

# Corte com jato de água

Você certamente já ouviu o ditado “água mole em pedra dura, tanto bate até que fura”. Então, furar pedra usando água você já sabe que dá, não é mesmo? Basta um pouco de persistência.

Mas... e acrílico, alumínio, vidro? E chapas de aço doce de 100 mm de espessura? Agora você não está mais tão confiante. Mas, acredite. Também é possível.

Embora seja ainda um processo bastante raro na indústria, já existem máquinas que cortam todos esses materiais, e muitos outros mais, usando jato de água a pressões elevadíssimas.

A água, combinada com a areia, já era usada pelos egípcios, na Antiguidade, em atividades de mineração e limpeza. Foi também utilizada nas minas de ouro da Califórnia, no século passado, para cortar rochas impregnadas de ouro. No nosso século, jatos de areia em conjunto com vapor de água a alta pressão têm sido freqüentemente empregados para limpeza e remoção de tintas.

Mas o uso industrial moderno da tecnologia do jato de água é relativamente recente. Data do final dos anos 60 a concessão da primeira patente de um sistema de corte que utilizava água a uma pressão muito alta.

De lá para cá, muita água já correu. Mesmo assim, no dizer dos especialistas, estamos apenas começando a formar uma idéia do potencial do corte com jato de água.

Nesta aula você terá a oportunidade de conhecer as características básicas desta nova e competitiva tecnologia de corte. Vai aprender como funciona o sistema de corte por jato de água pura e o sistema com abrasivo. Poderá analisar as vantagens e as desvantagens desse processo de corte e saberá quais são as exigências de corte por segurança, para a proteção do trabalhador que opera sistemas manuais de corte por jato de água.

## Nossa aula

## Primeiras aplicações

Em 1970, o corte por jato de água sob pressão foi desenvolvido para cortar materiais metálicos e não-metálicos. A água tinha de ser levada a uma pressão variando de 30.000 a 50.000 **psi**.

□ **Psi**: forma abreviada de *pound square inch*, que quer dizer libra por polegada quadrada.

O primeiro equipamento comercial de corte por jato de água foi vendido em 1971, para cortar peças para móveis de madeira laminada, material difícil de ser processado pelas serras.



corte de chapa  
 com jato de água

Em 1983, o processo para cortar metais foi modificado, com a adição de abrasivos, entre os quais se destacam as partículas de sílica e de **granada**.

Desde a sua comercialização, no início dos anos 80, o jato de água com abrasivo vem sendo aceito como ferramenta de corte por um número cada vez maior de indústrias, incluindo as aeroespaciais, nucleares, fundições, automobilísticas, de pedras ornamentais, de vidros e de construção.

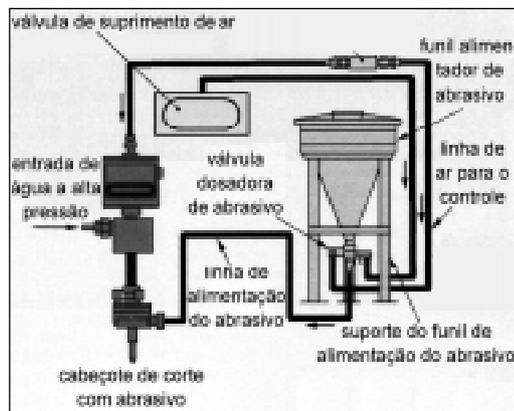
**Granada:** mineral homogêneo, sem adição de produtos químicos em sua formulação, composto por diversos óxidos.

## Como funciona o jato de água

O processo funciona basicamente da seguinte maneira:

- **Tratamento da água:** A água precisa ser filtrada, para ficar livre de impurezas que poderiam ocasionar entupimento dos bicos de corte. Essas impurezas podem afetar o desempenho e a manutenção do sistema de alta pressão.
- **Elevação da pressão da água:** Bombas bastante poderosas elevam a pressão da água a aproximadamente 4.000 **bar**, ou seja, cerca de 4.000 vezes a pressão atmosférica ao nível do mar. A água pressurizada é armazenada num acumulador, que regulariza o fluxo de saída do fluido. Depois é levada por tubulações até um bocal feito de safira, que é um material com elevada resistência ao desgaste.
- **Agregação de material abrasivo:** Acoplado ao bocal, existe um reservatório contendo material abrasivo em pó. Assim, a água, ao passar pelo bocal, arrasta o material abrasivo, o que faz o jato, agora formado por uma mistura de água e abrasivo, ter uma potência de corte maior.
- **Corte do material:** O jato com alta pressão é expelido pelo bocal em direção ao material. O corte ocorre quando a força do jato supera a resistência à compressão do material. Dependendo das características do material a ser cortado, o corte pode resultar de erosão, cisalhamento ou tensão localizada. Um sistema de movimentação permite manipular o jato em torno da peça. Esses movimentos são realizados por motores elétricos controlados por computador. Outra possibilidade de corte é a movimentação manual da peça sobre uma mesa estacionária onde passa um jato vertical de água.

**bar:** unidade de pressão que equivale a 14,5 psi ou 1,02 kgf/cm<sup>2</sup>



sistema de dosagem de abrasivo

- **Coleta e descarte da água:** Após atravessar o material, o jato de água é amortecido num tanque, contendo água e esferas de aço ou pedras britadas, que fica sob a mesa do equipamento. Em alguns equipamentos, a água é armazenada em uma unidade coletora móvel. O processo não produz efluentes tóxicos, portanto o descarte pode ser feito normalmente. A limpeza regular do tanque de água é tarefa que não oferece perigo nem para o operador, nem para o meio ambiente.

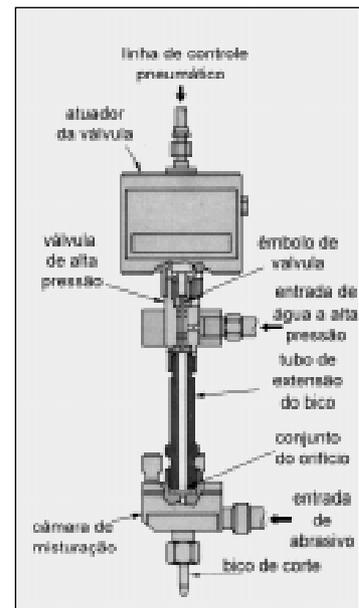
### Por que usar abrasivos

Quando se utiliza a tecnologia do jato de água com abrasivo para cortar metais e outros materiais duros, 90% do corte, na realidade, é feito pelo abrasivo e não pela água. O abrasivo produz uma ação de cisalhamento que permite cortar materiais de grande dureza até a espessura de 152,4 mm. Esse tipo de corte é eficaz tanto para materiais duros como para peças que passaram por endurecimento superficial.

O sistema de corte com jato de água e abrasivo produz um jato cortante mais potente. Esse jato deixa o cabeçote de corte através de um tubo de misturação, feito de material cerâmico, como a safira.

Os modelos mais recentes de misturadores incorporam aperfeiçoamentos que possibilitam a manutenção da largura do corte constante, durante todo um turno de trabalho. A diferença da largura de corte no início e no fim de um turno de trabalho é de apenas alguns milésimos de polegadas, o que confere grande confiabilidade ao sistema de corte por jato de água e abrasivo.

A figura ao lado mostra uma representação esquemática de um cabeçote de corte para água e abrasivo.



cabeçote de corte com abrasivo

### Pare! Pesquise! Responda!

A indústria de alimentos tem usado o corte por jato de água em várias aplicações, como na remoção da espinha de determinados peixes.

Na sua opinião, nessa aplicação seria o caso de usar jato de água pura ou jato de água com abrasivo? Para responder, pesquise informações sobre eventuais efeitos contaminantes dos abrasivos.

## Equipamentos para corte com jato de água pura e com abrasivo

Os sistemas de corte com jato de água e abrasivo podem ser instalados em diferentes tipos de sistemas de movimentação e controle.

Existem sistemas manuais que trabalham em posições fixas, nos quais o movimento é feito pelo operador.

Atualmente, há dois tipos de controle de movimentação manual: um em que o operador guia o sistema de corte e a recepção do jato sobre uma peça é mantida fixa; e outro em que o operador guia a peça sobre uma mesa em torno de um jato que é mantido fixo.



Os sistemas automáticos de corte podem ser instalados em robôs tipo pórtico de 5 ou 6 eixos, utilizados para fazer perfis complexos, peças aeroespaciais e componentes automotivos.

Outro equipamento disponível são as mesas X-Y, controladas por CNC.

Nesse sistema, a peça é normalmente colocada sobre um tanque, que receberá o jato de água após o corte. Durante a operação, as forças de reação são muito leves, ou seja, o material cortado não vibra e não sofre deslocamentos e todos os movimentos são realizados pelo cabeçote, que se desloca sobre o pórtico e pela mesa.

A maior parte dos sistemas de corte utiliza tanques cheios de água e algumas vezes outros meios para absorver a energia do jato depois do corte do material. Para cortes feitos no sentido vertical, ou próximo do vertical, são usados tanques com fundo coberto por pedras britadas.

Em sistemas de 5 eixos, normalmente é necessário utilizar um recipiente móvel, que se movimenta junto com o cabeçote de corte. Esse recipiente é parcialmente cheio com esferas de aço inoxidável ou de cerâmica, que absorvem e dissipam a força do jato. Essas esferas devem ser substituídas periodicamente, pois são destruídas pelo processo.



## Variáveis que afetam o corte por jato de água com abrasivo

Vários fatores influenciam o corte por jato de água com abrasivo:

**Pressão** – A pressão determina o nível de energia das moléculas de água. Quanto maior a pressão, mais fácil fica vencer a força de coesão das moléculas do material que se pretende cortar.

**Fluxo** – O fluxo de água determina o índice de remoção do material. Há dois modos de aumentar o fluxo de água: aumentando a pressão da água ou aumentando o diâmetro do orifício da safira.

**Diâmetro do jato** – O diâmetro do bico de corte para sistemas de corte por água pura varia de 0,5 mm a 2,5 mm. Jatos de diâmetros menores também podem ser produzidos, para aplicações específicas. Para o corte de papel, o diâmetro do jato é de 0,07 mm. Quando se trata do corte por jato de água e abrasivo, os menores diâmetros situam-se em torno de 0,5 mm.

**Abrasivo** – A velocidade de corte do sistema é aumentada quando se aumenta o tamanho da granulação do abrasivo. Em compensação, abrasivos com menores tamanhos de grãos produzem uma superfície cortada com melhor qualidade. Porém, partículas muito finas de abrasivo são praticamente ineficientes.

O abrasivo mais utilizado é a granada. Ocasionalmente são utilizados outros abrasivos, como a sílica, o óxido de alumínio, o metal duro granulado e o nitrato de silício. Para usinar metais cerâmicos muito duros podem ser usados abrasivos à base de **carbeto de boro**.

Quanto mais duro for o abrasivo, mais rapidamente se desgasta o bico de corte. Fluxos elevados de abrasivos também aceleram o desgaste do bico de corte.

O fluxo alto de abrasivos acarreta um custo operacional elevado, pois o custo do abrasivo representa uma parcela importante no custo total dos sistemas de corte por jato de água.

**Distância e velocidade de corte** – À medida que sai do bico, o jato de água se abre. O jato de água com abrasivo apresenta maior abertura, por ser menos uniforme. Isso explica porque a distância entre o bico e o material é sempre muito pequena, abaixo de 1,5 mm. A abertura do jato pode ser reduzida, com a diminuição da velocidade de saída do fluido, com conseqüente diminuição da velocidade de corte.

## Analisando os prós e os contras

Você já conheceu alguns tipos de cortes nos livros anteriores deste módulo. E ainda conhecerá outros, nas próximas aulas. Todos eles apresentam vantagens e limitações.

Como nada neste mundo é perfeito, no caso do corte por jato de água e por jato de água com abrasivo não é diferente. Ao lado de muitas vantagens, o sistema também apresenta algumas limitações, que tornam seu uso seletivo.

Um dos principais atrativos desse corte é que ele não produz problemas de efeito térmico, isto é, decorrentes da geração de calor, como ocorre em muitos outros processos de corte.

**Carbeto de boro:** substância negra, cristalina, muito dura, com ponto fusão a 2.450°C.

Além disso, é uma tecnologia “limpa”, que não polui o meio ambiente e é aplicável a uma vasta gama de materiais, permitindo fazer o corte em qualquer direção e nas mais variadas formas.

É a tecnologia ideal para cortar certos materiais duros, como placas blindadas ou alguns materiais cerâmicos, que normalmente levam a grande desgaste de ferramentas nos sistemas de corte tradicionais.

Pode ser aplicado sem problemas a materiais do tipo sanduíches de múltiplas camadas, como laminados de madeira, ilustrado na figura abaixo, sem produzir delaminação.

Quanto às limitações, a principal delas é a velocidade do processo. Nesse aspecto, o corte por jato de água perde feio para os sistemas de corte com chama, encarecendo o processo.

O abrasivo escolhido deve ser mais duro que o material que irá cortar.

Chapas de metal de pequena espessura tendem a sofrer esforços de dobramento, apresentando rebarbas na face de saída.



Materiais cerâmicos têm sua resistência diminuída após o corte com jato de água e abrasivo.

Vidros temperados, projetados para quebrar a baixas pressões, também não podem ser cortados por esse sistema.

Entretanto, a expectativa das empresas produtoras de sistemas de corte por jato de água é a de apresentar soluções às exigências do crescente mercado consumidor.

### Segurança do operador

Se você já tomou uma ducha com esguicho, é bem capaz de avaliar o impacto da água sobre o corpo humano. Imagine, então, o que aconteceria aos ossos e órgãos se fossem atingidos por um jato de água ou um jato de água com abrasivo, capaz de cortar chapas de metal de mais de 200 mm de espessura!

O ruído, que é proporcional ao diâmetro do jato, também pode afetar o trabalhador, se não se usar um protetor auricular adequado.

Por isso, nos equipamentos em que se faz manualmente o corte, é indispensável que o operador trabalhe protegido, usando luvas, óculos e protetores auriculares.

Os equipamentos de corte por jato de água e abrasivo já incorporam dispositivos de segurança construídos pelos próprios fabricantes. Por exemplo, se ocorrer a ruptura de alguma tubulação, uma proteção externa ao tubo evita a descarga da água a alta pressão e um sistema de segurança desliga o equipamento.

Como você pode observar, a água tem muito mais utilidades, além de matar a sede. E, para matar sua sede de saber, faça os exercícios a seguir. Eles o ajudarão a sistematizar os assuntos apresentados nesta aula.

**Pare! Estude!  
Responda!**

Marque com X a resposta correta.

**Exercícios 1**

No sistema de corte por jato de água, a agregação do abrasivo tem por finalidade:

- a) ( ) aumentar a velocidade do processo;
- b) ( ) aumentar o fluxo do jato de água;
- c) ( ) aumentar a pressão do jato de água;
- d) ( ) aumentar a potência de corte do jato de água.

**Exercício 2**

Depois de atravessar a peça, o jato de água ainda conserva grande parte da sua energia. Assinale com X os materiais que são usados para amortecer o impacto da água no tanque de coleta.

- a) ( ) borracha;
- b) ( ) pedras britadas;
- c) ( ) esferas de aço inoxidável;
- d) ( ) material mais duro que as paredes do tanque.

**Exercício 3**

Em geral a distância entre o bico de corte e o material a ser cortado é pequena (abaixo de 1,5 mm). Isso ocorre porque:

- a) ( ) o diâmetro do jato de água tende a se abrir, depois de sair do bocal;
- b) ( ) essa distância aumenta a velocidade do corte;
- c) ( ) a essa distância a pressão da água é mais alta;
- d) ( ) é necessária menor quantidade de abrasivo.

**Exercício 4**

Analise a lista de materiais abaixo e, com base no que foi apresentado nesta aula, assinale com X o(s) que você cortaria utilizando **jato de água com abrasivo**.

- a) ( ) vidro temperado;
- b) ( ) chapas de metal de pequena espessura;
- c) ( ) papel;
- d) ( ) placas blindadas.

**Exercício 5**

Assinale a(s) vantagem(ens) do corte por jato de água com abrasivo, quando comparado aos sistemas tradicionais:

- a) ( ) proporciona maior velocidade de corte;
- b) ( ) não acarreta problemas de efeito térmico;
- c) ( ) proporciona boa qualidade de corte;
- d) ( ) corta praticamente todos os materiais.

