jacto de água abrasivo. Este facto deve-se à ausência de efeito térmico neste processo, uma vez que a região a cortar está em contacto com água, sendo portanto dissipado todo o calor gerado por efeito de atrito. O aumento da temperatura não ultrapassa os 50°C, o que leva à inexistência de ZTA, assim como de distorções de origem térmica. Por tudo isto, a utilização de jacto de água abrasivo permite cortar materiais termo-sensíveis, e ainda materiais de elevado coeficiente de reflexão à radiação emitida pelo laser de CO<sub>2</sub>. Destacam-se no que respeita à termo-sensibilidade as pedras ornamentais, cerâmicos e titânio, referente à elevada reflectividade, alumínio e cobre.

TABELA I.- Comparação entre os sistemas de corte por laser e jacto de água abrasivo.

TABLE I.- Comparison between laser and abrasive jet water cutting.

Factor	Laser	Jacto de água
Contacto físico "ferramenta" peça	Nenhum	Nenhum
Distorção térmica	ZTA pequena	Nenhuma
Distorção mecânica	Nenhuma	Nenhuma
Facilidade de automação	Boa	Boa
Interface com robots	Razoável	Boa
Modo de corte	Fusão / vaporização	Erosão/corte-compressor

No corte por jacto de água abrasivo, as velocidades de corte, para o mesmo material e espessura, não são tão elevadas como no corte com laser de CO<sub>2</sub>, sendo a relação entre elas aproximadamente um factor de 3, sendo contudo possível cortar espessuras muito superiores, que poderão ultrapassar os 200 mm em aço carbono. Na tabela II estão representados os valores de espessura máximos para os materiais que são mais frequentemente processados por estas duas técnicas.

Outra vantagem da técnica de jacto de água abrasivo é permitir processar uma maior diversidade de materiais comparativamente com o laser, nomeadamente PVC, vidro, cerâmicos, couros, tecidos, metais com elevado coeficiente de reflexão, e rochas ornamentais. No caso destas últimas esta técnica permite realizar geometrias de elevada complexidade.

A tecnologia de corte por jacto de água já é utilizada em diversos sectores industriais de entre os quais se destacam sete indústrias principais (5):

TABELA II.— Espessura máxima de alguns dos materiais mais utilizados para corte (mm).

TABLE II.— *Maximum Thickness for most used materials (mm).*

	Laser de CO <sub>2</sub> *	Jacto de Água Abrasivo**
Aço Carbono	12	200
Mármore	-	100
Aço Inox	5	50

\* Laser de 1,7 KW de potência nominal

\*\* Bomba 3000 bar de pressão nominal

- De rochas ornamentais, onde são produzidos painéis artísticos e pavimentos em pedra;
- Aérospacial, onde se efectua corte de estruturas em compósitos, plásticos reforçados com ligas de carbono, *sandwiches* metálicas de níquel e maquinação de pás de turbinas em ligas de titânio;
- Automóvel, onde são cortados compostos poliméricos, metais e compósitos;
- Publicidade, onde se cortam painéis de polímeros, vidro ou aço;
- Vestuário e calçado, onde são cortados textéis, napas, couros e polímeros.
- Vidro, onde se corta formas não lineares de vidro laminado para janelas, portas;
- Metalomecânica, corte de ligas termicamente sensíveis, tratadas termicamente e também em materiais espessos em que é requerido bom acabamento superficial.

## REFERENCIAS

- (1) POWELL, J. CO<sub>2</sub> Laser Cutting. Springer Verlag. Germany, 1993.
- (2) BARTHOLET, H.B., "Large panel laser cutting" Intern. Conf. on Cutting Technology, Hannover, Março 1997, p. 75-82.
- (3) PEÇAS, P. Novas tecnologias de processamento de materiais: Suas potencialidades, Congresso 94 da Ordem dos Engenheiros, Lisboa, Junho 1994.
- (4) MIRANDA, R. *Tecnologia e Qualidade*, Série III N° 21/22, 1996: 4-9.
- (5) ISQ, "Portefólio de obras executadas nas instalações do ISQ"