



## A INFLUÊNCIA DA CORRENTE ELÉTRICA DE SOLDAGEM NA ANÁLISE GEOMÉTRICA DO PROCESSO DE SOLDAGEM DO ELETRODO REVESTIDO BTS 7100.

### **Angelo Augusto Negrão da Silva.**

Nome da instituição e endereço: Universidade Federal do Pará, Departamento de Engenharia Mecânica. Rua Augusto Corrêa, 01, Bairro Guamá. Belém, PA  
e-mail: angelogusto@hotmail.com

### **Eduardo de Magalhães Braga.**

e-mail: edbraga@ufpa.br

### **Pantoja Fernandes.**

e-mail: pantoj@click21.com.br

**Resumo:** A soldagem é um processo de fabricação fundamental na atualidade, sendo aplicada em diversos segmentos da indústria, porém ela ainda possui estudos limitados comparados a outros campos de pesquisas, por esse motivo, o seu aprimoramento deve ser buscado e consolidado. Mais especificamente temos a soldagem de revestimento que busca proteger estruturas metálicas contra a corrosão e o desgaste, esta técnica exige grandes dimensões de largura e reforço do cordão de solda. Visando essas considerações, esse trabalho estuda a influência da corrente de soldagem nas características geométricas do processo de soldagem com o consumível eletrodo revestido da classe BTS7100, que é utilizado como revestimento de anti-abrasão. Para tanto, foi analisado de modo comparativo as amostras de soldagem em três valores de corrente (120, 145 e 170 A), assim podendo indicar o parâmetro mais adequado. Como resultado foi verificado que a corrente de soldagem é diretamente proporcional à largura, as penetrações e ao reforço do cordão e que na corrente de 170 A o processo foi mais bem sucedido.

**Palavras-chave:** Soldagem de Revestimento, Eletrodo Revestido, Características Geométricas.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das mais importantes linhas de pesquisa na área da soldagem é a análise geométrica da solda para um melhor controle do processo. Essa análise pode ajudar na identificação dos procedimentos e consumíveis adequados a serem aplicados para satisfazer certas necessidades, como preenchimento, revestimento e união de juntas metálicas.

O processo de soldagem com eletrodo revestido é um dos mais utilizados na indústria devido a sua versatilidade e seu baixo custo. Neste trabalho é utilizado este processo, tendo como metal de adição o eletrodo da classe BTS 7100 que é empregado em revestimento de estruturas onde são requeridas elevadas resistências à abrasão e ao impacto moderado. Essa técnica de revestimento é utilizada principalmente em estruturas de difícil manutenção e alto custo que sofrem desgaste pela corrosão e abrasão, ela é realizada a partir da deposição de solda sobre a superfície criando uma camada de proteção, desse modo preservando e aumentando a vida útil da estrutura metálica.

Pela análise da composição do metal de adição (4,5% C, 32% Cr, 3% Si e 60,5% Fe) verifica-se que se trata de uma liga ferro-cromo com alto teor de carbono e que possui como características consideráveis à dureza, a resistência mecânica e resistência à corrosão, portanto esse material fornece um ótimo revestimento.

As características geométricas são diretamente influenciadas pelos parâmetros de soldagem (a corrente de soldagem, tensão, diâmetro do eletrodo, velocidade de soldagem, espessura da chapa, polaridade do eletrodo e habilidade do soldador). Para alcançar os parâmetros mais eficientes são necessários inúmeros testes e ajustes do processo, no caso da soldagem de revestimento é interessante termos maiores dimensões de largura e reforço. O trabalho proposto tem como objetivos principais analisar, de modo comparativo entre três faixas de correntes, as características geométricas do metal de solda (penetração, reforço, largura e diluição) levantando os melhores parâmetros de soldagem e indicando a melhor aplicação do consumível para a indústria.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento é realizado a partir da simples deposição de cordões de solda sobre chapas de aço carbono SAE1020 nas dimensões 141 mm x 38 mm x 11 mm, utilizando o processo eletrodo revestido e como consumível o eletrodo da classe BTS7100, com diâmetro de 8 mm. Esse eletrodo é considerado espesso, pois a espessura do seu revestimento é muito maior do que o diâmetro de sua alma, por esse motivo ele requer maiores intensidades de corrente para ser fundido.

As soldagens foram realizadas manualmente no sentido empurrando, na posição plana com o uso de uma fonte eletrônica modelo Digitec600 em três níveis de variação da corrente (120A, 145A e 170A), com corrente contínua positiva, sendo os outros parâmetros mantidos constantes. Seguindo o planejamento são feitas duas soldagens para cada corrente de estudo, portanto somando seis amostras ao todo.

Foi realizada a análise visual dos cordões para a verificação de deformações, defeitos superficiais ou salpicos. Após essa etapa os corpos de prova foram cortados transversalmente na parte média das chapas soldadas, de onde foram retiradas amostras (Figura 1) para a análise geométrica dos cordões.

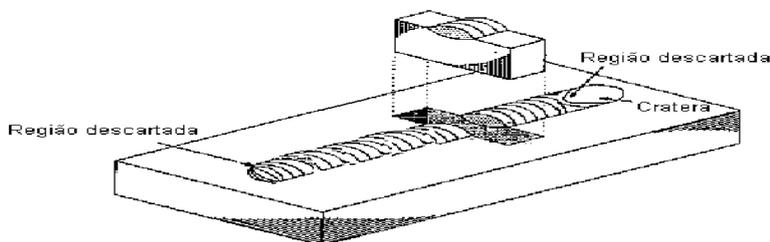


Figura 1: Esquema de corte dos corpos de prova para caracterização geométrica. (Coutinho, 1998)

Continuando a pesquisa, houve a preparação das amostras segundo os padrões metalográficos, que aconselha lixamos essas (granulação de 230 a 600mesh) e posteriormente aplicar por passada o reagente químico Nital 3% (3% $\text{HNO}_3$  e 97% de etanol) com o objetivo de visualizar a geometria do cordão. Para medir as dimensões lineares do cordão de solda (Figura 2, penetração –  $p$ , largura –  $l$  e reforço –  $r$ ) as imagens das amostras são digitalizadas com a ajuda de um software comercial de engenharia.

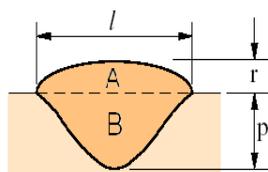


Figura 2: Representação das características geométricas de um cordão de solda:  $p$  (penetração);  $r$  (reforço);  $l$  (largura); A (área depositada); B (área fundida). (Modenesi, 2001)

A diluição ( $\delta$ ) foi verificada de modo semelhante às características geométricas, no entanto ela é dada pela equação de diluição (Equação 1) que é razão da área depositada (A) pela área total do cordão de solda, área fundida mais a depositada (A+B).

$$\delta(\%) = \frac{A}{(A+B)} \times 100 \quad (1)$$

### 3. RESULTADOS

Os cordões de solda visualizados longitudinalmente para a observação de defeitos superficiais apresentaram uma sanidade satisfatória, com poucos salpicos. Tendo analisado a geometria das amostras, são observadas consideráveis diferenças nas dimensões dos cordões de solda (Tabela 1), sendo que de acordo com o aumento da corrente a largura, a penetração e o reforço da solda aumentaram gradativamente.

Tabela 1: Diferença nas dimensões do cordão de solda

Identificação das amostras	Corrente de soldagem (A)	Largura (mm)	Reforço (mm)	Penetração (mm)
01	120	9.84	3.22	1.94
1R	120	10.96	2.73	2.43
02	145	12.55	3.28	2.02
2R	145	13.56	2.96	2.98
03	170	15.89	3.46	2.91
3R	170	12.52	3.81	2.32

As variações das dimensões médias foram dispostas em gráficos para a melhor comparação individual. Primeiramente é destacada a variação da largura (Figura 3) que obteve o maior valor na corrente de 170 A, essa dimensão foi a mais influenciada pelas alterações de corrente de soldagem.

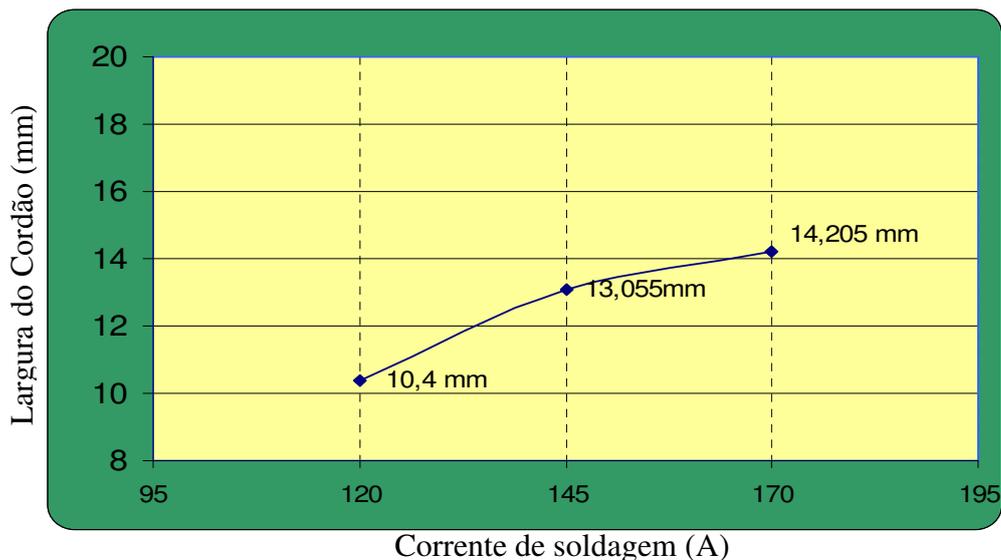


Figura 3: Variação da largura do cordão de solda em função da corrente de soldagem

As alturas médias do reforço dos cordões também seguiram um aspecto crescente em relação a corrente, sendo obtida a maior variação da dimensão entre os experimentos que utilizaram as correntes de 145 e 170A como podemos ver no gráfico a seguir (Figura 4).

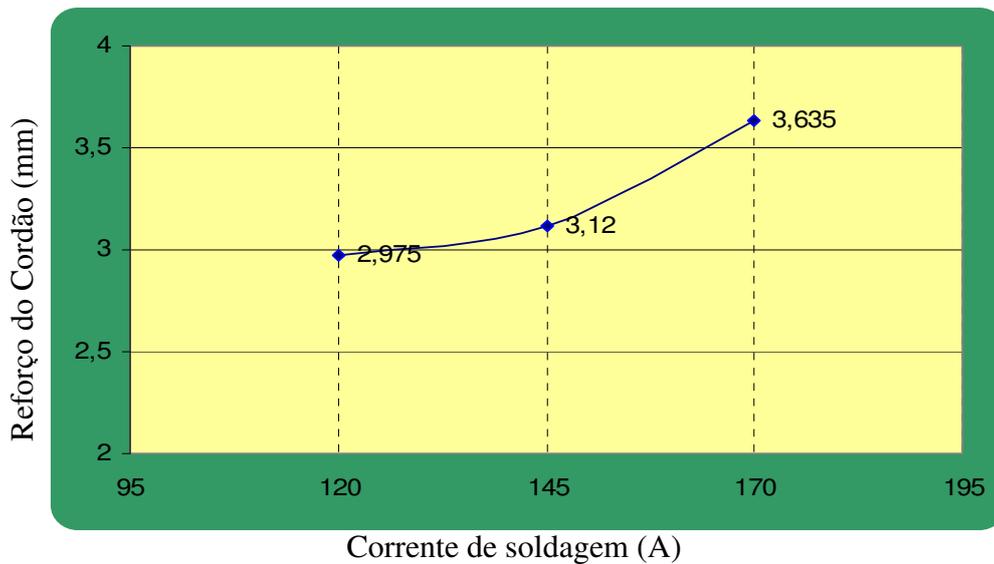


Figura 4: Variação do reforço do cordão de solda em função da corrente de soldagem

Apesar de todas as características geométricas serem influenciadas pelo acréscimo de corrente, a menos afetada foi a penetração (Figura 5).

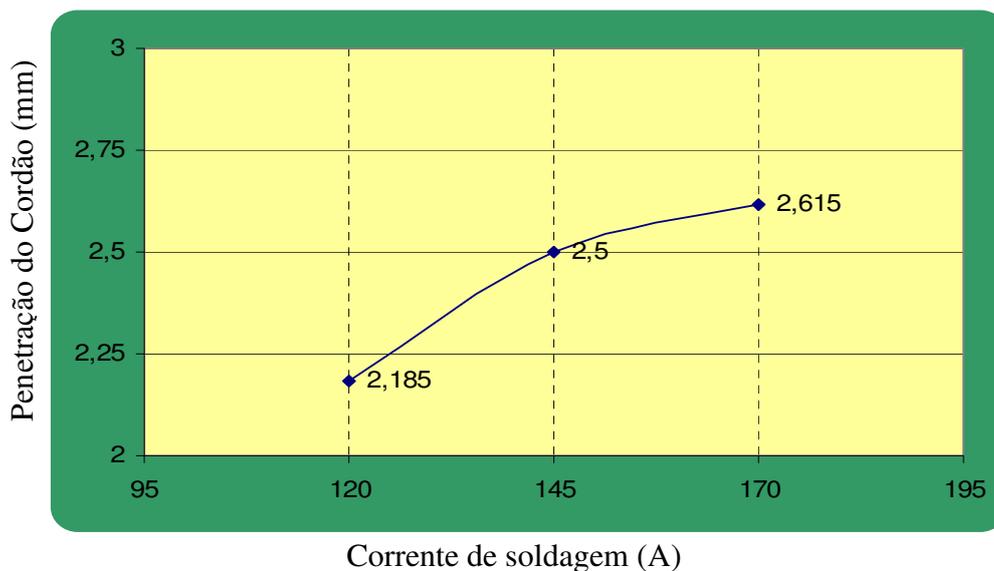


Figura 5: Variação da penetração do cordão de solda em função da corrente de soldagem

Inesperadamente, a maior diluição foi observada na corrente elétrica mediana (145A) e não na mais elevada (170A) que possui as maiores áreas (Tabela 2). Esse comportamento é destacado, pois apesar das dimensões lineares seguirem uma tendência de crescimento acompanhando o aumento de corrente, a diluição se tornou uma exceção (Figura 6).

Tabela 2: Dimensões Médias do Cordão de Solda

Áreas Médias	Corrente 120(A)	Corrente 145(A)	Corrente 170(A)
Penetração (mm <sup>2</sup> )	11.54	19.47	22.48
Reforço (mm <sup>2</sup> )	23.46	30.15	37.74
Área total do cordão (mm <sup>2</sup> )	35	49.62	60.22
Diluição	32.97%	39.23%	37.32%

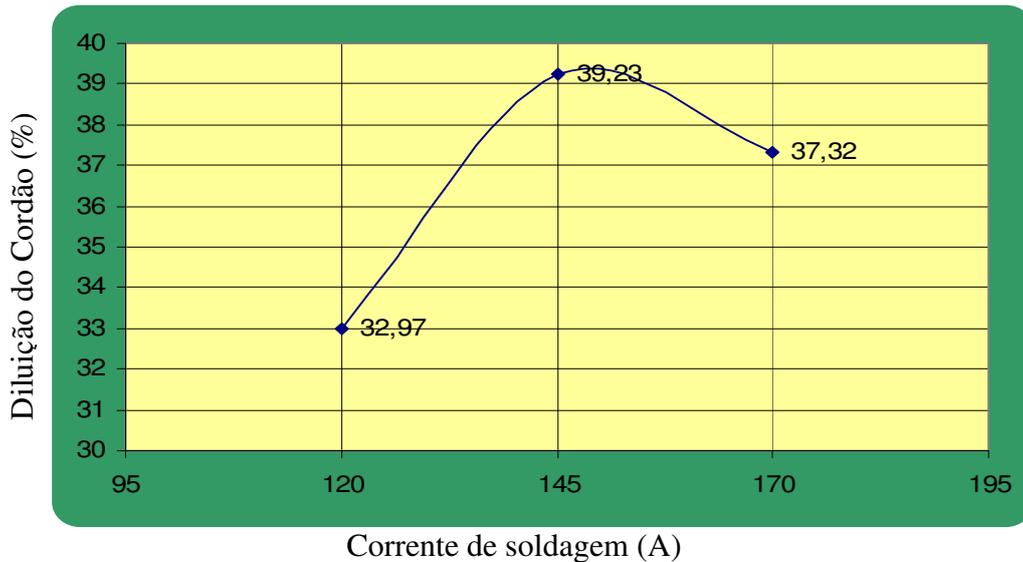


Figura 6: Diluição do cordão de solda em função da corrente de soldagem.

Quando comparado às formas das amostras e suas dimensões ficou claro que a melhor soldagem para revestimento foi a que utilizou a corrente de soldagem na faixa de 170 A, pois essa obteve as maiores dimensões de larguras e reforços.

#### 4. CONCLUSÃO

Com a análise da experiência realizada se conclui que as características geométricas do cordão são diretamente influenciadas pela corrente, ou seja, são maiores quanto maior for a corrente de soldagem. Esse fato pode ser explicado devido ao efeito Joule que proporciona um aporte térmico mais elevado ao passo do aumento da corrente, esse acréscimo na energia térmica fornecida irá fundir uma quantidade de eletrodo mais considerável, sendo assim refletida nas dimensões do cordão. Em relação à diluição, a irregularidade apresentada se explica pelo crescimento de 25% da área do reforço e apenas 15% de crescimento na área da penetração entre a corrente de 145A e 170A modificando irregularmente a razão que dá origem a diluição, essa diferença esta relacionada com o desempenho do soldador que na corrente de 145A obteve-se uma melhor estabilidade do processo, resultando em uma diluição mais eficaz.

Por fim, descreveria os aspectos geométricos do eletrodo revestido BTS 7100 como um ótimo processo para revestimento, pois ele possui consideráveis dimensões de largura, reforço e cumpri com suas especificações. Sendo que, na corrente de soldagem de 170A é a mais recomendada para a soldagem de revestimento.

#### 5.AGRADECIMENTOS

Agradeço todos os amigos do Grupo de Estudos em Tecnologia de Soldagem (GETSOLDA/UFPA) que tornaram esse trabalho possível, principalmente a Thiago Barrozo pela iniciativa da pesquisa e pelo conhecimento compartilhado. Também devo agradecimentos a Cássio Patrick e Tércio Cabral que ajudaram a desenvolver e programar essa pesquisa.

#### 6.REFERÊNCIAS

Cabral, T. da Silva 2005, “Pesquisa sobre os diversos tipos de fluxos dos eletrodos revestidos, caracterização e função”.

Marinho, F.L.C. 2005, “Influência da utilização da polaridade negativa sobre as características geométricas de soldas de revestimento”.

MARQUES, P. V. Tecnologia da Soldagem Universidade Federal de Minas Gerais - 1ª edição 1991 Metals Handbook, American Society for Metals, 1983: “Weld Overlays”, v 6, 9ª Ed., Metal Park, Ohio, ASM, pp. 526-534.

MONDENESI, P. J., 2001, “Coleção Tecnologia da Soldagem-Senai, Osasco”.

## **THE INFLUENCE OF THE WELDING CURRENT ON GEOMETRIC ANALYSIS OF THE BTS 7100 COATED ELECTRODE PROCESS.**

**Angelo Augusto Negrão da Silva.**

*Name of institution and address: Federal University of Pará, Department of Engineering Mechanics. Augusto Corrêa street, 01, Guamá Quarter. Belém, Pará.*

*e-mail: angelogusto@hotmail.com*

**Eduardo de Magalhães Braga**

*e-mail: edbraga@ufpa.br*

**Pantoja Fernandes.**

*e-mail: pantoj@click21.com.br*

**Abstract** *The welding is a process of basic manufacture in the present time, being applied in diverse segments of the industry, but it still have limited comparative studies to other fields of research, for this reason, its improvement must be searched and consolidated. More specifically we have the covering welding that it will protect metallic structures against the corrosion and wear, this technique demands great dimensions of width and reinforcement of the weld. Aiming at these considerations, this work studies influences from welding current in the geometric characteristics of the process of welding with the consumable coated electrode of rank BTS7100, used for anti-abrasion covering welding. In that, the samples of welding had been analyzed in three rank's values to compare (120, 145 and 170 amperes), so we will be able to indicate the parameter most adequate. As result was verified that the welding current is directly proportional to the width, the penetration and to the reinforcement of the weld and the process most succeeded was using the current of 170 amperes.*

**Keywords:** *Welding of Covering, Coated Electrode, Geometric Characteristics.*