

PRELIMINARY SURVEY OF THE PATENTRY PANORAMA OF SMAW, GTAW, AND GMAW WELDING PROCESSES

LEVANTAMENTO PRELIMINAR DO PANAROMA PATENTÁRIO DOS PROCESSOS DE SOLDAGEM POR ELETRODO REVESTIDO, TIG E MIG/MAG

Hélio Cardoso Martim¹; José Wagner Ferreira dos Santos²; Lorrane Pereira Ribeiro³

¹Instituto Federal de Alagoas – Coruripe/AL – Brasil – helio.martim@ifal.edu.br

²Instituto Federal de Alagoas – Coruripe/AL – Brasil – ferreirawagner064@gmail.com

³Faculdade ESAMC Uberlândia – Uberlândia/MG – Brasil – lorrane.ribeiro@esamc.br

Resumo

Os processos de soldagem desempenham uma função de extrema importância na indústria de fabricação mecânica, sendo potencialmente indispensável em outros segmentos produtivos. Sob esse aspecto o estudo sobre inovação em soldagem torna-se indispensável para contribuição da perpetuação e desenvolvimento da atividade. Nesse sentido o objetivo desse estudo é realizar uma avaliação preliminar do cenário de patentes existentes acerca dos processos de soldagem Eletrodo Revestido (SMAW), TIG (GTAW) e MIG/MAG (GMAW) afim de investigar o referido cenário quanto ao número de patentes existentes desses processos no intervalo de 1975 até o ano 2022. Para tanto, foram realizadas buscas na plataforma INPI utilizando as palavras-chaves correspondentes a cada um desses processos. A análise posterior dos dados coletados revelou que há uma maior prevalência de patentes após o ano de 1990, o que acompanha a evolução natural do desenvolvimento tecnológico do país. Adicionalmente esse maior número de patentes refere-se ao processo MIG/MAG, o que pode ser relacionado com a maior capacidade produtiva desse processo e, por consequência, uma acelerada aceitação no cenário industrial. Entretanto, embora o processo de soldagem por Eletrodo Revestido e TIG apresente um número menor de patentes nesse intervalo considerado, não há registro de menor aplicação desses processos na indústria, visto as suas particularidades e vantagens de aplicação. Sendo assim, o estudo revela a sua importância no levantamento dessas informações ao passo que avalia o cenário patentário existente e oportuniza outros estudos acerca dos processos de soldagem avaliados.

Palavras-chave: Patentes; Soldagem; Eletrodo Revestido; TIG; MIG/MAG.

Abstract

Welding processes play an extremely important role in the mechanical manufacturing industry, being potentially indispensable in other productive segments. Under this aspect, the study of innovation in welding becomes essential to contribute to the perpetuation and development of the activity. In this sense, the objective of this study is to carry out a preliminary assessment of the scenario of existing patents about the Shielded Metal Arc Welding (SMAW), Gas Tungsten Arc Welding (GTAW), and Gas Metal Arc Welding (GMAW) welding processes in order to investigate the number of existing patents of these processes from 1975 to 2022. For that, searches were carried out on the INPI platform using the keywords corresponding to each of these processes. The subsequent analysis of

the collected data revealed that there is a higher prevalence of patents after 1990, which follows the natural evolution of the country's technological development. Additionally, this greater number of patents refers to the GMAW process, which can be related to the greater productive capacity of this process and, consequently, an accelerated acceptance in the industrial scenario. However, although the SMAW and GTAW welding process have a smaller number of patents in this considered range, there is no record of fewer applications of these processes in the industry, given their particularities and application advantages. Thus, the study reveals its importance in the collection of this information while evaluating the existing patenting scenario and providing opportunities for other studies on the welding processes evaluated.

Keywords: Patents; Welding; SMAW; GTAW; GMAW.

1. Introdução

Frente a complexidade das questões socioambientais e econômicas do mundo globalizado, as políticas governamentais estão cada vez mais centradas na promoção do desenvolvimento sustentável pautado na inovação baseada no incentivo científico e tecnológico, despertando, por exemplo, o interesse de vários países em retomar o seu crescimento embasado em estratégias de inovação que, amparadas na propriedade intelectual, são de fundamental importância para o desenvolvimento e competitividade de uma nação (ARCHILA e CAMPOS, 2021; BACELAR et al., 2021).

A propriedade intelectual tem o papel de proteger as produções intelectuais e as invenções em diversos setores da indústria, sendo respaldada juridicamente em Leis específicas que visam minimizar os riscos envolvidos no processo de inovação (ALVES et al., 2020). Dentre os segmentos da propriedade intelectual, a propriedade industrial compreende as patentes, desenho industrial, marcas e indicações geográficas (BACELAR et al, 2021). Nesse ramo, portanto, encontram-se as principais patentes referentes a fabricação soldada.

Nesse contexto, o estudo específico acerca de inovações em processos de soldagem, justifica-se em virtude da competitividade de empresas que buscam por processos cada vez mais otimizados e produtivos. Adicionalmente, a soldagem é considerada um dos mais importantes métodos de fabricação que atuam no segmento metalomecânico em virtude da grande variedade de processos e aplicações distintas (FIGUEIREDO, SANTOS e RIBAS, 2020, p. 23; GOMES, 2021). Em uma pesquisa realizada no período de 2000 a 2009, Viana et al., (2011) registraram que, a subclasse B23K, referente a processos, máquinas, consumíveis e dispositivos utilizados na soldagem, apresentava o maior número de pedidos de patentes de invenção depositados no Brasil por estrangeiros e residentes.

O estudo de Viana et al., (2011) é mais geral e envolve outros processos de fabricação, mas desperta a necessidade de investigações mais específicas e atuais. Nesse sentido, o presente trabalho é centrado no estudo do panorama generalizado de patentes depositadas no Brasil referente aos

processos de soldagem por Eletrodo Revestido, TIG e MIG/MAG, por se tratar de processos de soldagem a arco com grande aplicação em diversos setores da indústria.

A soldagem por Eletrodo Revestido (*Shielded Metal Arc Welding – SMAW*) trata-se de um processo manual (*Manual Metal Arc – MMA*), onde a soldagem é iniciada estabelecendo-se um curto-circuito entre o eletrodo e a peça, com separação imediata deles, obtendo-se dessa forma o arco e a poça de fusão. A descoberta do eletrodo revestido por Oscar Kjelberg em 1907 projetou a soldagem como um dos processos de fabricação mais importantes passando a combinar versatilidade, qualidade e baixo custo, quando comparado a outras metodologias (SILVA, 2015; SILVA, 2017; GARCIA et al., 2018).

Atualmente, o processo de soldagem com eletrodo revestido é consolidado como um dos métodos mais utilizados na indústria, tanto em instalações consideradas pesadas, quanto em pequenos trabalhos em campo, exigindo maior tempo e cuidado em sua montagem, assumindo papel de destaque no industrial, quando comparada aos outros métodos de soldagem como TIG, MIG/MAG e a Oxi-acetilênica (OLIVEIRA, et al., 2018; FIGUEIREDO e VALENÇA, 2021).

Em 1920 as inovações em soldagem culminaram com o desenvolvimento do processo automático GMAW (*Gas Metal Arc Welding*), por P.O. Nobel, da General Electric. O processo utilizava arames sem revestimento e operava em corrente contínua, além de utilizar a tensão do arco como base para regular a velocidade de alimentação do arame. Nesse processo o arco funde continuamente o arame à medida que este é alimentado à poça de fusão. O metal de solda é protegido por uma atmosfera pelo fluxo de gás (ou mistura de gases) inerte (*Metal Inert Gas - MIG*) ou ativo (*Metal Active Gas - MAG*) (LOPES e SANTOS, 2020; MIRANDA, 2020).

Acerca do processo TIG (GTAW – *Gas Tungsten Arc Welding*), Lopes e Santos (2020) relatam que a ideia inicial foi proposta por C.L. Coffin na década de 40 embasada na ideia de soldar em uma atmosfera de gás não oxidante, patenteada em 1890 e aprimorada por H.M. Hobart P.K. Devers usando, respectivamente, hélio e argônio como proteção gasosa. De acordo com Martins et al., (2019), na soldagem TIG o arco elétrico é estabelecido entre um eletrodo de tungstênio, fixado a uma tocha, envolto em uma atmosfera de gás inerte que protege, além do eletrodo, a extremidade do material de adição, em caso da existência do mesmo, estendendo-se até à poça de fusão.

O processo TIG tem apresentado uma evolução constante ao longo dos anos e hoje é conhecido por proporcionar ao soldador um ótimo controle sobre a poça de fusão, gerando cordões com qualidade superior e por essa razão é aplicado em situações nas quais o produto final exige um elevado requisito. Em contrapartida esse processo apresenta baixa produtividade, principalmente em sua modalidade manual. Sob esse aspecto, a automatização e a mecanização do processo têm sido

incorporadas aos equipamentos e ao desenvolvimento de novas técnicas para a adição de material, proporcionando o aumento da gama de aplicações (RIFFEL, 2018).

Nota-se que a inovação e o registro de patente para os processos de soldagem é uma ideia difundida desde a criação dos processos e que continuam evoluindo ao longo dos anos, possivelmente em virtude da perspectiva de expansão para esses processos. No que se refere ao mercado global de produtos soldados, por exemplo, estima-se desde 2017 US\$ 13,2 bilhões, com uma projeção de expansão de aproximadamente 5,7% ao ano de 2017 para 2025, em virtude do acelerado crescimento do setor de construção civil e das tecnologias da indústria automobilística. Aliado a esse fato a Sociedade Americana de Soldagem (*American Welding Society – AWS*) prevê uma escassez de mão de obra qualificada de 400.000 funcionários nos próximos anos, o que impulsiona ainda mais a indústria no campo da inovação de processos e produtos relacionados com a fabricação soldada, o que pode gerar a produção de um maior número de patentes para esse setor. Alguns motivos dessa acelerada projeção são o bom crescimento do setor de construção civil, aliado a tecnologia avançada da indústria automotiva (ROUBICEK, 2019).

O estudo acerca do panorama patentário em soldagem no Brasil contribui como o cenário geral no que diz respeito à inovação do país, uma vez que segundo o Índice Global de Inovação, o Brasil ocupava em 2018 a 64ª posição entre 126 países, enfrentando problemas relacionados à oferta de instrumentos de financiamento público de projetos voltados à inovação e entraves em termos de infraestrutura e educação deficientes, burocracia e o conhecido distanciamento entre universidades, institutos de pesquisa, de um lado, e empresas, do outro. Diante desse contexto, mesmo possuindo boa competência tecnológica, o país ainda não alcançou os níveis desejáveis de desenvolvimento (DUTTA, LANVIN; WUNSCH-VINCENT, 2018).

Reconhecendo essa contextualização o objetivo central desse trabalho é voltado ao levantamento do número de patentes depositadas em território nacional referente aos processos de soldagem a arco SMAW, GTAW e GMAW afim de investigar a presença de características discutíveis acerca do tema. De acordo com Viana et al., (2011), a análise do banco de patentes de um país pode ser usada para dimensionar o avanço tecnológico em áreas específicas, visto que as patentes funcionam como uma medida da pesquisa e desenvolvimento industrial e do progresso tecnológico de um país.

2. Metodologia

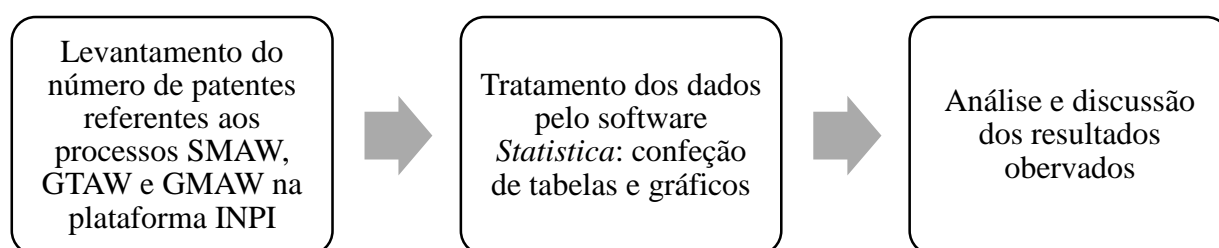
A abordagem metodológica desenvolvida nesse estudo é inspirada na proposta de Leite et al., (2020) onde é feita uma pesquisa de natureza quantitativa na base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) utilizando as palavras chaves características ao universo da pesquisa.

No caso desse estudo a pesquisa realizada na referida base de dados foi feita utilizando as palavras chaves referentes a cada processo de soldagem analisado: Eletrodo Revestido (SMAW), TIG (GTAW) e MIG/MAG (GMAW). Ressalta-se que o foco do trabalho é a análise do panorama patentário nacional. Logo, as patentes de interesse foram aquelas registradas e/ou desenvolvidas no Brasil.

Ainda, é importante destacar que o foco desse estudo é avaliar de modo generalizado as inovações nos referidos processos de soldagem, o que engloba qualquer patente depositada que envolva materiais, técnicas ou equipamentos, visto que as contribuições em qualquer uma dessas vertentes convergem para a melhoria do processo e do produto final (cordões de solda), podendo ser facilmente entendida como um ganho em inovação para os processos como um todo, não sendo interessante, portanto, diferenciar patentes relacionadas unicamente à processos ou produtos, por exemplo.

A análise dos dados constou primeiramente com um registro dessas patentes para cada processo considerando o ano do primeiro registro de patentes em soldagem (considerando os processos supracitados) no Brasil até o ano de 2021 de modo a verificar a evolução temporal do número desses registros. Em seguida foi feita uma análise comparativa entre os processos avaliados com relação ao número de patentes depositadas nesse intervalo de tempo, afim de investigar as diferenças com relação a esse quantitativo. Para essas análises foi utilizado o software *Statistica* que auxilia no tratamento e elaboração gráfica de resultados de pesquisa. A Figura 1 mostra um fluxograma geral do desenvolvimento metodológico desse estudo.

Figura 1 – Fluxograma geral da metodologia do estudo



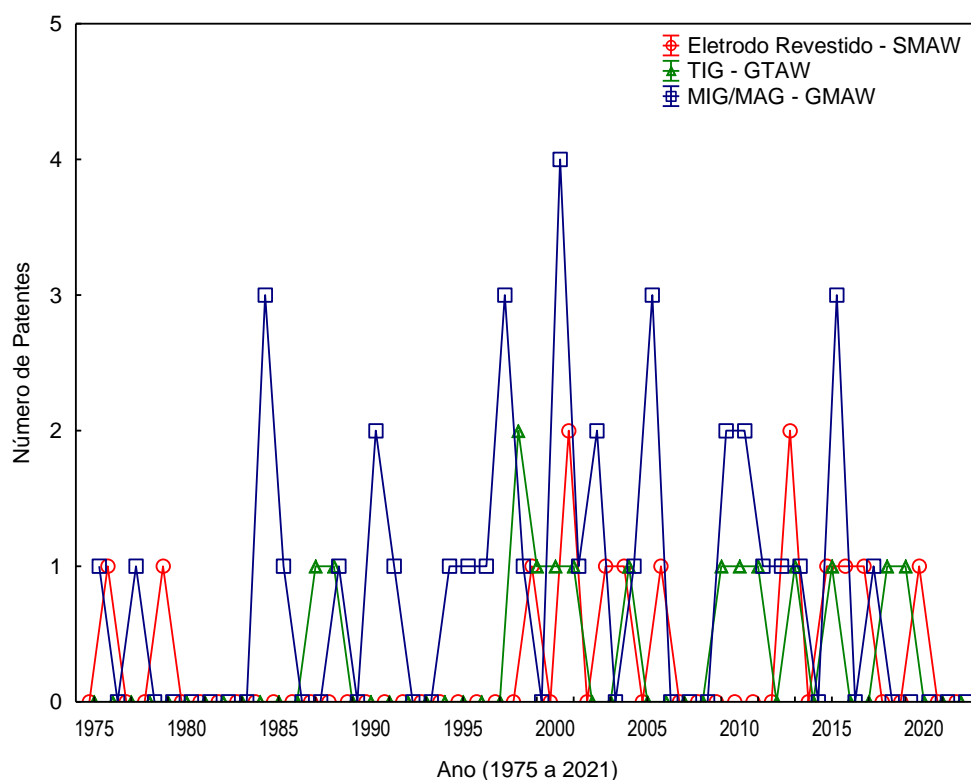
Fonte: Autor (2022)

3. Resultados e Discussão

A partir da coleta de dados referentes ao registro de patentes em soldagem com Eletrodo Revestido, TIG e MIG/MAG, verificou-se que há diferenças importantes no que se refere a distribuição de patentes desses processos ao longo do tempo, considerando o ano de 1975 como o

registro da primeira patente brasileira (acerca do processo MIG/MAG) e o ano de 2021. Nota-se com a observação da Figura 2 que o número de patentes brasileiras encontradas para o processo MIG/MAG (39 patentes) é expressivamente superior ao ao número aos números referentes aos processos Eletrodo Revestido e TIG, os quis apresetam 14 e 15 registros, respectivamente. Para o processo MIG/MAG nota-se que em alguns anos ocorre o registro de até 5 patentes em um mesmo ano, o que não se observa para os demais processos analisados que chegam a registrar, no máximo, dois registros em um mesmo ano.

Figura 2 – Estudo comparativo do número de patentes para soldagens Eletrodo Revestido, TIG e MIG/MAG nos anos de 1975 a 2021



Fonte: Autoria própria (2022)

O maior número de patentes observadas para o processo MIG/MAG pode ser atribuído a sua boa aceitação na indústria desde o seu surgimento em função da boa qualidade do cordão de solda oriundo desse processo. De acordo com Moura (2018) a boa aparência da solda está relacionada com a utilização do gás de proteção, a sua alimentação constante que permite a semiautomação do processo de soldagem e a ausência da necessidade de remoção de escória e limpeza, o que representa uma vantagem quando comparada a soldagem com Eletrodos Revestidos, cuja a remoção de escória e limpeza posterior ao processo são imprescindíveis.

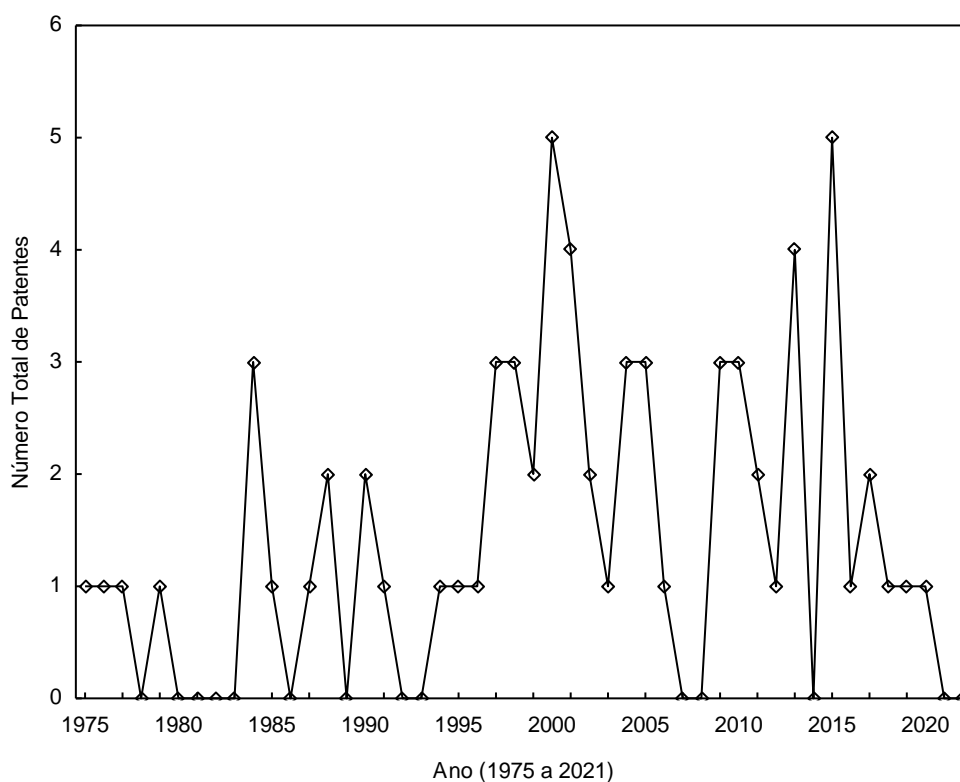
Sendo assim, as características operacionais do processo estão intimamente ligadas ao seu aumento de produtividade o que desperta o crescente interesse na soldagem MIG/MAG no que diz respeito a sua avaliação e a inserção de melhorias contínuas em métodos, consúmvíveis e introdução de tecnologias potenciais a elaboração e registro de patentes. Além disso, é importante lembrar que a grande aceitação industrial desse processo de soldagem incentiva as produções acadêmicas, as quais podem culminar no depósito de patentes por parte das universidades e demais instituições e ensino, sobretudo àquelas voltadas para o ensino tecnológico.

Ressalta-se que ao comparar esses números com os processos Eletrodo Revestido e TIG não significa que esses não apresentem o mesmo grau de aceitação pela indústria, até mesmo porque há uma grande utilização desses processos em diversos segmentos e o estudo trata especificamente do número de patentes encontradas. No entanto há características importantes a serem observadas em cada um deles. Para a soldagem com Eletrodo Revestido, verifica-se uma forte concentração de patentes relacionadas com as características dos eletrodo (revestimento, por exemplo), o que aperfeiçoa o emprego do processo com relação as suas características operacional e métodos de execução.

O mesmo verifica-se para o processo de soldagem TIG, comumente citado na literatura como um processo de baixa produtividade em virtude das menores velocidades de soldagem alcançadas nesse processo (SCHWEDERSKY et al., 2011; FIGUERÔA et al., 2015). Entretanto, o seu destaque na indústria da fabricação soldada está relacionada a superioridade do aspecto superficial dos cordões e da menor incidência de defeitos nas soldas, o que também incentiva ao estudo e registro de patentes acerca de melhorias em materiais, equipamentos e técnicas operacionais destinadas ao aumento de produtividade e melhorias contínuas do processo.

No que diz respeito a evolução temporal do número de patentes para os processos de soldagem avaliados, na Figura 3 é possível observar que há uma maior concentração numérica de patentes a partir da década de 1990 com maior número de picos concentrados em mais de uma patente por ano. Esse dado pode ser atribuído a própria evolução tecnológica natural dos processos que ao longo do tempo ganharam maior destaque e aplicação industrial, favorecendo um crescente número de estudos aliado a necessidade de melhorias contínuas e ganho de produtividade.

Figura 3 – Evolução temporal do quantitativo de patentes para soldagens Eletrodo Revestido, TIG e MIG/MAG nos anos de 1975 a 2021



Fonte: Autoria própria (2022)

Hoje, de modo geral, embora as versões mais simplificadas desses processos ainda ocupem papel fundamental no ambiente industrial, sobretudo para aquelas versões executadas manualmente majoritariamente representadas por soldas de reparo e manutenção, nota-se a difusão de muitas versões, automatizadas e robotizadas dos processos, processos híbridos e derivativos com elevado grau tecnológico que envolvem ganhos em produtividade, economia de recursos e segurança ocupacional, fazendo com que a fabricação por soldagem perpetue como uma das atividades mais importantes para indústria metalomecânica com vasta aplicação em outros segmentos.

4. Conclusões

Os processos de soldagem despontam no cenário industrial como um dos mais importantes métodos de fabricação e o estudo realizado acerca do levantamento patentário desses processos constitui uma ferramenta importante de avaliação do desenvolvimento tecnológico e do perfil de inovação do Brasil, permitindo investigar as diferenças existentes entre métodos de soldagem e correlacioná-los com as suas particularidades operacionais, sendo capaz de oportunizar o desenvolvimento de outras frentes de inovação embasadas nos registros observados.

Nesse contexto, é possível incluir que estudos dessa natureza são também capazes de modificar o estado da arte acerca dos processos de soldagem através de contribuições teóricas e técnicas provenientes de investigações e do desenvolvimento de novas patentes, o que também reflete positivamente na execução desses processos no âmbito industrial, visto que tendem a proporcionar melhores condições de trabalho ao soldador/operador através do acesso a informações acerca de técnicas, consumíveis e até mesmo de procedimentos de segurança ocupacional, tornando o alcance desse estudo ainda mais abrangente.

Especificamente para as soldagens Eletrodo Revestido, TIG e MIG/MAG, verifica-se um grande aumento do número de patentes após a década de 1990, acompanhando a evolução natural do desenvolvimento tecnológico do país, com destaque para o processo MIG/MAG que destaca-se quanto ao número de patentes, registrando mais que o dobre quando comparado aos processos Eletrodo Revestido e TIG no período de 1975 a 2021, segundo os dados coletados na plataforma INPI. Contudo, as diferenças com relação ao número de patentes estão possivelmente relacionadas com as particularidades operacionais de cada um dos processos de soldagem e que esses registros se dão com o objetivo de melhorias contínuas nos processos com relação a métodos, equipamentos, consumíveis e produtividade.

Referências

- ALVES, J. S. et al. Revisão bibliométrica da literatura sobre gestão da Propriedade Intelectual. **Revista INGI**, Aracaju, v. 4, n. 4, p. 929-43, out/nov/dez. 2020.
- ARCHILA, D. L. C.; CAMPOS, T. R. T. Portfólio de patentes em tecnologias nucleares e outras tecnologias competitivas da CNEN com foco na sustentabilidade. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 187-210, jan. 2021. DOI:10.34117/bjdv7n1-015
- BACELAR, A. C. B. et al. Linha do tempo da propriedade intelectual & inovação: identificação de marcos legais. **Revista INGI**, Aracaju, v. 5, n. 1, p. 1048-1065, jan/fev/mar. 2021.
- DUTTA, S.; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S. Global Innovation Index 2018, Energizing the world with innovation. 11th Edition. Cornell University, Insead & World Intellectual Property Organization (WIPO). 2018.
- FIGUEIREDO, S. C. G.; SANTOS, C. A. M.; RIBAS, L. F. Engenharia de produção: Inovação na indústria 4.0. 1. ed. Belo Horizonte: Poisson, 2020.
- FIGUEIREDO, Y.S.; VALENÇA, S.L. Análise e melhoria do processo de soldagem com eletrodo revestido na caldeiraria da UTE Iolando Leite - Sergipe - Brasil. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.7, n.8, p.84058-84078, ago. 2021. DOI:10.34117/bjdv7n8-559
- FIGUERÔA, D.W. et al. Influência da posição e dos parâmetros de soldagem na soldagem TIG orbital aplicada a tubulações de aço baixo carbono. **Soldagem & Inspeção**, v. 20, n. 4, p. 446-455, out-dez. 2015. DOI:10.1590/0104-9224/SI2004.11
- GARCIA, B. et al. Estudo comparativo de emendas soldas por eletrodo revestido em relação a tensão de tração. **Revista Engenharia em Ação UniToledo**, Araçatuba, SP, v.3, n.2, p. 51-58, jul/dez. 2018.

- GOMES, T. F. Análise e demonstração dos primeiros métodos de soldagem a arco por eletrodo de carvão e eletrodo metálico nu. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.12, p.120230-9, dez. 2021. DOI:10.34117/bjdv7n12-676
- LEITE, B. R. A. et al. Inteligência artificial e programas de computador: mapeamento tecnológico dos registros no Brasil. **Revista INGI**, Aracaju, v.4, n.1, p.617-630, jan/fev/mar. 2020.
- LOPES, F. E.; SANTOS, F. S. **Estudo sobre a evolução dos processos de união na indústria automobilista**. 2020. 87f. Monografia de Final de Curso - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais.
- MARTINS, A. M. F. et al. Estudo comparativo dos processos TIG - Hot wire e TIG Cold wire visando alta produtividade. In: Encontro da Rede de cooperação em pesquisa, desenvolvimento e inovação em materiais e equipamentos para setor industrial brasileiro (Rede PDIMat), 7º, 2019, Caxias do Sul - RS.
- MIRANDA, R. S. Monitoramento de cordão de Solda MIG/MAG. **Brazilian Journals of Business**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 1807-1872, jul./set. 2020. DOI: 10.34140/bjbv2n3-001
- MOURA, A. G. **Estudo comparativo entre os processos de soldagem MIG/MAG e soldagem com arame tubular com gás de proteção, com ênfase nas alterações microestruturais e qualidade superficial da junta soldada**. 2018. 95f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Centro Univesitário Unifacvest, Lages.
- OLIVEIRA, T.A. et. al. Comparativo de dimensionamento para execução entre ligações parafusadas por meio de parafusos de alta resistência e ligações soldadas com eletrodo revestido. **Colloquium Exactarum**.v.10, n.4, p. 44-52, out/dez. 2018. DOI: 10.5747/ce.2018.v10.n4.e255
- RIFFEL, K. C. **Avanços tecnológicos do processo tig: técnicas inovadoras de alimentação de arame e procedi-mentos automatizados como contribuição para a união de tubos internamente cladeados**. 2018. 172f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ROUBICEK, D. **Uma visão da inovação de negócios na engenharia de soldagem com foco na manufatura aditiva**. 2019. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SCHWEDERSKY, M.B.; DUTRA, J.C.; OKUYAMA, M.P.; SILVA, R.H.G. Soldagem TIG de elevada produtividade: influência dos gases de proteção na velocidade limite para formação de defeitos. **Soldagem & Inspeção**, v. 16, n. 4, p. 333-340, dez. 2011. DOI: 10.1590/S0104-92242011000400004
- SILVA, E. J. **Análise das Características Metalúrgicas das Juntas Soldadas com Eletrodos Básicos e Impermeáveis**. 2015. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Sergipe.
- SILVA, N. M. C. S. **Influência da velocidade e posição de soldagem nas propriedades de juntas soldadas pelo processo de eletrodo revestido**. 2017. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.
- VIANA, R. et al. Prospecção de tecnologias desenvolvidas na engenharia de fabricação sob o aspecto dos pedidos de patentes no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 6º, 2011, Caxias do Sul - RS.