

## CAPÍTULO 2

# ESTUDO DOS MECANISMOS DE CORROSÃO EM JUNTAS SOLDADAS POR PROCESSOS MIG CONVENCIONAL E MIG PULSADO DE UMA LIGA DE ALUMÍNIO DA SÉRIE 5XXX

*Data de submissão: 12/05/2023*

*Data de aceite: 03/07/2023*

### **Emmanuelle Sá Freitas**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Faculdade de Engenharia de Materiais  
Marabá – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/8640583652640865>

### **Maria Adrina Paixão de Souza da Silva**

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Mecânica  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/6642036918358829>

### **Orivam Souza Lalor**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Faculdade de Engenharia de Materiais  
Marabá – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/0246952957197459>

### **Diego Gomes dos Santos**

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Mecânica  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/3712522007242744>

### **Ana Paula Silva Santos**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Faculdade de Engenharia de Materiais  
Marabá – Pará

**RESUMO:** As ligas de alumínio da série 5xxx encontram aplicações crescentes nas indústrias de fabricação naval devido suas propriedades únicas mecânicas e de corrosão. Entre os graus disponíveis nesta série de ligas, a liga de alumínio 5052-F é amplamente usada na fabricação de estruturas navais, máquinas marítimas e veículos subaquáticos. Conhecendo-se as problemáticas de processos de soldagem quanto à origem de heterogeneidades e a necessidade do controle microestrutural para preservar as propriedades das ligas e evitar a formação de fases deletérias, a presente investigação justifica-se pelo interesse estratégico para evitar perdas de materiais e, conseqüentemente, econômicas causadas por falhas microestruturais intrínsecas dos processos de soldagem e por ocorrência do fenômeno de corrosão, que pode ser potencializado com a formação de sítios ativos nas juntas soldadas. Desta forma, no estudo foram usadas juntas soldadas, obtidas por processos de soldagem MIG convencional e MIG pulsado, tomados como regiões principais de avaliação: metal base (MB); zona termicamente afetada (ZTA) e cordão de solda (CS), das quais foram caracterizadas suas macro e micrografias, bem como os mecanismos de corrosão por

meio de ensaios de imersão em solução de NaCl 0,5M em tempo de (30, 60 e 120) minutos e posterior correlações entre processos de soldagem e micrografias típicas. Analisando os resultados, o MB foi o mais susceptível à corrosão, independentemente do tempo de imersão, verificamos mecanismos simultâneos de corrosão localizada e corrosão generalizada nas superfícies. Verificou-se ainda que a região do (CS) apresentou como sendo a região menos susceptível à corrosão, em especial a amostra soldada pelo processo MIG convencional, independente do tempo de imersão em NaCl.

**PALAVRAS - CHAVE:** Liga alumínio 5052-F, microestrutura, mecanismos de corrosão, soldagem MIG, MIG pulsado.

## STUDY OF CORROSION MECHANISMS IN JOINTS WELDED BY CONVENTIONAL MIG AND PULSED MIG PROCESSES OF AN ALUMINUM ALLOY OF THE 5XXX SERIES

**ABSTRACT:** 5xxx series aluminum alloys find increasing applications in the shipbuilding industries due to their unique mechanical and corrosion properties. Among the grades available in this series of alloys, 5052-F aluminum alloy is widely used in the manufacture of naval structures, marine machinery and underwater vehicles. Knowing the problems of welding processes as to the origin of heterogeneities and the need for microstructural control to preserve the properties of alloys and avoid the formation of deleterious phases. The present investigation is justified by the strategic interest to avoid material losses and, consequently, economic losses caused by intrinsic microstructural failures of the welding processes and by the occurrence of the corrosion phenomenon, which can be potentiated with the formation of active sites in the welded joints. Thus, in the study welded joints were used, obtained by conventional MIG and pulsed MIG welding processes, taken as main regions of evaluation: base metal (MB); thermally affected zone (ZTA) and weld bead (CS), of which its macro and micrographs were characterized, as well as the corrosion mechanisms by means of immersion tests in 0.5M NaCl solution in time of (30, 60 and 120) minutes and subsequent correlations between welding processes and typical micrographs. Analyzing the results, MB was the most susceptible to corrosion, regardless of the immersion time, we verified simultaneous mechanisms of localized corrosion and generalized corrosion on the surfaces. It was also verified that the region of the (CS) presented as being the region less susceptible to corrosion, especially the sample welded by the conventional MIG process, regardless of the time of immersion in NaCl.

**KEYWORDS:** Aluminum alloy 5052-F, microstructure, corrosion mechanisms, MIG welding, Pulsed MIG.

## 1 | INTRODUÇÃO

A busca por materiais com boas propriedades mecânicas, alta resistência à corrosão e, sobretudo, mais leves, vem em uma crescente procura. O alumínio, nesse contexto, surge como uma alternativa por apresentar um conjunto de propriedades interessantes que o coloca em uma posição de destaque. O baixo peso específico é uma das suas características mais notáveis, o que lhe confere uma gama extensa de aplicações

importantes, entre as quais se destaca a indústria naval e a automobilística, além desta característica, cita-se a facilidade de reciclagem que é vista como uma vantagem para a preservação do meio ambiente. Ressalta-se também a sua combinação com diversos outros materiais utilizados na engenharia, formando assim as ligas-alumínio (COLAÇO, 2019; SANTOS, 2016).

Dentre as ligas de alumínio, a 5052-F é uma liga de alumínio e magnésio que tem como principal característica a elevada resistência à corrosão combinado com um excelente equilíbrio de propriedades mecânicas, além de manter uma excelente ductilidade, resistência à corrosão e uma boa soldabilidade, sendo utilizada para diversos fins, principalmente como material na indústria naval. Atualmente, sabe-se o quanto é mais vantajoso utilizar ligas de alumínio ao invés de ligas de aço na confecção de embarcações, principalmente no que diz respeito à proteção contra oxidação e redução do peso dessas embarcações (SANTOS, 2016).

A corrosão de um metal é um problema iminente, na atmosfera a corrosão do alumínio é relativamente baixa e tende a diminuir ao longo do tempo de exposição, e em uma atmosfera marinha não é muito diferente, pois as ligas de alumínio e magnésio são muito resistentes à corrosão. A resistência da liga é aumentada segundo o grau de endurecimento a frio. A sua aplicação se estende não só na construção naval, e sim a todos os casos que se necessitem dessa propriedade específica (RIBEIRO et al, 2018).

Apesar de ser muito atrativo aos setores de transportes, no geral, as ligas de alumínio de alta resistência aplicadas na construção naval, apresentam uma microestrutura altamente controlada que é severamente modificada durante os processos de soldagem convencionais que são baseados na fusão dos metais envolvidos. Devido ao número elevado de aplicabilidade das ligas de alumínio e magnésio, o processo de união por soldagem se torna uma etapa indispensável para formações de materiais com geometrias complexas (MARQUES, 2009; COLAÇO, 2019).

Para Davis (1990; 2002), a soldagem é um dos processos de fabricação que possui maior importância na expansão do uso das ligas de alumínio para os diversos segmentos industriais. Dentre os processos utilizados para atender a estas exigências, os de maior importância atualmente são os que utilizam gás inerte de proteção, como os processos TIG e MIG. De acordo com Feistauer (2014), após a introdução do processo MIG (Metal Inert Gas), um grande passo na produção de uniões de qualidade e com boa resistência mecânica foi alcançado, e este passou a substituir os processos TIG em aplicações industriais (MATA, 2017).

Os problemas causados na soldagem estão relacionados com a formação de porosidade no cordão de solda, formação de inclusões, filmes óxidos, trincas de solidificação, redução da resistência mecânica nas zonas afetadas pelo calor, bem como, redução da resistência à corrosão, trincas induzidas pelo ambiente e resistência elétrica são problemas comuns observados em juntas soldadas em alumínio (KOU, 2003; FEISTAUER, 2014).

Desta forma, o trabalho se concentra a estudar as morfologias microestruturais e mecanismos de corrosão de juntas soldadas por processos MIG convencional e MIG pulsado de uma liga de alumínio da série 5052-F. As observações encontradas neste trabalho visam contribuir para a literatura, como base de consulta científica, e para a indústria na fabricação de estruturas de liga de alumínio em aplicações navais onde se busca conhecimento sobre a evolução do fenômeno da corrosão considerando a metalurgia da soldagem.

## **2 | MATERIAIS E MÉTODOS**

O desenvolvimento deste trabalho deu-se a partir do estudo de amostras de juntas soldadas de uma liga alumínio 5052-F, previamente investigadas por Santos (2016) com dados na literatura e que viabilizam partirmos de amostras já confeccionadas. Logo, o estudo se concentra em complementação de caracterizações microestruturais e avaliação dos mecanismos de corrosão em juntas soldadas por processos MIG convencional e MIG pulsado de uma liga alumínio 5052-F nas regiões: Metal base (MB); Zona termicamente afetada (ZTA) e Cordão de solda (CS).

### **2.1 Qualidade e caracterização microestrutural das juntas soldadas**

#### **a) Caracterização microestrutural**

Para a caracterização das juntas soldadas pelos diferentes processos de soldagem, foram tomadas como regiões principais de avaliação: metal base (MB); zona termicamente afetada (ZTA) e cordão de solda (CS). Para tal, as micrografias foram realizadas com revelação por uso de solução de Keller ( $2HF+5HNO_3+3HCl+10H_2O$ ) e captura de imagens em microscopia óptica.

#### **b) Caracterização de superfície após ensaios de imersão**

Considerando o estudo do mecanismo de corrosão das amostras ensaiadas, se faz necessária a observação das superfícies após a realização do ensaio de imersão. Como buscamos avaliar a susceptibilidade à corrosão de juntas soldadas por processos MIG convencional e MIG pulsado da liga de alumínio 5052-F, sabendo sobre as heterogeneidades intrínsecas dos processos de soldagem envolvidos e as regiões de interesse de estudo da solda (MB, ZTA e CS), é fundamental para o entendimento de como o fenômeno da corrosão evolui, observar em escala microestrutural, correlacionando essas observações com as características individuais das amostras e processo de soldagem e assim correlacionarmos: processo de soldagem/região observada/evolução da corrosão em escala micro.

Para a observação dos corpos de prova ensaiados, foi utilizado um microscópio óptico Olympus, com uma câmera auxiliar adaptada que viabiliza a captura da imagem, com aumento de 100x.

## 2.2 Mecanismos de Corrosão

### a) Preparação de Corpos de Prova para Imersão

A avaliação dos mecanismos de corrosão deu-se como função: (i) processos de soldagem MIG convencional e MIG pulsado de uma liga alumínio 5052-F e ii) comparação entre regiões de interesse de estudo (MB, ZTA e CS). Os corpos de prova disponíveis para o estudo apresentavam superfícies de trabalho de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> por 0,5 cm de espessura, com tal limitação, foi necessário o embutimento das amostras para facilitar o manuseio. Logo, as amostras da 5052-F correspondentes aos processos de soldagem MIG convencional (amostras 1) e MIG pulsado (amostras 2) foram embutidas a frio, resultando em corpos de prova para ensaios de imersão das regiões específicas (MB, ZTA e CS) para os dois processos de soldagem.

Posterior ao embutimento dos corpos de prova, suas superfícies seguiram para preparação metalográfica para então serem submetidas ao ensaio de imersão. Desta forma, as superfícies das amostras (1 e 2) foram lixadas em lixas de 600, 1200 e 2000 e 2500 mesh (SiC) com auxílio de detergente para minimizar as ranhuras nas superfícies a serem ensaiadas, em seguida limpas em álcool e secas com ar quente.

### b) Ensaio de Imersão em NaCl

Com amostras devidamente preparadas, lixadas em lixas até 2500 mesh, o ensaio de imersão foi conduzido em NaCl 0,5M, soluções com íons cloretos para simular ambiente deletério, água do mar, a resistência à corrosão da liga. Desta forma, amostras da liga 5052-F correspondentes aos processos de soldagem MIG convencional (amostras 1) e MIG pulsado (amostras 2) embutidas a frio, das regiões específicas (MB, ZTA e CS) para os dois processos de soldagem foram submetidas à imersão em solução de NaCl 0,5M por tempos: 30, 60 e 120 minutos, respectivamente, e posteriormente tendo superfícies lavadas, secas e levadas a observação em microscópio óptico.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Caracterização Macro e Microestrutural

A Figura 1 apresenta a macroestrutura das ligas soldadas por processo MIG convencional (Fig. 1 a) e por processo MIG pulsado (Fig. 1 b), onde verificamos a integridade e a qualidade do cordão de solda. Em ambos os corpos, destaca-se a presença de porosidades e imperfeições no cordão de solda. Na Figura 1 (a), com as setas em amarelo são destacados dois grandes poros ao centro da amostra, enquanto que na Fig. (b), os poros ocorrem no central e também alguns na extremidade superior e inferior do cordão de solda, representando maior fração de poros de poros no cordão de solda para a amostra soldada por processo MIG pulsado.

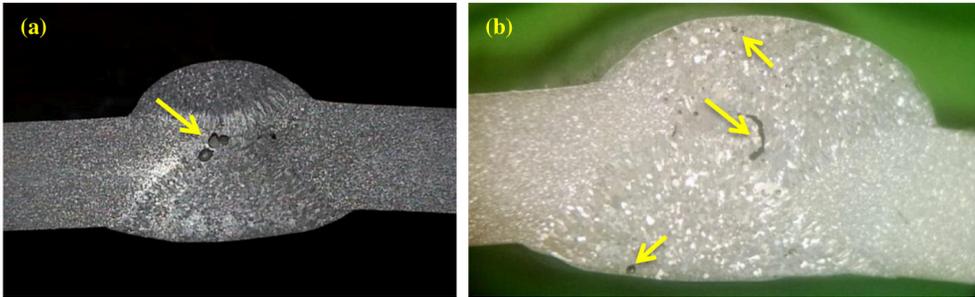


Figura 1 – Macroestruturas e qualidade dos processos de soldagem: (a) MIG Convencional e (b) MIG Pulsado.

Fonte: Autor, 2023.

A presença de imperfeições e porosidades observadas nas imagens da Figura 1 influenciam diretamente nas propriedades da liga, como por exemplo, as propriedades mecânicas. Poros e imperfeições são causadores de tensões que contribui para possível nucleação e propagação de trincas na liga, ou seja, esta região, cordão de solda, fica mais suscetível a falhas e ainda se configura como região de heterogeneidade microestrutural que impacta na resistência à corrosão das ligas metálicas.

Além disso, Santos (2016) em seu estudo que aborda a solidificação em soldagem diz que a variação de composição entre deferentes pontos do material solidificado, é devido às elevadas velocidades de solidificação em soldagem, isto é, a segregação. Esta segregação é suficiente para causar variações localizadas de microestrutura, propriedades, e, mesmo, problemas de fissuração, particularmente no centro do cordão de solda e conseqüente variação frente ao fenômeno da corrosão.

De acordo com os estudos de Santos (2016), o corpo de prova 01, Figura 2 (a), a presença de uma ZTA composta de grãos equiaxiais de magnitude maior que os do metal de base, seguida de dois cordões de solda, um superior e um inferior, com estruturas colunares próximas à ZTA e equiaxiais no centro da zona. Já no corpo de prova 2, Figura 2 (b), há a presença de duas ZTAs compostas de grãos equiaxiais de magnitude maior que os do metal de base, seguida de duas regiões com o cordão de solda, uma superior e uma inferior, com estruturas colunares próximas à ZTA e equiaxiais no centro.

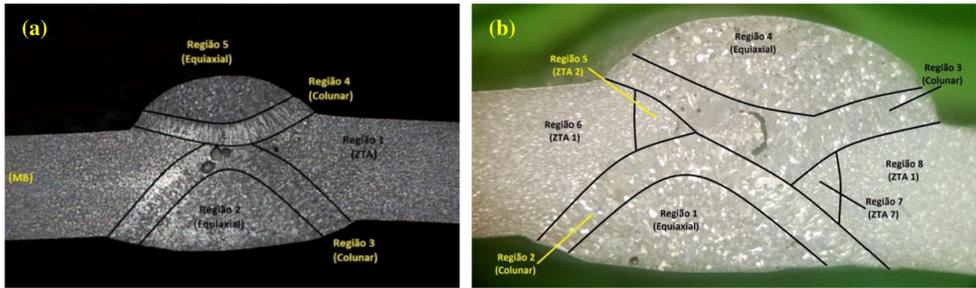


Figura 2 – Microestrutura com as zonas demarcadas: (a) corpo de prova 1 e (b) corpo de prova 2.

Fonte: Adaptado de Santos, 2016.

A soldagem feita na direção longitudinal da chapa faz com que a solidificação ocorra nesse sentido, ocasionando a formação de grãos colunares tanto na direção desse sentido de solidificação como no sentido da região central. Normalmente, na soldagem convencional os grãos gerados na interface da linha de fusão com o substrato crescem a partir dos grãos já solidificados do metal de solda, ao longo da linha de fusão e estes, no decorrer da solidificação, tendem a se alongar em direção ao centro do cordão. Entretanto, para o caso específico da pulsação, em decorrência da variação no perfil da linha de fusão, a direção de máximo gradiente térmica variará ciclicamente. Como resultado, a mudança cíclica na direção reduz o crescimento dos grãos para curtas distâncias, dando lugar à solidificação de pequenos grãos com diferentes direções de crescimento, conforme observado na Figura 2 (SANTOS, 2016).

Os resultados observados em relação à macroestrutura da ZTA também se encontram de acordo com a literatura (SANTOS, 2016). Assim como na amostra 1, a mudança estrutural facilmente visualizada é o crescimento de grão, que ocorreu quando realizado o primeiro passe, nas regiões 6 e 8, e no segundo passe, para as regiões 7.

O passe de reverso realizado no corpo de prova 2 possibilitou a formação do cordão de solda inferior, com tamanho de zona colunar maior que a superior, como pode ser observado na Figura 2 (b). Esse passe de reverso também pode ter tratado termicamente o cordão de solda superior, refinando a sua estrutura. Quanto à metalurgia da soldagem, as mesmas considerações feitas em relação ao corpo de prova 1 são válidas para o 2 (SANTOS, 2016).

### 3.2 Mecanismos de Corrosão

A Figura 3 demonstra os corpos de prova das três regiões de estudo (MB, ZTA e CS) das amostras resultantes dos processos de soldagem 1 (MIG convencional) e 2 (MIG pulsado) com superfícies preparadas na lixa até 2500 mesh, antes de serem submetidas ao ensaio de imersão em solução de NaCl 0,5M.

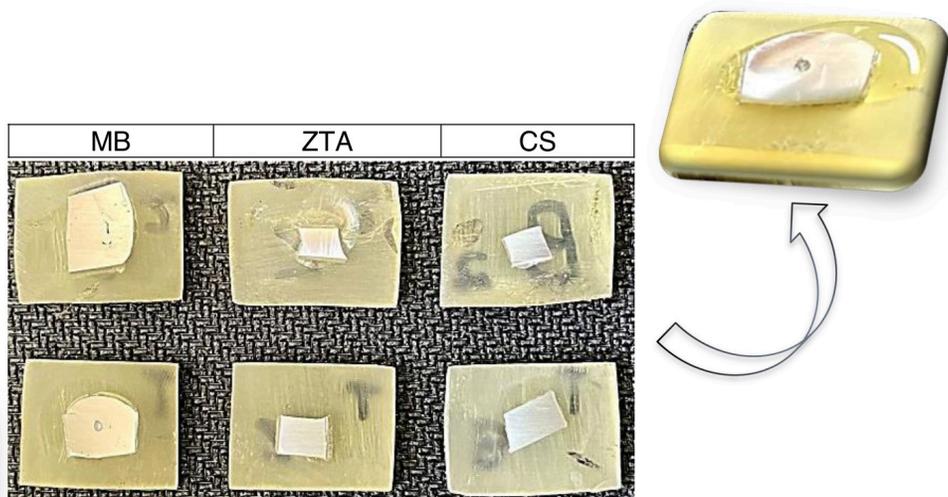


Figura 3 – Superfície de amostras preparadas para ensaios de imersão em solução de NaCl 0,5M, em detalhe da superfície imersa.

Fonte: Autor, 2023.

A Figura 3 representa a imersão em NaCl 0,5M realizado nas amostras para os tempos de 30 e 60 minutos. Todas as amostras dos processos (1 e 2), regiões de interesse MB, ZTA e CS, receberam solução simultaneamente, com o auxílio de um conta gotas para garantir que as superfícies não ficassem sem solução durante o tempo proposto para a imersão. Já para o tempo de 120 minutos, as amostras foram imersas em recipiente com volume de solução suficiente imergir as superfícies de ensaio.

Ao termino do tempo de imersão em solução de NaCl, todos os corpos de prova foram lavados em água corrente, álcool e secos em seguida para observação em microscópio óptico.

Logo, após os ensaios de imersão em tempos (30, 60 e 120) minutos, foi realizada a observação das respectivas superfícies em microscópio óptico. Destacamos que as ranhuras presentes nas superfícies dos corpos de prova apresentados nas Figuras 4 a 8, são provenientes da preparação da superfície, isto é, do lixamento antes do ensaio de imersão. A Figura 4 mostra corpos de prova do processo de soldagem MIG convencional (amostra 1) após imersão de 30 minutos em NaCl 0,5M, são demonstrados em setas amarelas pontos de corrosão localizada “pits. Percebemos pontos de corrosão localizada com maiores diâmetros na Figura 4 (a) correspondente à superfície de MB, enquanto que na micrografia da Figura 4 (b) correspondente a ZTA, observamos um mecanismos de ataque localizado totalmente distribuído e com menores diâmetros em toda superfície. Contudo, para a região do CS, não observamos nítidos pontes de corrosão como nas superfícies do MB e ZTA, levando ao entendimento de que estas regiões da solda são mais suscetíveis ao processo corrosivo que o CS.

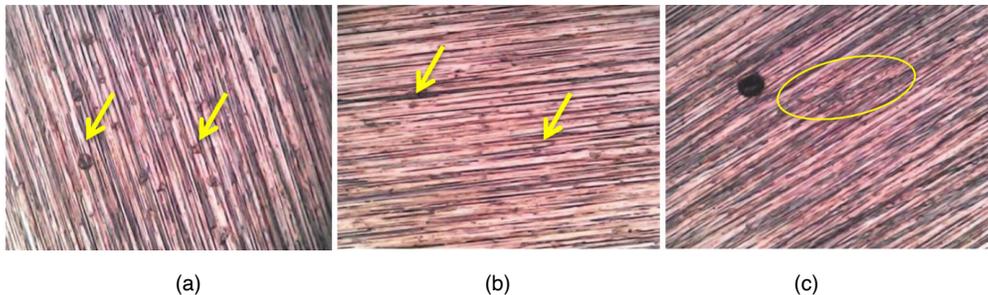


Figura 4 – Micrografias de superfícies após 30 minutos de imersão em NaCl 0,5M, Amostra 1: (a) MB, (b) ZTA e (c) CS, aumento de 100x.

Fonte: Autor, 2023.

De forma semelhante na Figura 5, o MB, ZTA e CS, da amostra de solda MIG pulsado, também, apresentaram visivelmente mecanismo de corrosão localizada, apontada pelas setas em amarelo, após a imersão por 30 minutos em solução de NaCl 0,5M. No MB, notam-se regiões com corrosão de aspecto mais generalizada, enquanto o CS e ZTA apresentam locais pontuais de corrosão. Diferente do que foi observado para a amostra soldada por MIG convencional, na região do CS para soldagem MIG pulsado observamos a ocorrência da corrosão localizada, Figura 5 (c) e com diâmetros mais grosseiros que para a região da ZTA, Figura 5 (b).

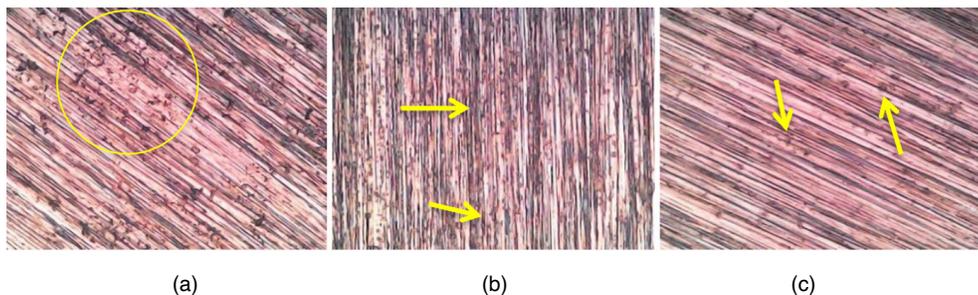


Figura 5 - Micrografias de superfícies após 30 minutos de imersão em NaCl 0,5M, Amostra 2: (a) MB, (b) ZTA e (c) CS, aumento de 100x.

Fonte: Autor, 2023.

As Figura 6 e 7 mostram micrografias das amostras dos processos 1 e 2 e suas respectivas áreas de interesse MB, ZTA e CS após ensaio de imersão em NaCl 0,5M para o tempo de 60 minutos, evidenciando a presença de corrosão na superfície de ambas as amostras. Assim como observado para o tempo de 30 minutos de imersão, os corpos de prova correspondentes ao MB, para ambos os processos, apresentaram maior susceptibilidade à corrosão, seguido pela região da ZTA e menos susceptível à corrosão, a região do CS.

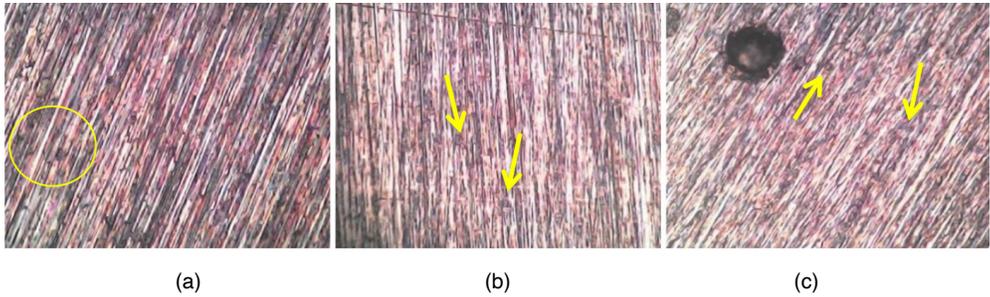


Figura 6 - Micrografias de superfícies após 60 minutos de imersão em NaCl 0,5M, Amostra 1: (a) MB, (b) ZTA e (c) CS, aumento de 100x.

Fonte: Autor, 2023.

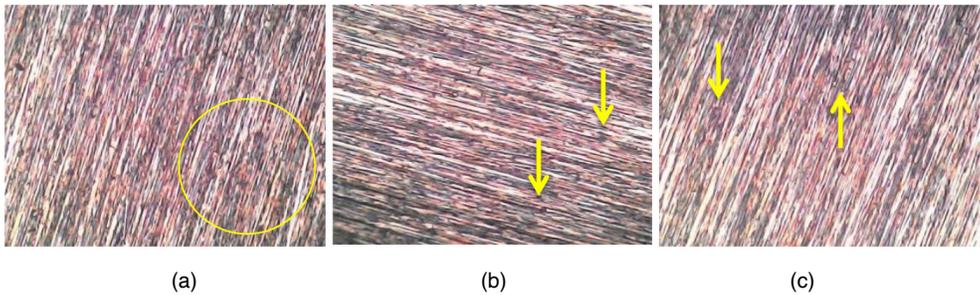


Figura 7 - Micrografias de superfícies após 60 minutos de imersão em NaCl 0,5M, Amostra 2: (a) MB, (b) ZTA e (c) CS, aumento de 100x.

Fonte: Autor, 2022.

De forma análoga, nas Figuras 8 e 9 são apresentadas micrografias das superfícies ensaiadas, após imersão em NaCl 0,5M para o tempo de 120 minutos. Nas micrografias são demonstradas em setas amarelas pontos de corrosão localizada, diferente do que foi observado para os tempos de 30 e 60 minutos, para o tempo de 120 minutos temos a presença significativa de corrosão localizada para a região do CS da amostra 1 (Figura 8c). Para o MB verificamos superfícies completamente oxidadas (Figuras 8a e 9a), onde temos mecanismos simultâneos de corrosão localizada e generalizada, e para os corpos de prova das ZTAs, assim como no CS, observamos frequentes pontos de corrosão localizada (Figuras 8b e 9c).

O tempo de 120 minutos de imersão dificulta a definição do mecanismo de corrosão predominante para as diferentes regiões/processo de soldagem MIG convencional e MIG pulsado, uma vez que para tempos de 30 e 60 minutos conseguimos observamos menor suscetibilidade à corrosão localizada para a mostra 1 na região do CS frente as outras regiões e em comparação com a mesma região (CS) da amostra 2 (MIG pulsado) que mostrou susceptibilidade à corrosão localizada em todos os tempo de imersão ensaiados.

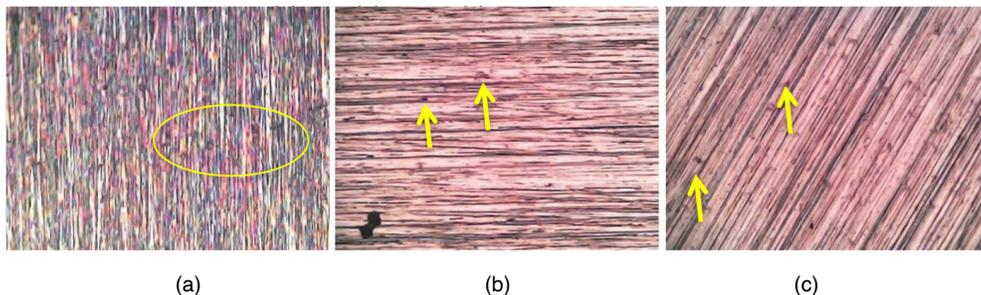


Figura 8 - Micrografias de superfícies após 120 minutos de imersão em NaCl 0,5M, Amostra 1: (a) MB, (b) ZTA e (c) CS, aumento de 100x.

Fonte: Autor, 2023.

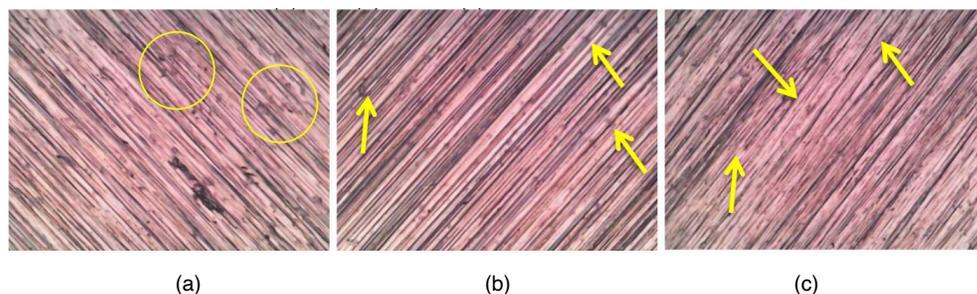


Figura 9 - Micrografias de superfícies após 120 minutos de imersão em NaCl 0,5M, Amostra 2: (a) MB, (b) ZTA e (c) CS, aumento de 100x.

Fonte: Autor, 2023.

No processo de soldagem verificamos ocorrência de rejeição de solutos e impurezas, juntamente com uma extração de calor de forma aproximadamente igual em todas as direções na parte central da peça que se torna força motriz suficiente para causar o aparecimento de inclusões, poros e outros pontos que facilitam a ocorrência da nucleação de novos grãos, resultando nas zonas equiaxiais centrais indicadas no cordão de solda em estudo (MODENESI, 2007) e provavelmente influenciam diretamente no mecanismo corrosão localizada observada nos corpos de prova ensaiados por imersão.

Desta forma os mecanismo de corrosão das amostras 1 e 2, a partir da metalografia, temos que entre todos os corpos de prova analisados o metal base (MB) foi mais susceptível à corrosão, independentemente do tempo de imersão, sendo observados mecanismos simultâneos de corrosão localizada (pites) e corrosão generalizada. Verificou-se ainda que o cordão de solda (CS) para os dois processos se apresentou como região menos susceptível à corrosão, em especial a amostra soldada pelo processo MIG convencional, entre todos os tempos de imersão em NaCl foi a que apresentou menor susceptibilidade à corrosão localiza e para o tempo de 30 minutos a ocorrência foi imperceptível na micrografia analisada. Contudo, a amostra 2 na região da ZTA foi a que apresentou maior susceptibilidade a evolução dos mecanismos de corrosão localizada e

generaliza, possivelmente associada a formação da formação das duas regiões de ZTA e consequentemente maior heterogeneidade microestrutural, potencializado as microcelulas galvânicas locais.

## 4 | 4 CONCLUSÃO

Portanto, a partir dos resultados obtidos neste trabalho podemos propor as seguintes conclusões:

- Observa-se no corpo de prova 01 a presença de uma ZTA composta de grãos equiaxiais de magnitude maior que os do metal de base, seguida de duas zonas fundidas, com estruturas colunares próximas à ZTA e equiaxiais no centro. O corpo de prova 2, por conta do processo de soldagem realizado, com a realização de passe de raiz, segundo passe e passe de reverso, ocorreu uma série de ciclos térmicos que resultaram na ZTA, que, por sua vez foi dividida em duas regiões, uma mais refinada e outra com grãos mais grosseiros. Em ambos corpos de prova foram observados poros no central e também alguns na extremidade superior e inferior do cordão de solda, representando maior fração de poros de poros no cordão de solda para a amostra soldada por processo MIG pulsado, potencializando heterogeneidades e formação de microcelulas galvânicas na superfície soldada.

- Os mecanismo de corrosão das amostras 1 e 2, temos que entre os corpos de prova analisados o metal base (MB) foi mais susceptível à corrosão, independentemente do tempo de imersão, sendo observados mecanismos simultâneos de corrosão localizada (pites) e corrosão generalizada. O CS para os dois processos se apresentou como região menos susceptível à corrosão, em especial a amostra soldada pelo processo MIG convencional. Contudo, a amostra 2 na região da ZTA foi a que apresentou maior susceptibilidade a evolução dos mecanismos de corrosão localizada e generaliza, possivelmente associada a formação da formação das duas regiões de ZTA e consequentemente maior heterogeneidade microestrutural.

## REFERÊNCIAS

CAPELARI, Tiago V.. **Avaliação da Geometria da Ferramenta e Parâmetros do Processo FSW na Soldagem da Liga de Alumínio AA 5052**. Dissertação de Mestrado - PPGEM, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

COLAÇO, D. B.. **Caracterização e Avaliação das Tensões Residuais em Juntas da Liga de Alumínio AA 5083-O Soldadas pelo Processo FSW**. Dissertação de Mestrado - PPGEM/UAEM, Campina Grande, 2019.

DAVIS, J.R. ASM International (Ed.). ASM Handbook V.2: **Properties and Selection - Nonferrous alloys and Special-Purpose materials**. 10th ed., Metals Park, Ohio, 1990.

DAVIS, J.R. ASM International (Ed.). ASM Specialty Handbook: **Aluminum and Aluminum Alloys**. Ohio, 2002.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 3 ed. rev. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro 1996.

KOU, Sindo. **Welding metallurgy**. 2a ed.. John Wiley & Sons, 2003.

MARQUES, P.V. **Soldagem: Fundamentos e Tecnologia** / Paulo Villani Marques, Paulo José Modenesi, Alexandre Queiroz - 3ª edição atualizada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.

SANTOS, D. G. **Caracterização mecânica e metalúrgica de juntas soldadas de alumínio naval da série 5052-f**. Universidade Federal do Pará Instituto de Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. 2016.

FEISTAUER, E. E. et al. **Propriedades mecânicas de juntas soldadas com diferença de espessura pelo processo de soldagem por atrito linear com mistura em ligas de Al-Mg para aplicação na construção naval**. 2014.

RIBEIRO, M.P.S. et al. **Avaliação da influência do aquecimento da liga de alumínio AA5083 na corrosão em ambiente salino**. FATEC-SJC, São José dos Campos - SP, 2018.

MATA, S. I. D. **Análise do Processo MIG Pulsado-CA Aplicado à Soldagem do Alumínio 5052-H34**. Universidade Federal de Itajubá Instituto de Engenharia Mecânica Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica Dissertação de Mestrado. Itajubá, 2017.