

UMA REVISÃO SOBRE A APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE CORTE A PLASMA

Kevin Nicolas da Silva Santos ¹

Flávia Renale Marques Silva ²

Graciely de Souza Vital ³

Marcos Mesquita da Silva ⁴

Luiz Fernando Alves Rodrigues ⁵

RESUMO

O corte a plasma vem sendo utilizado nos dias atuais em grande escala, se dirigindo para grandes negócios e até mesmo pequenos serviços, podemos encontrá-lo na indústria petrolífera nas áreas de corte de tubos e chapas e na construção de plataformas de petróleo, utilizando chapas de aço. O crescimento exponencial da técnica de corte a plasma se deu pelo avanço tecnológico das últimas décadas, que possibilitou um corte livre de escórias e ZTA reduzida. O corte a plasma conquistou seu espaço, e se sobressai ao ser comparado a outros processos, como o corte pelo processo de oxicorte. Diversos estudos mostram a eficiência do processo em diferentes materiais e com um método de corte eficiente. Grandes são as possibilidades de uso do equipamento de corte a plasma, podendo ser manual ou automatizado. Este último, garante excelência e segurança em todo o processo de corte. Nesse sentido este trabalho analisou artigos e monografias/TCC que estudaram esta técnica de corte. Assim, este trabalho buscou apresentar as principais características do corte, vantagens e sua importância e contribuição para a indústria petrolífera, mostrando as suas possibilidades de utilização que fazem com que este seja um método versátil e que garante alta produtividade, sendo um dos métodos com maior velocidade de corte, apresentando bons resultados em diferentes materiais como aço carbono e galvânico, assim como no alumínio, além de realizar corte em grandes espessuras sem a perda expressiva da qualidade da corte.

Palavras-chave: Corte a plasma, Corte mecânico e automatizado, Tecnologia de corte a plasma.

¹Aluno do Curso Técnico em Petróleo e Gás, IFPB, Campus Campina Grande-PB, kevin.nicolas@academico.ifpb.edu.br

²Aluna do Curso Técnico em Petróleo e Gás, IFPB, Campus Campina Grande-PB, flavia.renale@academico.ifpb.edu.br ;

³Aluna do Curso Técnico em Petróleo e Gás, IFPB, Campus Campina Grande-PB, graciely.fernanda@academico.ifpb.edu.br

⁴ Professor co-orientador: Doutor, IFPB, Campus Campina Grande-PB, marcos.silva@ifpb.edu.br ;

⁵ Professor orientador: Doutor, IFPB, Campus Campina Grande-PB, luiz.rodriques@ifpb.edu.br

INTRODUÇÃO

O corte a plasma vem sendo utilizado cada vez mais no meio industrial, cortando qualquer metal condutor de eletricidade, como o aço carbono, o aço galvanizado, o aço inoxidável e o alumínio, e diferente do processo de oxicorte, o corte a plasma consegue realizar o processo em materiais não ferrosos (PIMENTA, 2013).

Quando juntamos o sistema CNC presente nos métodos de corte, com o um sistema de corte a plasma, o processo de utilização da chapa é altamente otimizado, fazendo com que o risco de deformação da peça devido as altas temperaturas se reduzam, já que a velocidade de corte é superior a qualquer outro processo de corte, tendo assim, o mínimo de descarte do material. Por mais que o sistema de corte a plasma por CNC possua um alto custo, quando se tem uma empresa que detém altas demandas, é altamente recomendado optar por esse método, pois devido a sua alta velocidade de corte a produtividade aumenta consideravelmente e todo o investimento é recompensado. Além disso, se o operador for experiente, ele poderá utilizar mais de uma tocha ao mesmo tempo, fazendo com que seja possível utilizar até 4 plasmas em uma única máquina (MOTA, SANTOS, 2019).

Quando se pretende realizar cortes mais simples, em menor escala, o sistema de corte a plasma manual é o mais recomendado, já que são mais simples de operar e possuem tecnologias que tornam o corte muito eficiente e prático. Com os sistemas mais recentes o bocal da tocha já vem isolado eletricamente, permitindo o operador apoiar a tocha na peça durante a realização do corte. As possibilidades de materiais que podem ser cortados pelo processo manual são tão grandes quanto o sistema automatizado, podendo cortar chapas finas, chapas com grandes espessuras, estruturas metálicas, entre outros, além de ser empregado na indústria petrolífera, em reparos, cortes e manutenção de tubulações e dutos, usadas em refinarias de Petróleo e gás, assim como na construção de plataformas petrolíferas (PIMENTA, 2013).

Nesse contexto, dada a importância do corte a plasma para diversas áreas e, em especial, para a área de petróleo e gás, neste trabalho foi realizada uma análise de artigos e monografias/TCC que estudaram aspectos da utilização do processo de corte a plasma visando comparar com outros processos e/ou otimizar a produção de peças na indústria. Assim, foi possível obter um panorama geral da aplicabilidade e versatilidade do emprego desta tecnologia, permitindo identificar os materiais em que comumente ela é empregada e suas

implicações na qualidade do produto. A partir do trabalho desenvolvido, será possível uma maior segurança na aplicação deste método em novos trabalhos de pesquisa.

Com isso é visível as grandes possibilidades presentes no corte a plasma, fazendo com que sua importância cresça cada vez mais ao decorrer dos tempos, já que é um processo que possui grandes variedades, podendo ser utilizado diversos gases para a realização do processo, ou até mesmo a mistura dos mesmos para um corte em grandes espessuras, além disso, oferece tanto forma mecânica quanto automática de utilização, se moldando de acordo com as necessidades e verbas. As melhorias e inovações nesse processo se desenvolverá cada vez mais ao decorrer do tempo, com a realização de novos estudos, sendo de grande utilidade para a indústria de óleo e gás, agilizando processos de construção de plataformas e tubulações, com excelente qualidade.

METODOLOGIA

Para a elaboração desse trabalho, foram utilizadas fontes como artigos e monografias/TCC que avaliaram experimentalmente o processo de corte a plasma. O objetivo foi observar as principais técnicas de corte adotadas, máquinas utilizadas para a realização do processo, parâmetros e as normas de corte empregadas. Na Tabela 1 são apresentadas as publicações utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

Tabela 1- Publicações relacionadas ao corte a plasma utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

ARTIGOS RELACIONADOS AO CORTE A PLASMA	PROCEDIMENTO UTILIZADO	MATERIAL SOLDADO	MÉTODO DE PREPARAÇÃO DO AMOSTRA/EXPERIMENTO
Análise e comparação da microestrutura da ZTA do corte realizado por plasma e oxicorte em chapas de aço 1020. (CUNHA; ELISEI; 2016)	Corte a plasma e oxicorte	Chapas de aço 1020, espessura não informada	Preparação de amostras, realizando nelas o processo de embutimento, lixamento, polimento, ataque químico com ácido o nital com concentração de 2 %

Estudo comparativo da eficiência entre os processos de corte plasma e laser no material ASTM A36 na espessura de 12 mm. (CALÓ, 2013)	Corte a plasma e corte a laser	ASTM A36 na espessura de 12 mm	O material foi separado antes de sua usinagem, tendo todas as suas medidas registradas, a fim de analisar e comparar os efeitos dos processos após a realização dos cortes.
Corte com arco plasma (SANTIAGO, 2004)	Corte a plasma	Chapas de aço 1020 na espessura de 5 mm. Ligas de alumínio 1050, 5052, 5083, 6061, 2024, 2219 e 7075	Para preparação das amostras foi necessária a remoção da camada de óxido de alumínio da superfície da peça.
Comparação de características do processo de corte a plasma com o oxicorte (ANGELI, 2011)	Corte a plasma e oxicorte	ASTM A36 na espessura de 12,7 mm	Foi elaborado um projeto de corte para o processo de oxicorte e plasma, em um programa, no qual o projetista indica as peças a cortar através de um banco de dados de peças, De acordo com a espessura informada o programa configura os parâmetros de cortes para o material.
Corte a plasma: avaliação do efeito da variação dos parâmetros no processo e na qualidade do corte (FERREIRA, 2017)	Corte a plasma	Aço AISI 1045 de 3" x 1 1/4" x 1/2"	Foi feita uma análise química, por meio de ensaio metalográfico, em uma amostra do material utilizado para os corpos de prova.

Fonte: Próprio autor

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Cunha e Eliseu (2016) realizaram um estudo com a finalidade de analisar e comparar a ZTA em chapas de aço 1020 após o corte pelos processos de oxicorte e a plasma. Para tal, retiraram amostras de peças de aço 1020, das regiões superiores e laterais utilizando as técnicas dos cortes oxicorte e plasma. Após isso, as amostras foram preparadas por metalografia, passando assim por embutimento, lixamento, polimento e ataque químico utilizando como ácido o nital com concentração de 2% para que dessa forma fosse possível a análise da microestrutura do metal. Foi possível observar que em um aço 1020 é alterado em sua estrutura e morfologia quando submetido a um corte em que se utilizam os processos a quente, como

oxicorte e o plasma. Como o metal foi atingido por elevadas temperaturas proveniente dos cortes, houve a modificação em sua estrutura. Houve também a influência do tempo em que esse metal ficou exposto a essa elevada temperatura, apresentando regiões esferoidizadas na amostra cortada pelo processo a plasma, porém as características do material se igualam quando comparado ao processo de corte por oxicorte, já que o mesmo apresentou falhas equivalentes nas chapas. Entretanto, um aspecto importante é que o processo de corte a plasma permite maiores velocidades de corte, gerando maior produtividade, e utilizando peças e parâmetros adequados, teríamos uma melhor qualidade final do material cortado.

Caló (2013) realizou um estudo com o objetivo de comparar a eficiência dos processos de corte a plasma e a laser, em chapa plana de aço, ASTM A36, com espessura de 12 mm. O objetivo do trabalho foi avaliar qual processo promoveria a melhor união para o material em estudo, o qual é usado na montagem de um trator agrícola modelo BR50, fabricante CNH. A peça é montada na parte debaixo da cabine de operação e é responsável por suportar a escada do operador. Desta forma (CALÓ 2013), buscou a partir dos testes com o processo de corte a plasma, uma alternativa para fabricar as peças de forma mais barata. Ressalta-se que o processo de corte a laser é um método muito caro quando comparado a outros métodos de corte. A partir dos teste realizados por Caló (2013) foi possível concluir que a aplicação do corte a plasma em chapas de aço ASTM A36 com 12mm de espessura não foi vantajosa em comparação ao corte a laser, já que seria necessário operações secundárias para o acabamento final da peça. Entretanto, o corte a plasma apresentou velocidade de corte maior do que no processo de corte a laser, o que compensaria o tempo de rebarbação.

De toda forma, ressalta-se que quando se dispõe de poucos recursos financeiros, como em empresas menores, seria viável o uso do corte a plasma, já que é uma alternativa mais barata do que o corte a laser, que demanda altos gastos e investimentos (CALÓ 2013). O uso do aço ASTM A36 também interfere na qualidade de corte, já que possui elementos de liga em pequena quantidade, o que interfere na qualidade do corte por plasma, algo que não é visto no corte de chapas de aço 1020, por exemplo. De acordo com o material a ser cortado a velocidade de corte por plasma pode fazer também com que o número de peças produzida em determinado tempo seja maior, (ANGELI 2011), o que também compensaria o tempo de rebarbação, fazendo com que o fator produtividade se iguale ao processo de corte a laser.

Santiago (2004) buscou estudar sobre o processo de corte com arco a plasma, realizando o corte em chapas de aço 1020 de 5mm e ligas de alumínio (Tabela 1). Para a preparação das amostras foi feita a remoção da camada de óxido de alumínio da superfície da peça. Após a realização do corte foi constatado que parâmetros como teor alto de alumínio e o gás utilizado para realização do corte influenciam diretamente na formação de escórias, ar e oxigênio produzem menos escórias que outros gases. Também foi visto que em baixas velocidades a produção de escórias é maior do que em altas velocidades, pelo fato de que o processo de corte a plasma tem seu desempenho maior em alta velocidade, o que faz com que ele seja mais rápido do que outros processos de corte, consequentemente aumentando a produtividade (SANTIAGO, 2004). Como dito anteriormente, quanto maior o teor de alumínio mais provável o surgimento de escórias, assim como também pode ocorrer micro-ondas na superfície do alumínio após o corte com plasma, como mostrado na Figura 2, porém as ligas não tratadas a quente não são propensas a esse tipo de defeito. Um dos principais motivos para a ocorrência desse problema está relacionado a superfície do metal, que quando não limpa, pode fazer com que surja óxido de alumínio além da contaminação por hidrocarbonetos que afetam diretamente na qualidade de corte (SANTIAGO 2004), desta forma, foram encontrados no corte de algumas ligas de alumínio específicas a presença de escórias e de ZTA de aproximadamente 5 mm.

Apesar do corte a plasma ser usado em sua maioria em chapas de aço, ele pode sim realizar o corte em ligas de alumínio, porém para isso é necessário uma boa preparação da superfície da chapa além de manuseio adequado, livre de contaminantes, não afetando na qualidade de corte, assim como escolher a qual a velocidade de corte ideal para não afetar o material final, garantindo toda a excelência que o processo oferece .

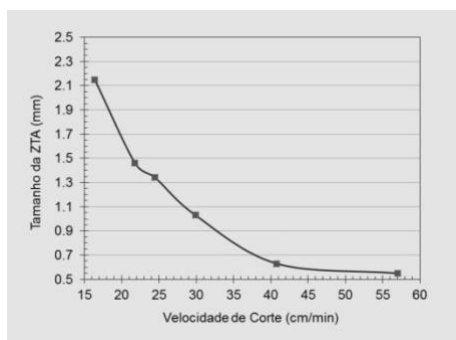
Angeli (2011) estudou sobre um processo de corte da empresa Esos Equipamentos industriais, com o objetivo de verificar qual dos processos de corte, a plasma ou oxicorte, seria mais vantajoso para a empresa de acordo com os seguintes parâmetros: material de trabalho, espessura de corte e a capacidade de corte longitudinal e lateral. O primeiro passo para a comparação dos processos foi definir a espessura da chapa que seria utilizada durante o corte, a empresa acabou escolhendo uma chapa de 12,7 mm, observando assim, qual método seria mais vantajoso nessa espessura. Para os testes de corte, escolheram peças com formato retangular e argola, a fim de visualizar quais seriam os efeitos nos cantos e na circularidade utilizando os dois processos de corte. Com a execução dos cortes foi possível observar que o processo de corte por plasma se sobressaiu sobre o oxicorte, já que sua velocidade foi 2 vezes maior, enquanto, os níveis de deformação da chapa e de formação de escórias foi muito maior

no processo de oxicorte o que implicou em gastos adicionais de tempo, para a eliminação dessas deformidades e escórias.

Como dito ao decorrer do artigo, o processo de corte por plasma possui um custo maior quando se compara com outros processos. Entretanto, como mostrado no estudo Angeli (2011) após a realização do processo por oxicorte foi necessário realizar a rebarbação da chapa, o que consumiu mais tempo, e mesmo o processo de oxicorte possuindo um custo de aquisição menor, ele se torna mais caro que o processo de oxicorte quando analisados os fatores de manuseio e operação. O plasma apresentou custo operacional de 20 à 30% menor do que o oxicorte. Sendo assim, vemos que vale a pena investir em um método mais caro, que trará um melhor acabamento das peças, assim como aumentará a produtividade, recuperando o valor investido.

Ferreira (2017) fez um estudo buscando conhecer qual seria a influência dos parâmetros do processo de corte a plasma (velocidade de deslocamento da tocha, corrente elétrica, distância entre a peça e a tocha e o sentido de corte) na microestrutura do aço AISI 1045. Antes da realização do corte foi feita uma análise química, por meio de ensaio metalográfico, em uma amostra do material utilizado para os corpos de prova. Após a realização do corte foi observado que quanto menor a velocidade de corte, maior será a ZTA formada, conforme mostra a Figura 1, já que entrará mais calor na peça. Ressaltou, entretanto, que isso não seria um problema que afetaria a eficiência do corte a plasma, já que um ponto em que ele se destaca sobre os outros processos é na sua grande velocidade de corte.

Figura 1- Gráfico velocidade de corte X tamanho da ZTA do corpo de prova.



Fonte: Ferreira, 2017.

Adicionalmente, Ferreira (2017) concluiu que a altura em que a tocha está posicionada não irá afetar na quantidade de energia que entra na peça durante a realização do corte, e assim, essa não teria efeito sobre a ZTA. Por outro lado, em relação a qualidade da peça, a altura da

tocha influencia de maneira direta, já que quanto maior a altura, mais alongado será o arco formado, ficando mais estável e alongado. Em relação ao sentido de corte não foi verificada nenhuma mudança na qualidade da peça ou alterações na ZTA/microestrutura possibilitando que o corte se realize independente da direção escolhida pelo operador, sendo uma grande vantagem, já que optando por esse método de corte não é necessário cortar a peça em apenas uma posição (FERREIRA 2017).

Recentemente também surgiram sistemas que realizam todo o processo de corte para a junção de tubulações de forma altamente precisa, utilizando o processo de corte plasma CNC, onde o software é responsável por realizar os cálculos de tamanho e angularidade de corte, com isso não teríamos problemas com deformidades ou defeitos na peça, além de não ser necessário o tempo de desenvolvimento de projetos de elaboração de moldes, sendo realizado inteiramente pelo sistema de corte a plasma. Na área petrolífera utilizar esse método seria grandemente vantajoso, visto que tanto em refinarias como em plataformas o uso de tubulações é indispensável, e o incremento na produção das mesmas será muito lucrativo para as empresas (SOUSA; SILVA, 2016). A Figura 2 mostra um exemplo de cortes normalmente realizados em tubulações para a realização da junção.

Figura 2 - Tipos de corte usualmente feitos nos tubos para realização das junções.



Fonte: Sousa e Silva, 2016.

De acordo com os trabalhos analisados, é possível verificar algumas das principais vantagens do corte a plasma, quanto a sua utilização: baixo risco de deformação, cortes de precisão, mínima ZTA, alta velocidade de corte, pouca perda de material, economia em relação ao gás aplicável, possibilidade de corte de figuras geométricas complexas, entre outros. Outro ponto importante é a possibilidade de usar vários tipos de gases, um grande exemplo é o gás GLP que pode ser utilizado como fonte de energia, para o processo de corte a plasma e é

proveniente do petróleo. Também é importante ressaltar que o processo de corte a plasma é menos poluente que outros processos.

Destaca-se ainda que os processos de corte a plasma evoluíram bastante. Com a aplicação desse processo em conjunto com sistemas CNC, podemos desenvolver funções como anti colisão, corte de encadeamento, corte de ponte entre outros.

Adicionalmente, dada a versatilidade do processo, pode-se vislumbrar diversos usos do corte a plasma na construção de estruturas e na fabricação de produtos em diversos setores industriais, em especial, destacando a área de petróleo e gás, é possível perceber a importância desse processo na construção de dutos para o transporte de óleo e gás, assim como na construção e montagem de estruturas onshore e offshore.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo o corte mais recomendado para chapas e metais que tenham de 11 mm a 25 mm, o corte a plasma pode proporcionar bons resultados finais com uma ZTA reduzida ao se comparar a outros processos. Ao investir em um sistema de corte a plasma seja mecanizado ou manual, se percebe todas as suas vantagens, como citadas ao decorrer do artigo, como por exemplo: melhor qualidade de corte, maior produtividade, menor custo por peça, maior lucratividade, fácil utilização comparado a outros processos, maior flexibilidade, maior segurança, menos poluente que outros processos de corte, e além disso, quando comparado com o oxicorte, o corte a plasma permite pouca formação de escórias, menor ZTA e uma velocidade de corte que chega a ser 2 vezes maior.

É notório o aumento da utilização de corte a plasma, e isso se dá principalmente ao avanço tecnológico que surgiu ao decorrer do tempo, proporcionando mais segurança e eficácia. As tendências para essa técnica crescem ao decorrer do tempo, tendo em vista que a cada nova pesquisa, melhorias para o corte a plasma são propostas.

No mais é importante ressaltar a necessidade de um profissional especializado para a realização do processo, seja manual ou automático, garantindo assim um bom aproveitamento da peça ou chapa a ser cortada, sem a criação de escórias, rebarbas ou algum outro tipo de problema.

A partir do desenvolvimento de mais pesquisas, a utilização do corte a plasma na indústria poderá aumentar ainda mais, especialmente, quando se pensa na construção de

estruturas complexas como a de uma plataforma de petróleo ou na manutenção de uma tubulação de óleo ou gás.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do IFPB e CNPq, disponibilizado através do edital nº 18/2020 - PIBIC-EM – CNPq .

REFERÊNCIAS

ANGELI, L.L.P. **Comparação de características do processo de corte a plasma com o oxicorte**. Piracicaba. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Mecânica. Escola de Engenharia de Piracicaba, Piracicaba, São Paulo.

CALÓ, E. Estudo comparativo da eficiência entre os processos de corte plasma e laser no material ASTM A36 na espessura de 12 mm. 2013. Monografia. Engenharia de Soldagem. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, São Paulo.

CUNHA, G. A. ELISEI, C. A. **Análise e comparação da microestrutura da zta do corte realizado por plasma e oxicorte em chapas de aço 1020**. 2016. Artigo científico. XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência. Universidade do Vale do Paraíba, Barra Mansa, Rio de Janeiro.

FERREIRA, M.M.S. **Corte a plasma: avaliação do efeito da variação dos parâmetros no processo e na qualidade do corte**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de engenharia de materiais curso de engenharia de materiais. centro federal de educação tecnológica de minas gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais .

MOTA. G.A. SANTOS. R.B. **Desenvolvimento de uma mesa de corte a plasma de baixo custo**. 2019. Artigo científico. Curso de engenharia mecânica. Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica. Dourados - MS .

PIMENTA S.W. Estudo comparativo entre os processos de corte plasma e jato de água para chapa de aço inoxidável de 1" utilizado na construção de máquinas especiais. 2013. Monografia. Curso de engenharia de soldagem. São Caetano do Sul - SP .

SANTIAGO, V.A. Corte com arco plasma. 2004. Artigo. XI SIMPEP, Universidade Federal de Itajubá, Bauru, SP.

SOUSA, J.C. SILVA, R. Análise de projetos de tubulações industriais utilizando gabaritador de tubos em graus. 2016. Artigo. Curso de Engenharia. Universidade de Ribeirão. Ribeirão Preto - SP.