



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – UFOPA
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS – IEG
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

ANDERSON LUIZ LIMA EGUCHI

**O USO DOS PROCESSOS DE SOLDAGEM NOS ESTALEIROS DE
SANTARÉM**

SANTARÉM
2023

ANDERSON LUIZ LIMA EGUCHI

**O USO DOS PROCESSOS DE SOLDAGEM NOS ESTALEIROS DE
SANTARÉM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências.

Orientador: Lázaro João Santana da Silva

SANTARÉM

2023

O Uso dos Processos de Soldagem nos Estaleiros de Santarém

Eguchi, Anderson Luiz Lima¹, da Silva, Lazaro João Santana²,

¹Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Brasil
(eguchianderson@gmail.com)

² Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Brasil

Resumo: A soldagem é um processo de junção de duas ou mais partes, sendo elas normalmente de metal, porém também podem ser de outros materiais como vidro, plásticos e até borracha, e está presente nas indústrias de construção naval, aeronáutica, ferroviária, automobilística, civil e na indústria metalúrgica em geral os processos de soldagem são utilizados nas mais diversas situações, desde um simples reparo, como o conserto de uma perna de cadeira metálica, portão até a construção de pontes e de petroleiros. Na realidade absolutamente todos os processos e indústrias possuem algum tipo de material, equipamento ou estrutura que necessite de algum tipo de solda em seus processos de produção ou manutenção. O objeto de estudo desse trabalho é investigar a situação do processo de soldagem naval nos estaleiros da cidade de Santarém – PA. A pesquisa consistiu na aplicação de questionários em estaleiros situados na cidade de Santarém – PA com o intuito de se fazer um levantamento qualitativo e quantitativo sobre o tema.

Palavras-chave: Soldagem; Solda Naval; Estaleiros de Santarém; Processos de Soldagem.

INTRODUÇÃO

A soldagem é um processo de junção de partes, principalmente de metal, mas também de outros materiais, como vidro, plásticos e borracha. É amplamente utilizada em diversas indústrias, incluindo construção naval, aeronáutica, automotiva, ferroviária e metalúrgica. A tecnologia da soldagem está ligada aos avanços nas áreas de química, física, eletrônica e eletricidade. No setor naval, diferentes processos de soldagem são empregados na fabricação, reparo e manutenção de equipamentos e estruturas. Devido ao ambiente desafiador em que os navios operam, é necessário considerar vários fatores ao escolher o tipo de solda aplicada, como tipos de metais, aplicações e resistência ao desgaste. Os processos mais comuns na indústria naval são a soldagem TIG em tubulações, MIG/MAG em painéis e arco submerso em blocos e chapas. Os estaleiros costumam seguir um plano de solda que especifica o tipo de processo, consumíveis e dimensões da solda em cada peça. O estudo realizado na cidade de Santarém, PA, revelou resultados positivos, com soldadores capacitados e experientes, engenheiros especializados e estaleiros que atendem às necessidades da região. Os materiais também são encontrados em bom estado de conservação e armazenamento. O objeto de estudo desse trabalho é investigar a situação do processo de soldagem naval nos estaleiros da cidade de Santarém – PA. A pesquisa consistiu na aplicação de questionários em estaleiros

situados na cidade de Santarém – PA com o intuito de se fazer um levantamento qualitativo e quantitativo sobre o tema

MATERIAL E MÉTODOS

Para apresentar a situação do processo de Soldagem nos Estaleiros da cidade de Santarém, iniciaremos este trabalho com a apresentação de alguns conceitos sobre a tecnologia de Soldagem que foram pesquisados na literatura que trata desse tema. A indústria metal mecânica, também chamada metalúrgica, utiliza diversos tipos de solda industrial para unir materiais de estruturas semelhantes, aplicando processos de fundição para garantir a qualidade da união das peças de metal.

Tipos de solda industrial e suas aplicações: Os tipos de solda industrial evoluíram e se desenvolveram através das técnicas mais adequadas para cada tipo de junção dos metais, dependendo da finalidade da montagem das peças e equipamentos.

Os tipos de solda industrial mais comuns aplicados atualmente nas indústrias são a soldagem a arco manual, a soldagem MIG, a soldagem TIG, a soldagem a arco com arame tubular, soldagem oxigás e a soldagem com eletrodo revestido.

Soldagem a arco manual: A soldagem a arco manual é o mais antigo processo de soldagem, sendo aplicado atualmente pelas indústrias siderúrgicas, automobilística, de mineração e metalúrgicas. Na

soldagem a arco manual são usados principalmente o aço e o aço inoxidável. A soldagem manual com arco elétrico (MMAW) é um processo de soldagem no qual um arco elétrico queima entre um eletrodo e o material.

Soldagem Simples e sem gás: Na soldagem manual de arco metálico, o soldador aperta um eletrodo revestido em um porta eletrodo e o coloca na solda. Quando o eletrodo e seu revestimento derretem, são criados gases e escórias que protegem o conjunto de solda e o arco da atmosfera e evitam a oxidação da costura.

Materiais

Os eletrodos revestidos podem ser usados para unir quase todos os materiais ferrosos, ligas de níquel e níquel quase todas soldáveis. Estes incluem aços estruturais, caldeiras e tubulações, bem como aço fundido, aço inoxidável e aços de revestimento duro. Os campos de aplicação mais importantes são as construções de aço, o trabalho de construção de tubagens e os edifícios industrializados.



Figura 1- Operador de solda aplicando a solda em um material.

Soldagem TIG: A soldagem TIG, também conhecida como GTAW, é um processo que utiliza um eletrodo de tungstênio não consumível e proteção por gás inerte. Esse processo é amplamente utilizado para soldar diversos metais, como alumínio e ligas de aço inoxidável, onde a integridade da solda é essencial. A soldagem TIG produz soldas de alta qualidade, livres de escória e não requerem limpeza adicional. É aplicada em indústrias como nuclear, química, aeronáutica e de alimentos, onde juntas de alta qualidade são necessárias. Pode ser realizada manualmente ou de forma automatizada.

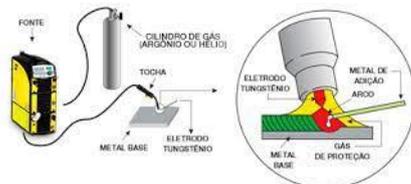


Figura 2- Exemplo de solda TIG

O Arco Elétrico TIG: A soldagem TIG utiliza um arco elétrico extremamente quente, gerado pela emissão de elétrons do eletrodo. O eletrodo deve possuir boas propriedades termiônicas para alcançar altas temperaturas e emitir elétrons sem se consumir. A soldagem TIG pode ser realizada com corrente contínua (CC- ou CC+) ou corrente alternada (CA), o

que influencia as propriedades de soldabilidade. No caso de ligas de alumínio, que formam uma camada de óxido que dificulta a soldagem, utiliza-se corrente alternada para combinar as propriedades de limpeza da CC+ e de penetração da CC- em cada ciclo.

Abertura de Arco: Na soldagem TIG convencional, o arraste do eletrodo na peça durante a abertura do arco elétrico pode contaminar e danificar o eletrodo, além de causar inclusões de tungstênio no metal de solda. Para evitar esse problema, a ESAB oferece equipamentos com estabilizador de alta frequência, que permite a abertura do arco sem a necessidade de tocar o eletrodo na peça. Uma tensão de alta frequência é aplicada para ionizar o gás de proteção, criando um caminho condutor para o arco elétrico. A alta frequência é desligada automaticamente logo após o início do arco. Isso elimina a contaminação e o dano ao eletrodo, proporcionando um processo mais eficiente.

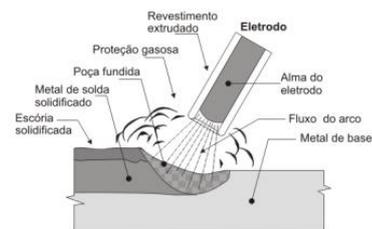


Figura 3 - Abertura de Arco

Soldagem MIG: O processo de soldagem a arco elétrico sob proteção gasosa, conhecido como GMAW ou MIG/MAG, é amplamente utilizado na indústria metalmeccânica. Envolve a criação de um arco elétrico entre um arame (metal de adição) e a peça a ser soldada. O arame é alimentado continuamente e fundido pelo arco elétrico. A corrente de solda é determinada pela velocidade de alimentação do arame. A poça de fusão é protegida por um gás inerte ou ativo para evitar a contaminação por gases atmosféricos. A energia necessária para fundir o metal de base e o arame é fornecida por uma fonte de energia de corrente contínua ou alternada. A corrente e a tensão do arco influenciam a transferência do metal de adição. O processo MIG/MAG pode ser realizado de forma semiautomática, manual ou automatizada, com a adição do arame ajustada manualmente ou automaticamente. O tipo de arame e gás de proteção determina se o processo é chamado de MIG ou MAG.



Figura 4 - Vista do processo de solda MIG/MAG através do Arco Elétrico.

Soldagem a arco com arame tubular: O processo de soldagem com arames tubulares é uma alternativa ao processo MIG/MAG, visando aumentar a competitividade e reduzir custos. Nesse processo, o arame utilizado é tubular e contém um fluxo em seu interior, o que proporciona características especiais. A combinação do fluxo interno com a proteção gasosa externa resulta em soldas de alta qualidade, arco estável e baixo respingo. A composição química do fluxo também afeta as propriedades mecânicas do metal depositado. A utilização desse processo tem aumentado significativamente em vários setores, como naval, construção pesada, soldagem estrutural, pipeline e reparo e manutenção, devido às altas taxas de deposição e ao desenvolvimento de novos consumíveis.

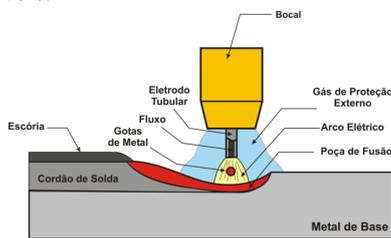


Figura 5 - Soldagem a arco com arame tubular

O Processo de Soldagem Com Arames Tubulares: A soldagem a arco elétrico com arames tubulares é um processo que utiliza um arco elétrico para aquecer os metais a serem unidos. A proteção da poça de fusão e do arco elétrico pode ser realizada pelo fluxo contido no interior do arame ou por uma fonte gasosa externa. Arames tubulares autoprotégidos dispensam a necessidade de gás de proteção externo. Comparado aos processos de soldagem MMA (SMAW), MIG/MAG e GTAW (TIG), a soldagem com arames tubulares oferece ganhos significativos de produtividade sem grandes investimentos. A transição da soldagem MIG/MAG para arames tubulares requer apenas a troca do consumível e das roldanas de tração, enquanto a transição do processo MMA exige a aquisição de novos equipamentos. O aumento da produtividade proporcionado pela soldagem com arames tubulares permite um retorno rápido do investimento.

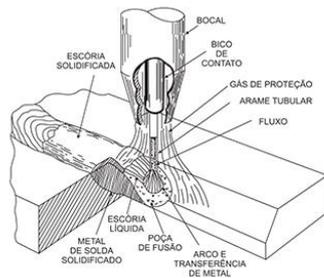


Figura 6 - Diagrama soldagem com arames tubulares com proteção externa

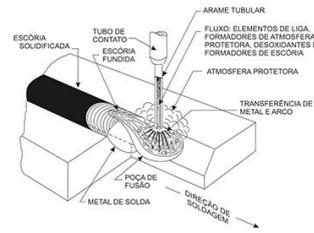


Figura 7- Diagrama soldagem com arames tubulares autoprotégidos

Soldagem oxigás: O processo de soldagem oxicomcombustível, também conhecido como processo de oxigás, envolve a fusão das bordas de uma junta utilizando o calor gerado pela queima de uma mistura oxicomcombustível. Esse processo é um dos mais antigos métodos de fusão e permite a soldagem de um ou mais metais de base, com ou sem adição de material. A soldagem é realizada por meio de um maçarico que queima uma mistura de gases dosados na proporção correta para a combustão. Diferentes tipos de misturas de gases podem ser utilizados para obter chamas adequadas aos diferentes tipos de materiais a serem soldados. A soldagem oxicomcombustível é viável para a maioria dos metais e ligas comerciais, uma vez que suas temperaturas de fusão estão abaixo de 4000°C, sendo os aços, amplamente utilizados, fundidos a cerca de 1500°C.

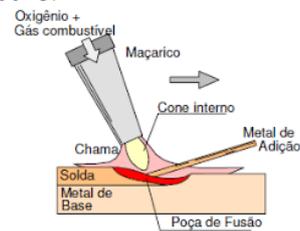


Figura 8 - Diagrama oxigás

Gases utilizados No processo de soldagem oxicomcombustível, uma mistura de gases combustível e comburente é utilizada para gerar a chama necessária para a solda. Atualmente, o acetileno e o oxigênio são os gases mais comumente empregados nesse processo devido à sua capacidade de produzir chamas de alta temperatura. O oxigênio é um gás incolor e inodoro, obtido por meio da liquefação do ar, eletrólise da água ou reações químicas. Já o acetileno é um gás incolor de odor característico, composto por carbono e hidrogênio, e é produzido pela reação do carbureto de cálcio com água. Ambos os gases são fornecidos em cilindros especiais para uso industrial, sendo o oxigênio identificado pela cor preta e o acetileno armazenado em cilindros contendo massa porosa e acetona. Para consumidores maiores, os cilindros de acetileno podem ser fornecidos em cestas ou carretas. Para reduzir a pressão do gás para os valores de trabalho e manter o fluxo constante utilizamos reguladores desenvolvidos para estas finalidades. Esses reguladores são compostos de 2 manômetros um que indica a pressão de gás no cilindro e outro de baixa

pressão que informa o valor do fluxo de saída para o maçarico.

Soldagem com eletrodo revestido: A soldagem a arco elétrico com eletrodo revestido, também conhecida como SMAW (Shielded Metal Arc Welding) ou soldagem manual a arco elétrico (MMA), envolve a utilização de um arco elétrico entre um eletrodo revestido e a peça de trabalho. O calor gerado pelo arco é capaz de fundir o metal de base, o revestimento do eletrodo e a alma do eletrodo. Durante o processo, as gotas de metal fundido transferidas pelo arco são protegidas da atmosfera pelos gases produzidos pela decomposição do revestimento. A escória líquida formada se acumula na superfície da poça de fusão, proporcionando proteção ao metal de solda durante a solidificação. A soldagem com eletrodo revestido é amplamente utilizada devido à sua versatilidade e capacidade de ser realizada manualmente em uma variedade de aplicações industriais.

O processo de soldagem com eletrodo revestido é o mais amplamente utilizado. Possui a maior flexibilidade entre todos os processos de soldagem uma vez que a maioria dos metais pode ser unida ou revestida pela soldagem.

A soldagem com eletrodo revestido é usada na fabricação e montagem de diferentes equipamentos e estruturas, tanto em oficinas como no campo, sendo particularmente interessante neste último caso.

Pode ser usada em grande número de materiais, como aços baixo carbono, baixa liga, média liga e alta liga, aço inoxidável, ferro fundido, alumínio, cobre, níquel e ligas destes. Diferentes combinações de metais dissimilares também podem ser soldadas com eletrodo revestido.

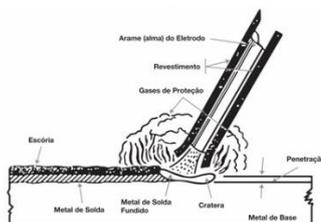


Figura 9 - Diagrama de solda com Eletrodo Revestido.

Tabela 1. Classificação dos Eletrodos Revestidos Aço Carbono e Aço Baixa Liga segundo ASME II Part C AWS SFA 5.1 e 5.5

A1	Ligado ao Molibidênio 0,5% Mo para trabalhos a quente
----	---

BX	Ligado ao Cromo e Molibidênio para trabalhos a quente.
BXL	Ligado ao Cromo e Molibidênio com baixo teor de Carbono para trabalhos a quente, com maior ductilidade e menor dureza.
CX	Ligado ao Níquel para maior resistência mantendo alta tenacidade a baixas temperaturas.
NM	Ligado ao Níquel e Molibidênio para evitar a necessidade de tratamento termico pós soldagem (TTPS).
DX	Ligado ao Manganês e Molibidênio, para combinar resistência mecânica com adequada resistência a corrosão.
G	Necessita de um teor mínimo de qualquer um dos seguintes elementos: 1,00% Mn, 0,80% Si, 0,50% Ni, 0,30% Cr, ou 0,20% Mo, podendo ser desenvolvido para atender requisitos específicos de uma aplicação.
M	Conforme as composições cobertas pelas especificações militares.
PX	Ligado a Níquel, Cromo e Molibidênio para soldagem de tubulações.
WX	Ligado a Níquel, Cromo e Cobre, para resistência a corrosão atmosférica.

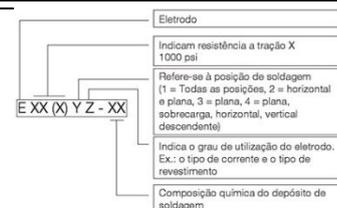


Figura 10 - Descrição das siglas

Equipamentos

EPIs indispensáveis para a soldagem:

- 1. Máscara de solda:** A máscara de solda é usada com o objetivo de assegurar proteção, garantindo que a luz forte não provoque danos nos olhos do profissional. Além disso, o óculos de solda é um EPI que tem a mesma função da máscara, pois protege os olhos do brilho e da radiação do arco elétrico.
- 2. Proteção auditiva:** Os protetores auriculares e os abafadores de ruído são excelentes opções para garantir eficiência ao trabalho.
- 3. Luvas de Segurança:** Elas têm como objetivo proteger as mãos do soldador. O modelo mais comum é a luva de vaqueta ou raspa. Elas garantem segurança ao usuário contra todos os agentes escoriantes, perfurações, abrasivos, cortes e respingos de solda.
- 4. Botas de segurança:** Também conhecidas como bico de aço, as botas de segurança são feitas para a prevenção de potenciais acidentes que podem acontecer quando se está trabalhando com peças grandes ou quando há a existência de peças no chão.
- 5. Máscara para fumos de solda:** Diferente da máscara de solda, esse modelo tem como função proteger o sistema respiratório do colaborador. Ela impede a inalação de fumos de solda e partículas de poeira existentes no processo de soldagem, que poderiam acarretar muitos problemas a longo prazo.
- 6. Avental:** Os aventais são usados para a proteção do corpo do usuário contra detritos e respingos durante a soldagem. O uso desse equipamento também pode ser feito em conjunto com mangas e casacas, a fim de garantir uma segurança ainda maior do tronco e dos braços.
- 7. Toucas de algodão:** Essas toucas têm o objetivo de proteger a cabeça, as orelhas e o pescoço de respingos, faíscas e detritos, que ocorrem nos processos de soldagem. Ela também empenha o papel de proteger o trabalhador contra o calor excessivo no decorrer desse tipo de atividade.

Ferramentas necessárias para a atividade de solda

- 1. Máquina de solda:** Atuam sob alimentação de alguma fonte de energia elétrica, sendo que há dois sistemas de processamento da energia: transformadora ou inversora.
- 2. Alimentador de arame MIG / MAG:** Esse é um modelo de procedimento de soldagem que se baseia no uso de um consumível em modelo de arame. Ele está

protegido por meio de um gás, a fim de promover a junção de elementos metálicos utilizando processos de aquecimento e fusão.

- 3. Cilindro de gás:** Os cilindros de gás são essenciais no processo de soldagem. Em relação ao gás a ser utilizado, existem o gás mistura, gás argônio puro e gás CO².
- 4. Inversora de Solda:** Com tecnologia IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), a Inversora de Solda é adequada para soldar eletrodos revestidos, entre outros. Um dos benefícios é a capacidade que o equipamento tem de alcançar até 90V em vazio, além de disponibilizar uma ignição de arco mais apropriada.
- 5. Transformadora de solda:** As serralherias e oficinas usam com frequência a transformadora de solda, visto que esse é um dos equipamentos para soldagem mais importantes para a conclusão de trabalhos com eletrodos revestidos em Correntes Alternadas (CA).

Acessórios necessários para a soldagem

- 1. Eletrodo para solda:** Os eletrodos para soldagem são aplicados nos mais diversos modelos de produtos e em todos os tipos de juntas e posições. Eles podem promover a soldagem com baixo nível de respingos e cordões com excelente acabamento. Os eletrodos do modelo revestidos são utilizados para soldagem a arco elétrico com eletrodo revestido.
- 2. Estufa para eletrodo:** Uma vez que o resfriamento devagar dos eletrodos ressecados precisa ser evitado, e eles são bastante higroscópicos (alta absorção de água), é necessário guardá-los em local apropriado. A estufa é fabricada dentro dos mais elevados padrões de qualidade, atendendo às exigências e necessidades dos maiores produtores globais de eletrodos.

O método aplicado no trabalho foi a pesquisa do assunto para a formulação do corpo do trabalho e a aplicação de questionários nos estaleiros da cidade de Santarém – PA, foram aplicados em 3 estaleiros da cidade o questionário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Soldagem na Indústria Naval: A soldagem desempenha um papel crucial na indústria naval, sendo amplamente utilizada na fabricação, reparo e manutenção de equipamentos e peças metálicas. Nesse

setor, devido à complexidade dos processos e à diversidade de metais e aplicações, é necessário considerar diversos fatores ao escolher o tipo de soldagem a ser empregado. A qualidade, resistência e acabamento das soldas são especialmente importantes devido ao desgaste enfrentado pelas estruturas navais ao longo do tempo. Além disso, os soldadores que atuam nessa indústria frequentemente requerem habilidades adicionais e especializações para atender às demandas específicas desse segmento.

Soldagem Naval: A soldagem desempenha um papel crucial nos estaleiros navais, onde ocorre a construção e reparo de navios. Cada peça e equipamento que compõem um navio requerem uma cuidadosa seleção com base em suas características físicas, químicas e geométricas. Os processos de soldagem mais comumente utilizados incluem TIG para tubulações, MIG/MAG para painéis e arco submerso para blocos e chapas de revestimento. Esses processos são selecionados com base na fonte de calor, quantidade de calor e, principalmente, no tipo de proteção necessária para a solda. Antes da fabricação de uma embarcação, um plano de soldagem é elaborado para indicar claramente o tipo de processo a ser utilizado em cada peça, incluindo extensão, aplicação, consumíveis (metais envolvidos) e dimensões da solda.

Cenário no Brasil: A indústria naval brasileira enfrentou dificuldades financeiras devido à crise econômica dos anos 1980 e à concorrência estrangeira na década de 1990, resultando em defasagem tecnológica e estagnação na produção por cerca de vinte anos. A abertura do mercado de exploração de petróleo e gás natural em 1997 levou à implementação de critérios de conteúdo local nas licitações, visando estimular a aquisição de bens e serviços nacionais. A produção de petróleo e gás no mar aumentou significativamente, exigindo embarcações especializadas para atividades de exploração e produção. A indústria naval brasileira tem se recuperado e utiliza principalmente os processos de arco submerso e MIG/MAG, embora a tecnologia e automação representem desafios que exigem constante atualização e especialização dos profissionais envolvidos.

Soldagem em estaleiros navais de Santarém.

Dados:

O quadro a seguir tem como objetivo descrever os tipos de embarcações atendidas nos estaleiros visitados, e fazer um balanço dos serviços.

Tabela 02. Quais os tipos de embarcações que são atendidas

Quais os tipos de embarcações

que são atendidas	Estaleiro A	Estaleiro B	Estaleiro C
Transporte de carga	X	X	
Transporte de carga e passageiro	X	X	X
Lazer	X		
Embarcações públicas	X		
Transporte de passageiros	X	X	
Reparo em embarcações pequenas	X	X	

A partir dos dados do quadro acima pode – se concluir q na parte do atendimento das embarcações cada estaleiro tem seus especialidades constando q o estaleiro A atende todos os tipos de embarcações contidas no questionário, o estaleiro B atende somente a 4 tipos de embarcações do questionário, o estaleiro C atende somente a 1 tipo de embarcação do questionário.

Tabela 03. Quais os tipos de serviços que são realizados

O quadro a seguir descreve os serviços realizados na parte da manutenção das embarcações atendidas nos estaleiros.

Quais os tipos de serviços que são realizados	Estaleiro A	Estaleiro B	Estaleiro C
Pintura	X	X	X
Soldagem	X	X	X
Manutenção de motores	X	X	
Reparo em hélices	X	X	X
Instalações elétricas	X	X	
Lanternagem			
Marcenaria	X	X	

A partir do quadro acima que descreve os serviços realizados por cada estaleiro tem – se: o estaleiro A atende 6 serviços contidos no questionário, estaleiro B também atende 6 serviços do questionário, estaleiro C atende 3 dos serviços, o único serviço q não e atendido

em nenhum dos 3 estaleiros visitados e o serviço de lanternagem.

Tabela 04. Na parte de soldagem, quais são os tipos de solda realizadas

O quadro a seguir descreve os tipos de soldagem realizadas nos estaleiros.

Na parte de soldagem, quais são os tipos de solda realizadas	Estaleiro	Estaleiro	Estaleiro
	A	B	C
Oxigás	X	X	X
Mig	X	X	X
Mag	X	X	X
Tig	X		X
Arco com arame tubular	X		
Arco Manual	X	X	
Eletrodo revestido	X	X	X

Os estaleiros utilizam quase todos os tipos de soldagem determinadas no questionário sendo o estaleiro A utiliza todos os tipos de soldagem, o estaleiro B utiliza 5 tipos de soldagem menos a soldagem tig e de arco com arame tubular, já o estaleiro C também utiliza 5 tipos de soldagem mais diferente do estaleiro B não utiliza arco com arame tubular e arco manual.

Tabela 05. Quais os materiais utilizados

Quais os materiais utilizados	Estaleiro	Estaleiro	Estaleiro
	A	B	C
Aços-Carbono		X	X
Aços Carbono-Manganês			
Aços de Baixa Liga Tratados Termicamente			X
Aços Cromo-Molibdênio			
Aços Molibdênio			
Aço Níquel			X

Aços Inoxidáveis Austeníticos	X		X
Aços Inoxidáveis Superausteníticos	X		
Aços Inoxidáveis Duplex, Superduplex e Hiperduplex	X		
Aços Inoxidáveis Martensíticos	X		
Aços Inoxidáveis Ferríticos	X		
Níquel e Ligas de Níquel			
Cobre e Ligas de Cobre	X		X
Alumínio	X	X	X
Madeira			X

Os materiais do estaleiro A são os 7 dos materiais citados no questionário que são: Aços Inoxidáveis Austeníticos, Aços Inoxidáveis Superausteníticos, Aços Inoxidáveis Duplex, Superduplex e Hiperduplex, Aços Inoxidáveis Martensíticos, Aços Inoxidáveis Ferríticos, Cobre e Ligas de Cobre, Alumínio, o estaleiro B utiliza 2 dos materiais citados no questionário que são: Aços-Carbono e Alumínio, o estaleiro C utiliza 6 dos materiais citados no questionário que são: Aços-Carbono, Aço de baixa liga tratados termicamente, Aço níquel, Aços inoxidáveis austeníticos, Cobre e ligas de cobre, Alumínio e Madeira, os únicos materiais não utilizados em nenhum dos estaleiros são Aços Cromo-Molibdênio e Aços Molibdênio.

Tabela 06. Quais os equipamentos utilizados para proteção

Quais os equipamentos utilizados para proteção	Estaleiro	Estaleiro	Estaleiro
	A	B	C
Máscara de solda	X	X	X
Proteção auditiva	X	X	X

Luvas de segurança	X	X	X
Botas de segurança	X	X	X
Máscara para fumos de solda	X	X	X
Avental	X	X	X
Toucas de algodão	X	X	X

Os equipamentos de proteção utilizados em todos os estaleiros são todos contidos no questionário visando a proteção dos soldadores.

Tabela 07. Quais os equipamentos utilizados para a solda

Quais os equipamentos utilizados para a solda	Estaleiro o A	Estaleiro o B	Estaleiro o C
Máquina de solda	X	X	X
Alimentador de arame MIG/MAG	X	X	X
Cilindro de gás	X	X	X
Inversora de solda	X	X	X
Transformador a de solda	X		
Eletrodo para solda	X	X	X
Estufa para solda	X		

O equipamentos utilizados para solda no estaleiro A são utilizados todos os 7 itens citados e também o único dos estaleiros que contém uma estufa para o armazenamento da solda, já o estaleiro B também utiliza os mesmos equipamentos menos a estufa para solda, a mesma situação do estaleiro B se dá para o estaleiro C que também não utiliza a estufa para solda.

Tabela 08. Quais as condições de armazenamento dos consumíveis

Quais as condições de armazenamento dos consumíveis	Estaleiro o A	Estaleiro o B	Estaleiro o C
Ótima	X		

Boa	X	X
Ruim		
Péssima		

As condições de armazenamento dos consumíveis para o estaleiro A tem uma ótima condição de armazenamento pois é o único que possui uma estufa para solda os demais estaleiros tem boas condições de armazenamento dos consumíveis.

Tabela 09. Ordem de Serviço (OS), Há algum profissional para a inspeção do trabalho, Se sim como e feita essa inspeção

		Estaleiro o A	Estaleiro B	Estaleiro o C
É feita uma Ordem de Serviço (OS), para cada trabalho	Sim Não Se não por que	X	X	X
Há algum profissional para a inspeção do trabalho	Sim Não	X	X	X
Se sim como e feita essa inspeção	De maneira visual Com algum equipamento	X	X	X

Para o estaleiro A é feita uma Ordem de Serviço (OS) para cada trabalho, há um inspetor do trabalho que faz a inspeção de maneira visual, para o estaleiro B é feita uma Ordem de Serviço (OS) para cada trabalho, há um inspetor do trabalho que faz a inspeção de maneira visual, para o estaleiro C é feita uma Ordem de Serviço (OS) para cada trabalho, há um inspetor do trabalho que faz a inspeção de maneira visual e com um equipamento.

Tabela 10. Qualificação pessoal, experiência de trabalho, curso de capacitação

Qualificação pessoal	Estaleiro A	Estaleiro B	Estaleiro C
Soldador	5	5	15
Operador de soldagem	3	2	10

Inspetor	1	1	5
Supervisores	1	1	5
Encarregados de soldagem	1	1	10
Engenheiro Especialista	1	0	1
Os profissionais que realizam o trabalho possuem experiência	Experiência de campo com mais de 10 anos	Experiência de campo com mais de 10 anos	Experiência de campo com mais de 10 anos
Os profissionais que realizam o trabalho possuem curso de capacitação	Sim: Senai	Sim: Senai e A.P Solda (Manaus)	Sim: Senai

Para o estaleiro A há 5 soldadores, 3 operadores de soldagem, 1 inspetor, 1 supervisor, 1 encarregado de soldagem e 1 engenheiro especialista, os soldadores possuem entre 5 a 10 anos de experiência todos com curso de capacitação no SENAI, para o estaleiro B há 5 soldadores, 3 operadores de soldagem, 1 inspetor, 1 supervisor e 1 encarregado de soldagem, os soldadores possuem entre 5 a 10 anos de experiência todos com curso de capacitação 4 no SENAI e 1 na A.P solda situada em Manaus, para o estaleiro C há 15 soldadores, 10 operadores de soldagem, 5 inspetor, 5 supervisor e 10 encarregado de soldagem e 1 Engenheiro Especialista, os soldadores possuem entre 5 a 10 anos de experiência todos com curso de capacitação no SENAI.

CONCLUSÃO

O estudo da solda naval na cidade de Santarém – PA se mostrou muito positiva com os resultados encontrados durante as pesquisas, tanto no método de pesquisa online e em campo nas visitas em estaleiros da cidade.

Apresentando um resultado surpreendente com resultados não esperados como: soldadores com curso de capacitação na área com grande experiência na área em sua maioria, encontrando também engenheiros especialistas na área de solda em quase todos os

estaleiros visitados, os serviços realizados nesses estaleiros são diversos abrangendo as grandes necessidades da região em sua maioria, materiais se encontram em sua maioria em bons estados de conservação e armazenamento.

Conclui-se que com esse estudo a região da cidade de Santarém está bem protegida em suas demandas de solda naval

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos a UFOPA, ao meu orientador o professor Lazaro pela orientação sobre o assunto, a Camila por sempre acreditar em mim.

REFERÊNCIAS

- <https://aventa.com.br/novidades/soldagem-na-industria-naval>
- <https://alusolda.com.br/caracteristicas-gases-e-reguladores-da-soldagem-oxicombustivel/>
- <https://www.binzel-abicor.com/BR/por/solutions/process/manual-metal-arc-welding-mmaw/>
- <https://delarcosoldas.com.br/eletrodo-inox-309-para-unir-acos-carbono-com-aco-inox-304>
- https://www.esab.com.br/br/pt/education/blog/processo_soldagem_eletrodo_revestido_mma_smaw.cfm
- https://www.esab.com.br/br/pt/education/blog/processo_soldagem_arames_tubulares.cfm
- https://www.esab.com.br/br/pt/education/blog/processo_soldagem_tig_gtaw.cfm
- <https://industrial.airliquide.com.br/blog/equipamentos-para-soldagem>
- Norma técnica N-133 - Soldagem da Petrobras - 03/2017**
- <https://www.ohub.com.br/ideias/tipos-de-solda-industrial-e-suas-aplicacoes/>