

# UTILIZAÇÃO DE TUBO TURBINADO PARA CORTES EM GERAL COM A UTILIZAÇÃO ÚNICA DE OXIGÊNIO<sup>1</sup>

Daniel Avelar Lucena <sup>2</sup>  
Paulo Santos Assis <sup>3</sup>

## Resumo

A utilização de ferramentas de corte no setor siderúrgico é de fundamental importância na área operacional, seja para a retirada de inclusões ou como alternativas emergenciais para manutenção. Os métodos tradicionais de oxicombustíveis já são amplamente utilizados no meio siderúrgico, porém esbarram em algumas variáveis que inviabilizam o seu uso. A utilização de um novo método oxicorte sem a utilização constante de um gás combustível foi feita a partir de testes e pesquisas com lanças adaptadas. Tais testes indicaram bons resultados, torna-se viável a medida que diminui os custos na operação, garantindo eficiência, fácil manuseio e segurança do operador. Desta forma garante um menor tempo de parada, seja no Alto-Forno ou na Aciaria, refletindo em melhorias significativas na produtividade siderúrgica.

**Palavras-chave:** Oxicorte; Manutenção; Produtividade.

## NEW TECHNOLOGY USING POWER TUBE FOR CUTTING MATERIALS USING ONLY OXYGEN

### Abstract

It is very important to have the right cut materials for use in the iron and steelmaking area.. This is useful for inclusions reductions or even for creating possibilities for maintenance. The traditional methods for oxi cutting are used worldwide, but some variables can not be taken in consideration by using these conventional processes.

A new method for cutting without using constant fuel gas was made based on a patent and a research work in one company in Sete Lagoas. These trials have indicated good results, with lower cost and higher efficiency.. This will guarantee less time for cutting materials, with a direct economy on stop time of Blast Furnaces and LD converters, with a direct consequence in higher productivity by using this methodology.

**Key-words:** Oxyacetylene cutting; Maintenance; Productivity

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao XXII Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 15 a 17 de agosto de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

<sup>2</sup> *Membro da ABM. Graduando em Engenharia Metalúrgica e de Materiais - UFOP*

<sup>3</sup> *Membro da ABM, Prof. Titular da Escola de Minas, UFOP, Prof. da Redemat, Pesquisador do CNPq.*

## 1 INTRODUÇÃO

A partir da necessidade constante do setor siderúrgico em realizarem paradas regulares ou emergenciais devido á retirada ou manutenção de entaves como cascão, agarramento de sucata, retirada de refratários em áreas específicas, retirada de “bodes”, dentre outras, faz-se necessário a utilização de técnicas que possam realizar esses reparos com o máximo de rapidez e segurança a um custo viável. Sabe-se que os problemas causados por tais entaves contribuem de forma considerável no bom funcionamento de reatores de redução e de aciaria, redundando sempre em perdas de produtividade, além é claro de aumento no custo de produção.

Atualmente os gastos com tais manutenções afetam diretamente na produtividade das empresas, que além de diminuir o seu produto (menor produção) perde em mão de obra parada e maior desgaste de reatores ou materiais. Desta maneira utiliza-se a opção de materiais de corte, que de maneira rápida e eficiente produz contribuições significativas para a resolução destes problemas, sem a necessidade de intervenções mais severas.

Utilizam-se vários tipos de equipamentos de corte, cada qual tem uma utilização específica de acordo com a finalidade, condições de trabalho e viabilidade econômica. Dentre tais equipamentos pode-se, de acordo com a sua finalidade, citar: <sup>(1)</sup>

- Mecânicos: corte por cisalhamento através de guilhotinas, tesouras ou similares e por remoção de cavacos através de serras convencionais ou diamantadas (refratários) e ou usinagem.
- Por fusão do metal: corte através da fusão de uma fina camada do material utilizando-se uma fonte de calor que pode ser um arco elétrico, plasma ou maçarico.
- Por combinação de fusão e vaporização: cortes que utilizam o princípio da concentração de energia como característica principal de funcionamento, não importando se a fonte de energia é química, mecânica ou elétrica. Enquadram-se neste grupo o corte por feixe de elétrons, laser e algumas variantes do processo plasma.
- Por reação química: corte combinado envolvendo os seguintes mecanismos: aquecimento através de chama e reações exotérmicas, seguido de oxidação do metal e posterior expulsão através de jato de O<sub>2</sub>. Exemplo: corte oxi-combustível, o oxicorte.

Destes métodos, há uma particular preferência pelo oxicorte devido a ser o processo mais barato de implementação, com equipamentos mais simples, com a maior facilidade de treinamento do operador e, particularmente na faixa de espessuras maiores que 30 mm, ser o processo que propicia o menor custo por metro cortado.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Pode-se definir o oxicorte como “um processo de seccionamento de metais ou outros materiais, pela combustão localizada e contínua devido à ação de um jato de O<sub>2</sub> de elevada pureza, agindo sobre um ponto previamente aquecido ou não por uma chama oxi-combustível”

Quando o aço, escórias ou refratários são expostos ao oxigênio de alta pureza, tem lugar uma rápida reação de oxidação com forte desprendimento de calor de forma

que não somente os óxidos formados como também uma região circunvizinha, funde fluindo ou sendo levada pela ação do jato de oxigênio de corte.

Porém a escolha de métodos que empregam oxigênio para o corte de materiais siderúrgicos segue uma linha de requisitos. Abaixo são mostrados estes requisitos, bem como as conseqüências pela não observância do seguimento dos mesmos:<sup>(2)</sup>

- Temperatura de fusão do óxido menor que a temperatura de fusão do material. O material funde antes do corte ser executado.
- Temperatura de ignição (queima) do material menor que a temperatura de fusão. O material funde antes do corte ser executado.
- O calor produzido na região de combustão do material pelo jato de oxigênio, deve ser tal que o corte seja auto-sustentável. Caso não aconteça, o corte não inicia ou é freqüentemente interrompido, tendo a necessidade de uma chama de ignição sempre disponível (menor velocidade de corte e corte irregular).
- Produtos gasosos da combustão não devem ultrapassar determinadas proporções para não contaminar o oxigênio de corte. Menor poder de oxidação do oxigênio de corte (menor velocidade de corte).
- O material não pode apresentar elevada condutividade térmica. Grande perda de calor por condução dificultando a auto-sustentabilidade do corte.
- Os óxidos devem fluir quando fundidos a fim de que possam ser expulsos com facilidade pela pressão do jato de oxigênio de corte. Dificuldade de oxidação do material pelo oxigênio.

Em relação a outros processos de corte, o oxicorte apresenta as seguintes vantagens:<sup>(3)</sup>

- **Disponibilidade:** De gases combustíveis, pois diversos tipos podem ser utilizados e de Oxigênio uma vez que o mesmo abunda no ar.
- **Pequeno investimento inicial:** Os materiais necessários como maçaricos, reguladores e mangueiras são relativamente baratos se comparados a outros processos de corte tais como plasma ou laser.
- **Facilidade operacional:** O corte oxicomustível é de fácil aprendizagem e não possui muitas variáveis, sendo assim fácil de assimilar e de regular.

E, como todos os processos industriais, apresenta as seguintes limitações:<sup>(4)</sup>

- Em função das condições necessárias para a obtenção do Oxicorte descritas anteriormente, a grande maioria dos metais usados industrialmente tais como aço inoxidável, níquel, alumínio e suas ligas, não pode ser separada por este processo tendo-se que recorrer a cortes mecânicos e ou por arco elétrico.
- Outra limitação que se impõe, reside no fato de os materiais periféricos tais como cilindros de gás, serem pesados e de difícil manuseio, dificultando o acesso a lugares altos, ou postos de trabalho que se encontrem afastados dos cilindros. Uma solução encontrada para sanar esta limitação é o transporte de todo o conjunto, fato este que muitas vezes incorre em riscos adicionais como queda dos cilindros ou danificação das mangueiras condutoras de gases.
- Os aspectos de segurança na utilização do processo Oxicorte devem ser levados em consideração. A constante manipulação de cilindros de Oxigênio que, além de ser um gás comburente está sob alta pressão, requer a utilização de ferramental e procedimentos adequados para se evitar vazamentos e explosões. As mangueiras e válvulas (reguladoras e anti-retrocesso) devem ser constantemente inspecionadas para detectar vazamentos.

Nos processos de corte e soldagem, as dilatações são pontuais e causam deformações, uma vez que as regiões adjacentes ao corte estão frias servindo como um vínculo mecânico, isto é durante o corte não há uma deformação homogênea da peça, e quando esta se resfria as partes que sofreram dilatação se contraem, provocando o aumento da tensão residual e deformação da peça.

Este efeito deve ser considerado na hora da elaboração do procedimento de corte, quanto à seqüência e regiões da chapa a retirar as peças.

## **2.1 Um Novo Processo: Utilização de Lança pelo Processo Oxicorte sem a Necessidade Constante de Combustível**

O método de corte com uma lança sem a utilização de um gás combustível vem a se tornar uma alternativa altamente favorável aos processos metalúrgicos, pois, tem a capacidade de resolução de determinados problemas que um outro processo de corte não poderia resolver com a mesma segurança.

Em determinadas operações o uso de combustíveis se torna altamente perigoso devido ao ambiente em que pode estar exposto (altas temperaturas, ou contato iminente com o fogo), colocando em risco tanto o operador quanto o equipamento, podendo haver explosões.

Em nossos experimentos foram utilizados dois tipos de lanças sem o uso de combustíveis:

1. O modelo utilizado atualmente (sem preenchimento interno) com diâmetro interno de 7.9 mm e comprimento de 6.10 m.
2. O novo modelo que utiliza uma lança de aço carbono 1020 (0.2% de carbono), contendo 3 m de comprimento, diâmetro interno de 12mm e externo de 19mm de massa igual a 5 kg e em seu interior outro tipo de aço devidamente testado com dimensões 3/8 ". O modelo aqui apresentado é protegido por patente registrado no INPI.<sup>(5)</sup>

As figuras abaixo mostram fotos ilustrativas dos dois tubos utilizados nos ensaios.



**Figura 1-** Lança com preenchimento de aço



**Figura 2-** Lança convencional

Nos testes realizados foram tomados todos os procedimentos de segurança necessários, para garantir a maior segurança do seu operador.

Os materiais utilizados nos experimentos foram:

- Foi utilizada uma placa de gusa sólida (sucata), que serviu como base de teste. Esta placa contém aproximadamente 2% de silício, de geometria trapezoidal, tendo sua base superior 50mm, base inferior com 200mm e altura de 150mm. (seção transversal com 18.750 mm<sup>2</sup>).
- 2 Tubos turbinados cedidos pela Plastifer Indústria e Comércio Ltda <sup>(5)</sup>.
- 2 Tubos convencionais cedidos pela empresa Calsete, em Sete Lagoas.
- 2 cilindros de oxigênio comprimido contendo em seu interior pressões de 200kgf/cm<sup>2</sup> e 195kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente e pressão de saída de 7kgf/cm<sup>2</sup>.
- Válvula medidora de pressão (barômetro).
- Um bocal acoplador de mangueira, com o seu bico contendo 7mm de diâmetro interno.
- Um carvão de tamanho considerável em brasa para chama de ativação.

### **3 RESULTADOS OBTIDOS**

Os testes foram cuidadosamente monitorados por cronômetros e medições de comprimento a fim de se obter uma maior precisão. Os resultados obtidos podem ser sumarizados na Tabela 1.

**Tabela 1-** Resultados de ensaios de corte de uma metálica.

	Lança convencional		Lança preenchida com aço	
	Teste 1	Teste 2	Teste 1	Teste 2
Comprimento	6,10 m	6,10m	3,00m	3,00m
Tempo gasto para rompimento da peça	5min28seg	7min21seg	1min44seg	1min48seg
Tempo total gasto	7min46seg	11min15seg	1min52seg	1min58seg
Consumo do tubo	2,7 m	2,8 m	1,1 m	98 cm
Consumo estimado de oxigênio (m <sup>3</sup> )	0,750	0,650	0,550	0,400

As Figuras 3 e 4 ilustram fotos onde se mostra o resultado final do corte usando os dois tipos de lanças.



**Figura 3 -** Corte com lança convencional.



**Figura 4-** Corte com lança preenchida de aço

A Figura 3 mostra o corte feito pela lança convencional na placa de gusa, no qual foi consumido uma quantidade maior de oxigênio em um maior período de tempo e sem uma precisão de corte em comparação ao modo feito pela lança com preenchimento de aço, evidenciado pela Figura 4.

## 4 DISCUSSÃO

Através dos dados obtidos nos testes, observa-se uma significativa diferença entre a utilização de uma lança convencional e a utilização de uma lança com preenchimento, através do processo patenteadado.

Deve ser observado que tais resultados foram possíveis de serem obtidos devido as mudanças na aerodinâmica do fluxo de oxigênio, permitindo um controle mais apurado do corte e a maior rapidez devido uma grande estabilidade na chama obtida com o tubo turbinado. Tais resultados permitem antever uma série resultados sobre as eficiências comparativas dessas lanças, tais como:

- A lança com preenchimento possuem um comprimento duas vezes menor que a lança convencional, garantindo maior firmeza e facilitando o manuseio pelo operador;
- Sob o ponto de vista de segurança, obtendo-se uma chama mais estável, conseguiu-se que a projeção de materiais oxidados e metálicos fosse menor;
- O consumo da lança durante a operação é significativamente maior na lança convencional em relação ao novo modelo, refletindo sua menor durabilidade.
- O tempo gasto durante a operação é claramente maior na lança convencional (cerca de quatro vezes mais) refletindo negativamente nos processos aos quais ela é empregada, pois certamente haverá perdas de tempo na produção.
- Ao se utilizar o novo modelo de lança, verificou-se a necessidade de apenas uma chama inicial para dar início ao corte, tendo o seu prosseguimento posterior fluido de maneira contínua, o que não se verificou na outra lança, tendo a necessidade de parar procedimento várias vezes para alimentá-lo com uma chama de ignição. Isto reflete em diferença significativa na produtividade, bem como na segurança do operador;
- Maior estabilidade de corte usando a lança turbinada comparativamente ao uso da lança convencional. Isto pode ser visto no tempo gasto nos dois ensaios feitos com a lança convencional (o primeiro ensaio gastou 7min 46 seg, enquanto no segundo foram gastos mais de 11 min.). Nos ensaios com o tubo turbinado, praticamente o tempo gasto foi constante (1min 52 e 1 min 58 seg.)
- Há um maior consumo de oxigênio pela lança convencional, pelo menos quatro vezes maior, contribuindo em um aumento no custo final da operação (mais volume de oxigênio consumido).
- Devido á área para vazão de oxigênio ser bem menor no novo modelo de lança, haverá uma maior pressão de corte no material, possibilitando maior uniformidade de corte.

Portanto, a Tabela 2 mostra um comparativo dos dois processos de corte.

**Tabela 2** – Resultados comparativos de corte usando os dois tipos de tubos.

<b>Parâmetro</b>	<b>Tubo convencional</b>	<b>Tubo turbinado</b>
Consumo de O <sub>2</sub>	1,47	1
Tempo para corte	3,07	1
Tempo total do corte	4,95	1
Segurança	Menor	Maior
Impacto ao Meio-ambiente	Maior	Menor
Produtividade global	1	Aproximadamente 5,0

Certamente o uso do método alternativo deve ser considerado em casos onde se exige níveis de segurança maiores e menor impacto ambiental. Os valores apresentados são valores obtidos em um caso típico de corte, podendo ser antevisto a sua aplicação em diversas situações de cortes generalizados envolvendo diferentes tipos de materiais.<sup>(5)</sup> Para cada caso devem ser quantificados os valores indicados na Tabela 2, para uma certeza de sua aplicação econômica vantajosa.

## 5 CONCLUSÃO

Diante dos testes executados, dos resultados obtidos e discutidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- A tecnologia em lança sem o uso de combustíveis é uma alternativa altamente viável para determinados processos siderúrgicos, sendo efetiva em condições favoráveis.
- O uso de lança com preenchimento de aço se mostrou amplamente superior à lança convencional em diversos aspectos, tais como com uma redução no custo de operação e diminuição de tempo para o corte.
- Prevê-se aumento da produtividade nos cortes da ordem de 400 % em casos envolvendo cortes e ou limpezas em aciarias.
- O uso de tais lanças proporciona ao operador uma maior confiabilidade de realização dos processos, já que lhe garante a manutenção a uma distância segura.
- Na prática, a produção com a nova tecnologia é facilitada porque dispensa o processamento com fios de arame (convencional), a produção é de baixo custo, é leve e permite o aproveitamento de mais de 65% com o uso de extensão, além de aumentar a produtividade e velocidade de queima que proporciona na operação.

## Agradecimentos

Os autores agradecem as empresas Calsete, Plastifer pela cessão dos materiais, de pessoal e de equipamentos para os ensaios realizados. Também externa os agradecimentos aos Senhores Gilmar Lopes da Calsete e ao Sr. Charles Costa da Plastifer, sem os quais os mesmos não poderiam ser realizados.

## REFERÊNCIAS

- 1 Revista Siderurgia Brasil – edição 26 Editora Grips – Reportagem de José Ramalho - Eng<sup>o</sup> Industrial pelo ISQ de Lisboa - Doutorando em Engenharia na Escola Politécnica da USP - Especialista em Soldagem e Corte da AGA S/A. Site: [www.guiadasiderurgia.com.br](http://www.guiadasiderurgia.com.br) – Revista Siderurgia Brasil, Ed. 26, Processos e produtos- Um moderno conceito de oxicorte. Acesso em 21 Jan 2007.
- 2 Jornal Metálica – artigo do Eng<sup>o</sup> Roberto Joaquim e Eng<sup>o</sup> José Roberto – pg 706. Site: [www.metlica.com.br](http://www.metlica.com.br), em 21-1-2007
- 3 Empresas Soldas Brasil – Informações técnicas: [www.soldasbrasil.com.br](http://www.soldasbrasil.com.br) Informações técnicas-Oxicorte. Acesso em 21 de Janeiro de 2007.
- 4 Soldagem - Processos e Metalurgia- Emílio e Wainer, Sérgio Duarte Brandi, Vanderley de Oliveira Melo, 260p, 1997.
- 5 Patente MU – Lança para corte de refratários e escórias – Processo n 0.505.942-9, de 12 de dezembro de 2005, conforme RPI 1836 de 14-3-2005.- Patente da Plastifer