

## Desenvolvimento de portal *Web* como ferramenta para utilização na soldagem a ponto por resistência elétrica

Osni Augusto Souza da Silva<sup>1</sup>; [0000-0002-6248-9249](tel:0000-0002-6248-9249)

Alexandre Alvarenga Palmeira<sup>1,2</sup>; [0000-0002-9271-8858](tel:0000-0002-9271-8858)

Izabel de Oliveira da Mota<sup>1</sup>; [0000-0001-6276-5381](tel:0000-0001-6276-5381)

Eduarda Labarba de Oliveira<sup>1</sup>; [0000-0003-2254-5493](tel:0000-0003-2254-5493)

Mateus Filipe Lopes da Rocha Barros<sup>1</sup>; [0000-0003-4214-8356](tel:0000-0003-4214-8356)

*1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.*

*2 – UERJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Tecnologia, Resende, RJ*

[osni.silva@foa.org.br](mailto:osni.silva@foa.org.br)

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi a criação de um portal *WEB* responsivo que trará ferramentas para análise e informações sobre as principais variáveis do processo de Soldagem a Ponto por Resistência Elétrica e fatores que podem interferir ou prejudicar a qualidade da solda por resistência, quais as principais causas de imperfeições na solda a ponto e classificação do processo de solda por resistência. A motivação para desenvolvimento desse trabalho é disponibilizar um endereço na internet que através de uma página venha a auxiliar pessoas que pretendem melhorar seus processos de trabalho e qualidade das soldas. Vários fatores/aspectos são relevantes nesse processo, como: Intensidade de corrente; Pressão exercida pelos eletrodos; Tempo de aplicação da corrente; Composição do material; Condutibilidade térmica e elétrica do material; Estado superficial do material; Material dos eletrodos e Forma e estado superficial dos eletrodos. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre processo de Soldagem a Ponto por Resistência Elétrica, uma vez esse conhecimento melhor sedimentado iniciou-se o desenvolvimento do portal *WEB* onde as informações sobre este processo estão disponíveis, o desenvolvimento do portal *WEB* seguiu as seguintes etapas: 1 – Definição dos objetivos; 2 - Identificação do público-alvo; 3 - Projeto; 4 - *Web* Design e Redação; 5 – Programação; 6 - Testes de validação e Otimização; 7 - Implantação ou Lançamento. O portal *WEB* constitui em uma ferramenta de aprendizagem e capacitação muito útil na formação do aluno de graduação em engenharia, assim como para profissionais/pessoas que necessitem de um maior conhecimento na área de Soldagem a Ponto por Resistência Elétrica. Pois além de apresentar conhecimentos contendo o portal *WEB* também apresenta ferramentas que permitem a simulação dos parâmetros do processo de soldagem e a avaliação das suas respectivas influências.

**Palavras-chave:** Soldagem resistência. Soldagem por pontos. Portal *WEB*.

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

## INTRODUÇÃO

A soldagem é o mais importante processo de união de metais usado industrialmente. Apresenta aplicações muito variadas que abrangem desde a construção de itens simples, de baixa sofisticação, muitas vezes usados em aplicações de pouca responsabilidade, até estruturas e componentes sofisticados que, caso falhem, podem colocar em risco a vida humana, causar danos ao ambiente e gerar enormes prejuízos (BRANCO, 2019). Em muitas aplicações, a soldagem pode complementar ou competir com outros processos de união (união mecânica, colagem e outros) e de fabricação (como a fundição, conformação mecânica e a usinagem), sendo importante, para o sucesso da aplicação, a correta escolha e aplicação do processo de soldagem a ser usado (MODENESI, 2007).

A solda nada mais é do que o resultado da soldagem, ou seja, o material ou ligações resultantes dessa operação. Embora possa ser considerado como incorreto, é comum usar a palavra solda para expressar o processo, por exemplo: “A solda elétrica é um processo muito versátil...” (STOCCO, 2010). Segundo AUTOMAÇÃO E ROBÓTICA (2021):

Na soldagem por resistência elétrica, as peças a serem soldadas são pressionadas uma contra outra por meio de eletrodos, normalmente de cobre. Por estes é passada uma alta corrente que ocasiona, segundo a Lei de Joule<sup>1</sup>, uma quantidade de calor proporcional ao tempo, resistência elétrica e intensidade de corrente, que deverá ser suficiente para permitir que a região de contato entre as peças a serem soldadas atinja o ponto de fusão (SUKHA, 2021).

A soldagem por resistência elétrica pode ser: Por pontos, Por pontos salientes, Por costura (contínua ou interrompida), Topo-a-topo (resistência-pressão ou arco-pressão). Independentemente do tipo de soldagem por resistência elétrica, tem como fatores fundamentais: corrente, tempo, pressão e resistência do material a soldar (WAINER, 1992).

Devemos considerar que a resistência total do material a soldar varia com os seguintes fatores: Composição química das chapas e dos eletrodos; Com a pressão aplicada; Com o estado das superfícies em contato; Com a condutibilidade térmica do

<sup>1</sup> A energia elétrica dissipada em um resistor, num dado intervalo de tempo  $\Delta t$ , é diretamente proporcional ao quadrado da intensidade de corrente que o percorre

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

material; Com a condutibilidade elétrica do material (WAINER, 1992). Para uma boa soldagem, é necessário que se tenha um equilíbrio térmico entre as chapas, isto é, quando as chapas devem atingir um mesmo valor de temperatura, ao mesmo tempo. Assim haverá necessidade de um balanço térmico quando os materiais possuem espessuras diferentes ou quando os materiais de diferentes condutibilidades térmicas ou elétricas são unidos. (CHAO, 2003).

Alguns fatores interferem direta ou indiretamente na Soldagem a Ponto por Resistência Elétrica e são ditados pela própria máquina ou pelo material, sendo temos: Fatores Relativos à Máquina (Intensidade de corrente; Pressão exercida pelos eletrodos e Tempo de aplicação da corrente) e Fatores Relativos ao Material de Base (Composição do material; Condutibilidade térmica e elétrica do material e Estado superficial do material) e outros são considerados secundários (Material dos eletrodos e Forma e estado superficial dos eletrodos) (ALVARENGA, 1993).

Quanto maior a intensidade de corrente menor o tempo de soldagem, portanto maior rendimento. A corrente não deve ser muito alta com o perigo da expulsão do material fundido. As correntes usadas variam desde intensidade da ordem de 2.000 A, podendo atingir, em alguns casos, até 100.000 A. As voltagens são da ordem de 1 a 15 V. A intensidade de corrente é responsável, juntamente com o tempo, pela dimensão e resistência do ponto de solda. A densidade de corrente admitida pelos eletrodos marca o limite máximo de intensidade de corrente do mesmo. O tempo de aplicação da corrente de solda é medido em ciclos, ex.:  $\frac{1}{4}$  c,  $\frac{1}{2}$  c, 1 c, 2 c, 8 c, 10 c, 20 c, etc.; onde 1 c = 1/60 seg. Geralmente não ultrapassa os 25 a 30 c. (ALVARENGA, 1993)

A força dos eletrodos tem elevada (fundamental) importância na soldagem o que é demonstrado pelas suas finalidades, a saber: Sujeitar as partes a soldar; Permitir as partes em contato, um contato localizado entre as chapas; Forjar o material, soldando-o por caldeamento; Refinar o grão pelo trabalho mecânico; Expulsar os gases da interface das chapas no ponto soldado. Deve-se, ainda, prever um bom acabamento e limpeza das superfícies em contato, pois a oxidação superficial e impurezas aí localizadas obrigam a um aumento de pressão, tempo e de intensidade de corrente.

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

Pois, além dos problemas inerentes às alterações do processo as impurezas e oxidações superficiais, podem acarretar o abaixamento da resistência mecânica do ponto soldado, pois podem originar vazios e inclusões no interior dos pontos. (SUNKHA, 2021)

Conforme apresentado vários fatores/aspectos são relevantes nesse processo, buscando contribuir na evolução do estudo e aprendizagem do discente este trabalho tem como objetivo criar uma ferramenta, para fins didáticos, que permita ao discente analisar os principais parâmetros de soldagem por resistência elétrica a ponto, critérios de qualidade, escolha da máquina adequada, consumo de energia, escolha adequada dos eletrodos, compatibilidade entre materiais soldáveis ou não, fatores que podem interferir ou prejudicar a qualidade da solda por resistência, as principais causas de imperfeições na solda a ponto e classificação do processo de solda por resistência.

## MÉTODOS

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre processo de soldagem por resistência elétrica ponto, porém o mesmo levou em consideração que o objetivo do portal *WEB* é auxiliar alunos de graduação em engenharia, fato este que não levou a um grande aprofundamento sobre o tema. Uma vez esse conhecimento melhor sedimentado iniciou-se o desenvolvimento do portal *WEB* onde as informações sobre este processo estarão disponíveis, assim como este servirá de guia para definição de parâmetros de soldagem frente as necessidades do usuário. Para tanto o desenvolvimento do portal *WEB* seguiu as seguintes etapas:

1 - Etapa inicial: foram definidos de forma ampla todos os objetivos. Estruturado um pequeno *Briefing* para analisar como funciona o portal, quais produtos ou serviços serão fornecidos, características e diferenciais.

2 - Identificação do público-alvo: nesta etapa foi definido de forma mais clara o público-alvo, alunos de graduação em engenharia. Sendo assim o portal foi desenvolvido de forma a atender as necessidades e anseios dos usuários de graduação, na tentativa de tornar o mesmo mais agradável e interativo para o seu público, permitindo maior visitação e conseqüente expansão.



# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

3 - Projeto: nesta etapa ocorreu a definição de como foram passadas as informações do *Website* e quais tecnologias foram empregadas em seu desenvolvimento. Também foi definida a estrutura de navegação baseados no mapeamento de conteúdo para composição do site.

4 - *Web Design* e Redação: criação do design adequado à identidade visual do cliente. Definimos nesta fase o layout inicial, objetivando o equilíbrio entre os elementos do site, tais como parte gráfica e textos, visando a máxima performance para que os usuários tenham uma navegação rápida e agradável.

5 - Programação: com o layout, inicial, aprovado e existindo a necessidade de dinamização do projeto, iniciou-se o processo de programação, onde foram configurados os bancos de dados e scripts. Nesta etapa também foram definidos Parâmetros de Soldagem que foram disponibilizados em planilhas de forma a permitir que o usuário simulasse a Soldagem a Ponto por Resistência Elétrica, a saber: intensidade de corrente, pressão exercida pelos eletrodos, tempo de aplicação da corrente, material a ser soldado, condutibilidade térmica e elétrica do material a ser soldado e material dos eletrodos.

6 - Testes de validação e Otimização: esta etapa está em andamento, pois o portal desenvolvido está sendo testado e otimizado pelos componentes do trabalho, além de estar sendo submetido à apreciação de discentes do curso de engenharia que não possuem envolvimento direto com o projeto. Sendo assim, espera-se que estes discentes atuem criticando o portal fornecendo assim subsídios para melhora e otimização do mesmo.

7 - Implantação ou Lançamento: após cumprida todas as etapas anteriores, com todos os testes efetuados e todos os sistemas instalados e rodando, o portal será cadastramento em sistemas de busca, permitindo assim que o mesmo possa ser utilizado por qualquer aluno de graduação em engenharia, profissionais do ramo e/ou pessoas que possuam interesse no tema.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O portal *WEB* foi desenvolvido de modo a ser o mais intuitivo, amigável e instrutivo, de forma auxiliar os alunos de engenharia no desenvolvimento profissional e aprendizagem acadêmica. Entre as diferentes ferramentas disponíveis no portal *WEB* através das abas (Figura 1), temos: HOME, TIPOS DE MÁQUINAS, PARÂMETROS DE SOLDAGEM, PLANILHAS E FERRAMENTAS PARA ANÁLISE.

Figura 1 – Design do portal *WEB*



Fonte: autores (2022)

Na aba HOME estão disponíveis diversas informações sobre o processo, características, vantagens e desvantagens, entre outros, um exemplo é apresentado na figura 2, a seguir. Na aba TIPOS DE MÁQUINAS, são apresentados diversos equipamentos utilizados neste processo, assim como suas características, parâmetros de configuração e aplicações.

Figura 2 – Exemplo de informações na aba HOME



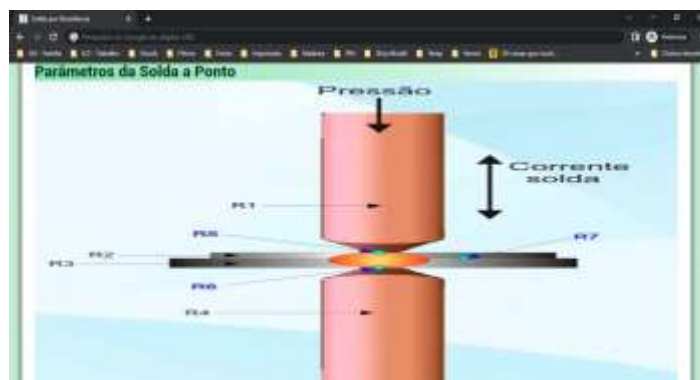
Fonte: autores (2022)

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

Outro exemplo, está na aba PARÂMETROS DE SOLDAGEM estão disponíveis informações mais técnicas sobre o processo, e como o mesmo se comporta frente a diferentes parâmetros de soldagem. De forma a tornar a disseminação da informação mais atrativa esta aba, assim como as demais, faz uso de animações associadas as informações técnicas, como pode ser observado na Figura 3, a seguir.

Figura 3 – Design do portal WEB



Fonte: autores (2022)

Na aba PLANILHAS E FERRAMENTAS PARA ANÁLISE são disponibilizadas planilhas de forma a permitir que o usuário simule a Soldagem a Ponto por Resistência Elétrica, através da modificação de alguns parâmetros de soldagem, a saber: intensidade de corrente, pressão exercida pelos eletrodos, tempo de aplicação da corrente, material a ser soldado, condutibilidade térmica e elétrica do material a ser soldado e material dos eletrodos. Além das características e ferramentas descritas o portal WEB também disponibiliza links de acesso a vídeo aulas que estão disponíveis no YouTube (Figura 4), permitindo assim ao usuário do portal WEB uma maior interação e diversidade de informações.

Figura 4 – Design do portal WEB



Fonte: autores (2022)

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

## CONCLUSÕES

A soldagem é o mais importante processo de união de metais usado industrialmente, em especial a Soldagem a Ponto por Resistência Elétrica. Conforme apresentado vários fatores/aspectos são relevantes nesse processo, como: Intensidade de corrente; Pressão exercida pelos eletrodos; Tempo de aplicação da corrente; Composição do material; Condutibilidade térmica e elétrica do material; Estado superficial do material; Material dos eletrodos e Forma e estado superficial dos eletrodos. O presente trabalho constitui em uma ferramenta de aprendizagem e capacitação muito útil na formação do aluno de graduação em engenharia, assim como para profissionais/pessoas que necessitem de um maior conhecimento na área de Soldagem a Ponto por Resistência Elétrica. Pois além de apresentar conhecimentos conteudista o portal *WEB* também apresenta ferramentas que permitem a simulação dos parâmetros do processo de soldagem e a avaliação das suas respectivas influências.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, Solon Ávila. **A Solda Por Resistência: Noções Básicas e Aspectos Principais**. Porto Alegre: Sagra: DCLuzatto, 1993.
- BRANCO, Hideraldo. **Soldagem por Resistência: Máquinas, Processos e Aplicações**. Curitiba: Editora MEPE, 2019.
- CHAO, Y. J. Failure mode of spot welds: interfacial versus pullout. **Science and Technology of Welding and Joining Journal**, v. 8, n. 2, p. 133-137, 2003.
- STOCCO, Danilo. **Caracterização de Solda por Resistência a Ponto Através de Avaliações não Destrutivas**. 2010. 111 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- MODENESI, Paulo José, MARQUES, Paulo Villani e BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Soldagem Fundamentos e Tecnologia**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.





# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

SUKHA AUTOMAÇÃO E ROBÓTICA. **O QUE É SOLDAGEM POR RESISTÊNCIA?**, 2021. Disponível em: < <https://www.sukha.ind.br/blog/o-que-e-soldagem-por-resistencia-> >. Acesso em: 16/07/2022.

WAINER, Emilio; BRANDI, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Décourt Homem de. **Soldagem**: processos e metalurgia. 4ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1992.