

CLASSIFICAÇÃO DA CATEGORIA DE CORROSIVIDADE DE UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA LOCALIZADA NA CIDADE DE VERA CRUZ DO OESTE – PR

SILVA, Aparecida, Delavy, Bruna¹
PAGANIN, Ricardo²

RESUMO

Na construção civil o aço representa uma das principais matérias-primas com inúmeras aplicações como em indústrias de ramo metalúrgico com a demanda de estruturas metálicas e coberturas. Esse trabalho teve como objetivo geral classificar a categoria de corrosividade dos diferentes ambientes da indústria metalúrgica localizada na cidade de Vera Cruz do Oeste - PR. Para classificar qual a categoria de corrosividade foi realizado um ensaio seguindo critérios da norma NBR 8800/2008 com a utilização de corpos de prova livres de impurezas superficiais com forma e massa definidas, ficando os mesmos expostos nos ambientes da indústria por um período predeterminado, sendo assim, possível a classificação através da perda de massa pela área. Através da pesquisa foi identificado que houve uma perda de massa de 288,72 gramas por m² no ambiente de soldagem, e que os principais tipos de corrosões encontrados foram corrosão uniforme e puntiforme ou por pite. Pode-se perceber então que mesmo dentro da indústria a estrutura sofre ação da corrosividade, sendo assim, deve-se adotar alguns cuidados, entre eles, a estocagem de peças metálicas que deve ser restrita a outro local, como na área de descarregamento ou de montagem, planejando o manuseio destes materiais, onde não fiquem expostos por muito tempo no ambiente de soldagem, evitando assim, problemas relacionados à corrosão.

Palavras-chaves: Aço, Corrosão, Agressividade, Ensaio.

1. INTRODUÇÃO

O aço é empregado em diversos tipos de materiais, ele possui preferência em razão das suas excelentes propriedades, como por exemplo, ter uma maior resistência mecânica e maior dureza. Ele ainda contribui para a evolução tecnológica da humanidade proporcionando modernização das cidades e o crescimento econômico (SENAI, 1996).

Na construção civil o aço representa uma das principais matérias-primas com inúmeras aplicações como em indústrias de ramo metalúrgico com a demanda de estruturas metálicas e coberturas. Nessas indústrias existe um grande estoque de materiais em aço como vigas e perfis laminados e dobrados, um dos problemas ocorrentes é a corrosão em seu meio ambiente (SENAI, 1996).

¹Bruna Ap^a Delavy da Silva, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel - PR.
E-mail: brunadelavy@hotmail.com.

² Ricardo Paganin, Docente, Mestre em Engenharia de Energia da Agricultura, Engenheiro Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel – PR. Email: engpaganin@gmail.com.

Os metais são provenientes das jazidas de minério de ferro onde são encontrados em contato com vários outros tipos de compostos, assim, os metais tendem a reagir quando entram em contato com compostos que estão no meio ambiente como líquidos, gases e partículas. Essas reações do minério geralmente são a ferrugem para o ferro e o escurecimento da prata (POLITO, 2006).

Segundo Gentil (1996), pode-se definir a corrosão como a deterioração do material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente aliada ou não a esforços mecânicos. Essa deterioração que é causada pela interação físico-química entre o material e o seu meio representa alterações indesejáveis sofridas, como por exemplo, o desgaste, variações químicas e modificações estruturais, que torna o material inadequado para o uso.

Para Van Vlack (1970), a corrosão é a deterioração e a perda de um material devido a um ataque químico. As condições que favorecem a corrosão envolvem tanto alterações químicas como eletroquímicas e estão constantemente no meio ambiente. Dessa forma, é importante saber os mecanismos de corrosão a fim de minimizar seus efeitos evitando ou protegendo adequadamente contra a corrosão.

Sabendo dessas informações, a justificativa para este estudo de caso se relaciona ao fato de peças metálicas ficarem em estoque por algum tempo na indústria metalúrgica, e assim podendo apresentar problemas relacionados à corrosão, objetivando classificar quanto à categoria de corrosividade dos diferentes ambientes da mesma, seguindo critérios estabelecidos conforme a norma NBR 8800 (ABNT, 2008), identificando qual o tipo e mecanismos da corrosão.

Portanto, a pergunta a ser respondida com a realização desse estudo de caso será a seguinte: Qual a categoria de corrosividade conforme a norma NBR 8800 (ABNT, 2008) dos diferentes ambientes da indústria metalúrgica localizado na cidade de Vera Cruz do Oeste do estado do Paraná?

Este estudo estará limitado a verificação da categoria de corrosividade existente nos ambientes (área de descarregamento, montagem, soldagem e pintura) de uma indústria metalúrgica, localizado no centro da cidade de Vera Cruz do Oeste, Paraná. Para a classificação da corrosividade serão expostos corpos de provas com forma definida e massa aferida nos ambientes da indústria por um período de 9 meses.

De acordo com todas as informações expostas anteriormente, este trabalho terá como objetivo geral classificar a categoria de corrosividade dos diferentes ambientes da indústria metalúrgica localizada na cidade de Vera Cruz do Oeste - PR.

Para que este trabalho científico possa ter pleno êxito os seguintes objetivos específicos serão propostos:

- a) Relacionar os tipos de corrosão que ocorrem na metalúrgica;
- b) Verificar a perda massa por área de elementos metálicos da metalúrgica;
- c) Definir a categoria de corrosividade da metalúrgica;
- d) Indicar métodos para mitigar os problemas relacionados à corrosão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AÇOS

O aço é uma liga da natureza relativamente complexa e sua definição não é simples, visto que a rigor os aços comerciais não são ligas binárias, apesar dos seus principais elementos de liga serem ferro e carbono, eles contêm outros elementos secundários presentes devido ao processo de fabricação (CHIAVERINI, 1996).

Os aços são ligas de ferro com até 2% de carbono, eles são um tipo de material metálico utilizados na confecção de peças, ferramentas ou estruturas. A grande gama de aplicações de aço se deve ao baixo custo de obtenção associado a grande versatilidade de propriedades que se podem obter a partir de pequenas mudanças na composição química, alguns dos exemplos de diferentes tipos de aços temos, aço carbono, aço fundido e aço inoxidável (BOEIRA e BECK, 2007).

Os aços-carbono são os que contêm além do ferro, pequenas porcentagens de carbono, manganês, silício, enxofre e fósforo. Os elementos mais importantes do aço carbono são o ferro e o carbono. O manganês e silício melhoram a qualidade do aço, enquanto que o enxofre e o fósforo são elementos prejudiciais (SENAI, 1996).

O aço-carbono pode ser subdividido em três grupos conforme sua concentração de carbono, sendo eles: aços de alto teor de carbono, aços de médio teor de carbono e aços de baixo teor de carbono (HASSMANN, 2016).

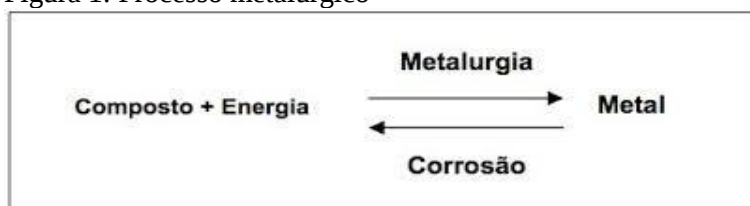
2.2 CORROSÃO

Gentil (1996), define como corrosão a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente aliada ou não a esforços mecânicos. A deterioração causada pela interação físico-química entre o material e o seu meio operacional representa alterações prejudiciais indesejáveis sofridas pelo material tais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando-o assim inadequado para uso.

Segundo Polito (2006), os metais são provenientes das jazidas de minério de ferro onde são encontrados em contato com vários outros tipos de compostos, assim, os metais tendem a reagir quando entram em contato com compostos que estão no meio ambiente como líquidos, gases e partículas. Essas reações do minério geralmente são a ferrugem para o ferro e o escurecimento da prata.

A corrosão pode ser vista, em alguns casos, como o inverso do processo metalúrgico em que o produto da corrosão de um metal é bem semelhante ao minério do qual é originalmente extraído. Como o metal obtido encontra-se em um nível energético maior ao composto que lhe deu origem há uma tendência de que o metal retorne à condição de compostos em um processo inverso ao metalúrgico liberando energia para o meio ambiente como pode ser observado na Figura 1 (GENTIL, 1996).

Figura 1: Processo metalúrgico



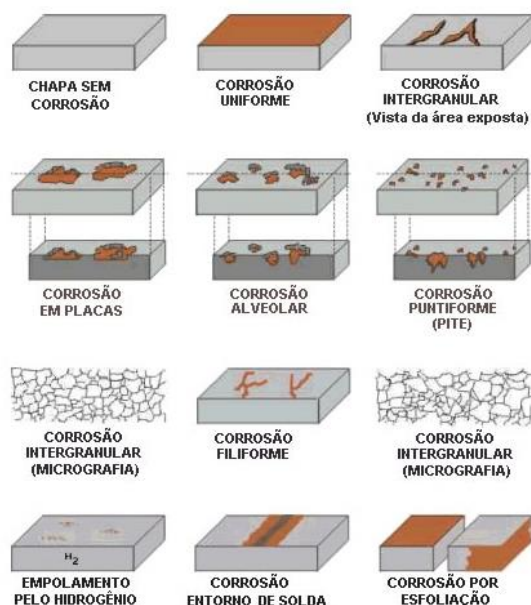
Fonte: Gentil (1996).

Para Oliveira (2012), o conhecimento das características das diferentes formas de corrosão, facilita o encontro das técnicas necessárias e dos mecanismos de proteção do metal que sofre corrosão. Isso possibilita a análise necessária para a aplicação de medidas preventivas capazes de reduzir a valores desprezíveis a taxa de corrosão.

2.3 FORMAS E TIPOS DE CORROSÃO

Os processos de corrosão são considerados reações químicas heterogêneas ou reações eletroquímicas que se passam geralmente na superfície de separação entre o metal e o meio corrosivo. As formas ou os tipos de corrosão podem ser apresentados considerando sua aparência ou a forma de ataque e as diferentes causas de corrosão e seus mecanismos, sendo assim, existem diferentes tipos de corrosão conforme pode ser observado na Figura 2 (GENTIL, 1996).

Figura 2: Formas e tipos de corrosão



Fonte: Instituto de metais não ferrosos (2020).

As formas de corrosão segundo Gentil (1996), são:

- Uniforme: é a que se processa em toda a extensão da superfície ocorrendo a perda uniforme de espessura, chamada também de corrosão generalizada. Ela pode ocorrer através de uma reação química ou eletroquímica e do ponto de vista técnico, é uma corrosão que não traz grandes problemas, pois é fácil de programar a vida útil do material que passa por esse tipo de degradação física e química;
- Por Placas: a corrosão se localiza em regiões da superfície metálica e não em toda sua extensão, formando placas com escavações;

- Alveolar: a corrosão se processa na superfície metálica produzindo sulcos ou escavações semelhantes a alvéolos, apresentando fundo arredondado e profundidade geralmente menor que o seu diâmetro;
- Puntiforme ou por pite: a corrosão se processa em pontos ou em pequenas áreas localizadas na superfície metálica produzindo pites, que são cavidades que apresentam ao fundo em forma angulosa e profundidade geralmente maior que o seu diâmetro;
- Intergranular: a corrosão se processa entre os grãos da rede cristalina do material metálico, perdendo suas propriedades mecânicas, podendo fraturar quando solicitado;
- Intragranular: a corrosão se processa nos grãos da rede cristalina do material metálico, perdendo suas propriedades mecânicas, poderá fraturar à menor solicitação;
- Filiforme: a corrosão se processa sob a forma de finos filamentos, mas não profundos, que se propagam em diferentes direções.

2.4 MECANISMOS BÁSICOS DA CORROSÃO

Gentil (1996), diz que de acordo com o meio corrosivo e o material podem ser apresentados diferentes mecanismos para os processos corrosivos, os principais são, mecanismo eletroquímico e mecanismo químico.

O mecanismo eletroquímico é um processo de corrosão eletroquímica que devido ao fluxo de elétrons, que se desloca de uma área da superfície metálica para a outra, esse movimento se dá devido à diferença de potencial, de natureza eletroquímica, que se estabelece entre as regiões. Já o mecanismo químico, são reações químicas diretas entre o material metálico, ou não metálico, e o meio corrosivo, não havendo geração de corrente elétrica (GENEROSO, 2020).

2.5 MEIOS CORROSIVOS

A corrosão acontece da relação do metal com o seu meio, formando-se os eletrólitos, ou seja, onde se encontra a solução eletricamente condutora formada por água contendo sais, ácidos ou bases. O tempo de avanço de corrosão de um metal depende das situações do meio no qual se processa (AMORIM, 2012).

Castro e Aguiar (2010), descrevem de forma clara os principais meios corrosivos:

- Atmosfera: o ar contém umidade, sais em suspensão, gases industriais, poeira, etc. O eletrólito constitui-se da água que condensa na superfície metálica, na presença de sais ou gases presentes no ambiente. Outros constituintes como poeira e poluentes diversos podem acelerar o processo corrosivo;
- Solos: os solos contêm umidade, sais minerais e bactérias. Alguns solos apresentam também, características ácidas ou básicas. O eletrólito constitui-se principalmente da água com sais dissolvidos;
- Águas naturais (rios, lagos e do subsolo): estas águas podem conter sais minerais, eventualmente ácidos ou bases, resíduos industriais, bactérias, poluentes diversos e gases dissolvidos. O eletrólito constitui-se principalmente da água com sais dissolvidos. Os outros constituintes podem acelerar o processo corrosivo;
- Água do mar: estas águas contêm uma quantidade apreciável de sais;
- Produtos químicos: os produtos químicos, desde que em contato com água ou com umidade e formem um eletrólito, podem provocar corrosão eletroquímica.

2.6 PROBLEMAS CAUSADOS PELA CORROSÃO

Os problemas de corrosão são frequentes e ocorrem nas mais variadas atividades, como por exemplo, em indústrias química, petrolífera, naval, construção civil, etc. As perdas econômicas que atingem essas atividades podem ser classificadas como diretas e indiretas (GUERREIRO, 2009).

Guerreiro (2009), cita como perdas diretas, custos de substituição das peças ou equipamentos que sofreram corrosão, incluindo-se energia e mão de obra. E como perdas indiretas, paralisações acidentais para limpeza, substituição de tubulação corroída, perda de produto, perda de eficiência e contaminação de produtos.

De acordo com Pannoni (2017), há vários estudos mostrando que os custos diretos da corrosão correspondem a cerca de 3% do Produto Interno Bruto (PIB) de diferentes países. Parte desses estudos separa custos evitáveis de outros, inevitáveis. Enquanto a categoria dos evitáveis trata da simples e correta aplicação de tecnologias existentes, a categoria dos inevitáveis trata de perdas consideradas inevitáveis até a tecnologia conhecida na época da publicação desses estudos.

Os processos mais empregados para a prevenção da corrosão são a proteção catódica e anódica, os revestimentos e os inibidores de corrosão. A proteção catódica é a técnica que

transforma a estrutura metálica que se deseja proteger em uma pilha artificial, evitando, assim, que a estrutura se deteriore. Os revestimentos geralmente são aplicados sobre superfícies metálicas formando uma barreira entre o metal e o meio corrosivo e, conseqüentemente, impedindo ou minimizando o processo de corrosão e os inibidores de corrosão são substâncias inorgânicas ou orgânicas que, adicionadas ao meio corrosivo, objetivam evitar, prevenir ou impedir o desenvolvimento das reações de corrosão, sejam elas na fase gasosa, aquosa ou oleosa (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2004).

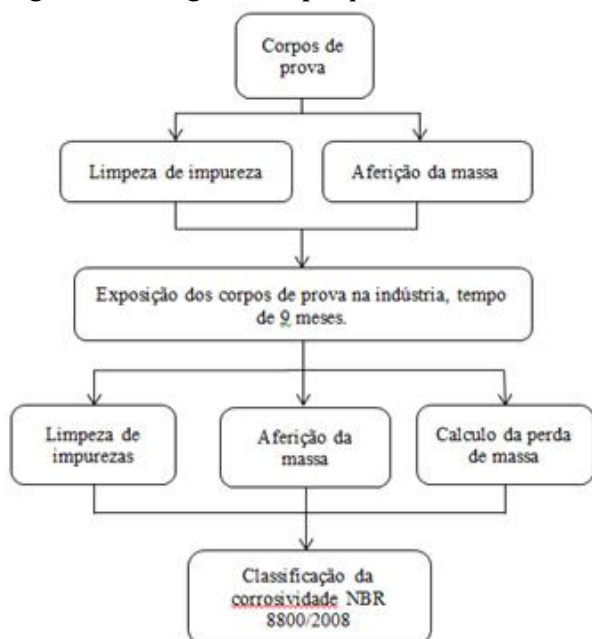
3. METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO E LOCAL DE PESQUISA

Trata-se de um estudo de caso realizado em uma indústria metalúrgica na cidade de Vera Cruz do Oeste – PR. Sendo realizado o ensaio para a caracterização dos ambientes da indústria quanto a categoria de corrosividade das peças metálicas estocadas, seguindo os critérios da norma NBR 8800/2008.

A pesquisa foi realizada pelo método quantitativo e qualitativo, uma vez que a classificação do grau da corrosividade se deu através de informações coletadas depois do tempo de exposição determinado ao ambiente, para isso foi utilizada a norma e revisão bibliográfica, e qualitativa, pois foi analisado os tipos de corrosões. No fluxograma da Figura 3 pode-se observar os procedimentos adotados para o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 3: Fluxograma da pesquisa

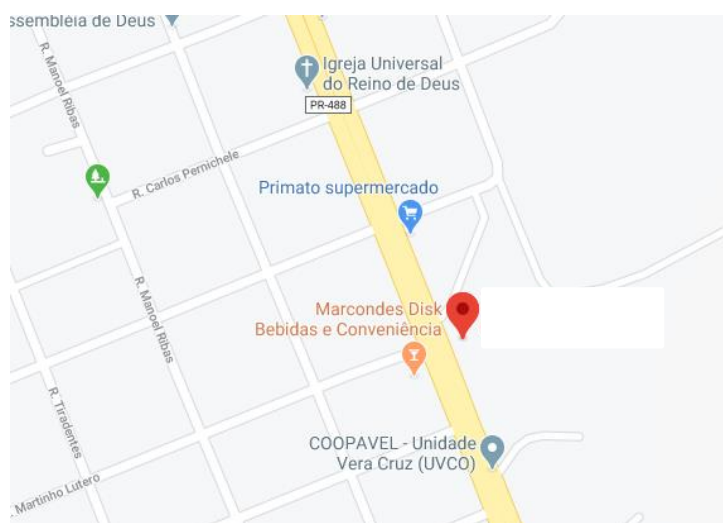


Fonte: Autora (2020).

O fluxograma apresenta os passos que foram seguidos na pesquisa. Inicialmente foram preparados os corpos de prova com tamanhos definidos, limpos de impurezas e com sua aferição de massa. Logo em seguida, colocados nos determinados locais escolhidos na empresa e ali permaneceram por período de nove meses, depois desse tempo de exposição ao ambiente fabril, os mesmos passaram por uma limpeza de impurezas e aferição de massa e foi realizado o cálculo de perda de massa e finalmente se deu a sua classificação de acordo com a tabela da norma NBR 8800/2008.

O estudo de caso foi realizado em uma indústria metalúrgica, localizada na cidade de Vera Cruz do Oeste, Paraná, conforme pode-se observar o mapa de localização na Figura 4. A metalúrgica tem 14 funcionários, seu horário de funcionamento é matutino e vespertino.

Figura 4: Localização da metalúrgica



Fonte: Google Maps (2020).

A indústria metalúrgica é composta por quatro ambientes, sendo eles área de descarregamento de materiais, área de montagem e soldagem de tesouras ou treliças metálicas, onde são utilizados diversos equipamentos, como solda, lixadeiras e polícorres, e a área de pintura, onde se utiliza tintas e solventes, o barracão possui um total de 984,00m², sendo ele de 33,00 m x 43,00 m (Figura 5).

Figura 5: Planta baixa metalúrgica



Fonte: Autora (2020).

Os corpos de prova foram colocados um na área de descarregamento, dois na área de montagem, dois na área de soldagem e um na área de pintura, distanciados em média quinze metros, e assim serão deixados por um período de 270 dias.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Para realização do ensaio foram utilizados corpos de prova livres de impurezas superficiais. Inicialmente foi necessário providenciar as peças metálicas com tamanhos definidos e massa aferida, e a limpeza das impurezas consideradas, como óxidos e os produtos de corrosão já existentes nas superfícies das peças, as quais foram adquiridas em meio atmosférico, para sua retirada foi utilizado um processo mecânico com o uso de abrasivo tipo Flap Grana disco de 4 ½” polegadas (Figura 6). Este processo corresponde em uma ferramenta elétrica com abrasivo o qual foi passado diversas vezes para a retirada de todas as impurezas que eram visíveis a olho nu.

Figura 6: Ferramenta elétrica com disco flap

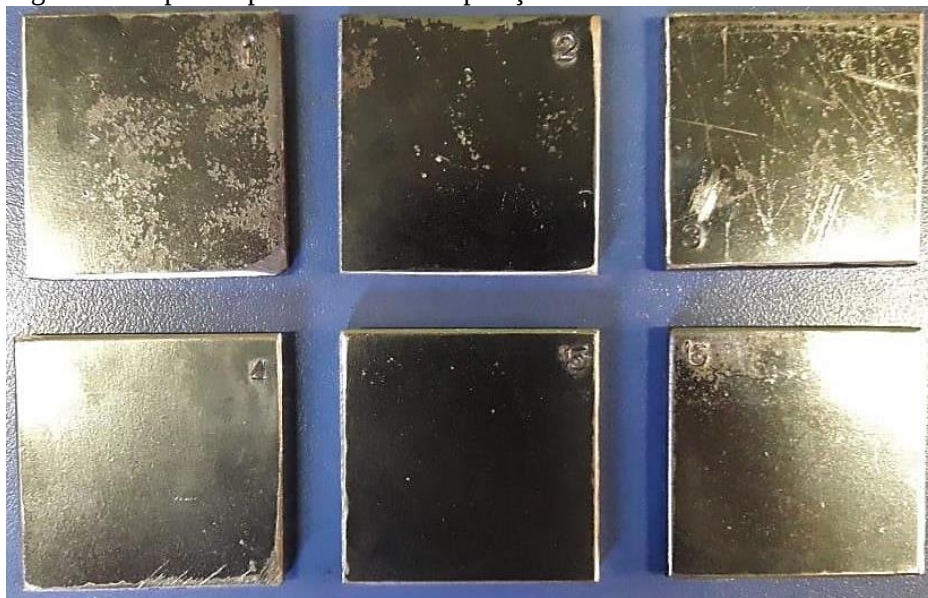


Fonte: Autora (2020).

Após o período de nove meses de exposição os corpos de prova passaram novamente por um processo mecânico para que as superfícies das amostras fiquem livres de impurezas, graxas e óleos, para ter um resultado eficiente do ensaio.

Os corpos de provas utilizados possuem tamanho de 5cm x 5 cm, aço carbono SAE 1020, os mesmos foram pesados e numerados para identificação após o período determinado. Essa identificação foi feita com punção numérico em uma das faces do corpo de prova (Figura 7).

Figura 7: Corpos de provas antes da exposição aos ambientes



Fonte: Autora (2020).

Os corpos de prova ficaram nos locais indicados por nove meses em contato com o meio para que a oxidação seja a mais aproximada possível. Logo após o final do tempo previsto as amostras foram retiradas, limpas e pesadas novamente com o objetivo do cálculo percentual da perda de massa pela área.

Para o cálculo da perda de massa por metro quadrado utilizou-se a Equação 1.

$$X \times 1,33 = \frac{M_i}{0,0025} - \frac{M_f}{0,0025} \quad (1)$$

Onde:

X = Perda de massa (g/m²);

M_i = Massa inicial (g);

M_f = Massa final (g).

Para o cálculo de perda de massa é necessário o cálculo da área dos corpos de provas que são de 5cm x 5cm, obtendo assim uma constante de 0,0025m², utilizada na Equação 1.

Foi necessário também multiplicar o resultado final pela constante de 1,33 em razão do tempo previsto que foi de nove meses, uma vez que a norma determina um período de um ano para a realização do ensaio.

Os dados iniciais dos corpos prova foram coletados e estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1: Corpos de prova

Corpo de prova	Massa inicial (g)
CP01	87,69
CP02	87,82
CP03	87,37
CP04	89,96
CP05	90,33
CP06	88,28

Fonte: Autora (2020).

Depois da realização do cálculo de perda de massa, identificou-se a classe dos ambientes de acordo com a NBR 8800 (ABNT,2008), Anexo N, que considera de muito baixa C1, até a categoria considerada muito alta (marinha) C5-M, a partir da categoria C4, são necessárias medidas de controle da norma.

3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

O princípio do ensaio se baseia na norma NBR 8800 (ABNT, 2008) que indica a determinação da categoria de corrosividade recomendando a exposição de espécimes de monitoramento. A Tabela N.1 da norma NBR 8800 (ABNT, 2008) define as categorias de corrosividade em termos de perda de massa ou de espessura para espécimes-padrão feitos em aço carbono ou zinco, após um ano de exposição (Quadro 1).

Quadro 1: Categorias de corrosividade atmosférica

Categoria de corrosividade	Perda de massa por unidade de superfície/perda de espessura (após um ano de exposição)				Exemplos de ambientes típicos	
	Aço baixo-carbono		Zinco		Exterior	Interior
	Perda de massa g/m ²	Perda de espessura µm	Perda de massa g/m ²	Perda de espessura µm		
C1 Muito Baixa	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	-	Edificações condicionadas para conforto humano (residências, escritórios, lojas, escolas e hotéis).
C2 Baixa	> 10 a 200	> 1,3 a 25	> 0,7 a 5	> 0,1 a 0,7	Atmosfera com baixo nível de poluição. A maior parte áreas rurais	Edificação onde a condensação é possível como armazéns e ginásios abertos
C3 Média	> 200 a 400	> 25 a 50	> 5 a 15	> 0,7 a 2,1	Atmosferas urbanas e industriais com poluição moderada por dióxido de enxofre. Áreas costeiras de baixa salinidade	Ambientes industriais com alta umidade e alguma poluição atmosférica, como lavanderias, cervejarias e laticínios.
C4 Alta	> 400 a 650	> 50 a 80	> 15 a 30	> 2,1 a 4,2	Áreas industriais e costeiras com salinidade moderada	Ambiente como indústrias químicas e coberturas de piscinas
C5-I Muito alta (industrial)	> 650 a 1500	> 80 a 200	> 30 a 60	> 4,2 a 8,4	Áreas industriais com alta umidade e atmosfera agressiva	Edificações ou áreas com condensação quase que permanente e com alta poluição
C5-I Muito alta (marinha)	> 650 a 1500	> 80 a 200	> 30 a 60	> 4,2 a 8,4	Áreas costeiras e offshore com alta salinidade	Edificações ou áreas com condensação quase que permanente e com alta poluição

Fonte: NBR 8800 (ABNT, 2008).

A norma ainda cita que a escolha de um sistema adequado de proteção anticorrosiva não é uma tarefa simples devido a grande diversidade de sistemas disponíveis e as condições em que vão ser aplicados. O principal fator determinante nessa escolha é o tipo de ambiente em que a estrutura se encontra, devendo-se levar em conta também, a durabilidade, a aparência e a necessidade de se minimizarem manutenções futuras e custos.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Após o período de exposição dos corpos de prova, foi utilizado o item da norma NBR 8800 (ABNT, 2008), Anexo N, juntamente com a obtenção da perda de massa por área, onde foram feitas as análises para a classificação da categoria de corrosividade atmosférica dos diferentes ambientes da indústria metalúrgica. E assim, de acordo com a classificação relacionando os tipos de corrosão que podem ocorrer em metalúrgicas, identificado quais os tipos de corrosão que afetaram as amostras e indicado os métodos que podem ser aplicados para reduzir os problemas relacionados a corrosão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 TIPOS DE CORROSÃO IDENTIFICADOS

Foi realizado o ensaio para a caracterização do ambiente de acordo a norma NBR 8800/2008, para a identificação dos tipos de corrosão que afetaram os corpos de prova. Foram identificados diferentes processos de corrosão sendo eles corrosão uniforme e puntiforme ou por pite. Pode-se observar na Figura 8 os corpos prova após o período de exposição aos ambientes identificados anteriormente.

Figura 8: Corpos de prova após o período de exposição da metalúrgica



Fonte: Autora (2020).

De acordo com Abraco (2020), o processo de corrosão uniforme consiste no ataque de toda a superfície metálica em contato com o meio corrosivo com consequente diminuição de espessura, esse tipo de corrosão ocorre em geral devido a micropilhas de ação local e é, provavelmente, o mais comum dos tipos de corrosão principalmente nos processos corrosivos de estruturas expostas á atmosfera.

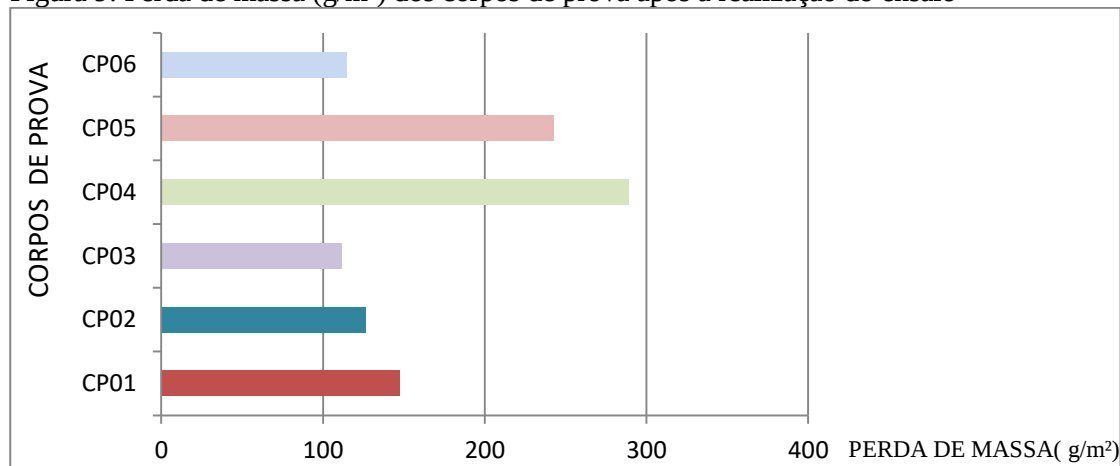
Já a corrosão por pite é uma forma de corrosão localizada que consiste na formação de cavidades de pequena extensão e razoável profundidade, ela ocorre em determinados pontos da superfície enquanto que o restante pode permanecer sem ataque (ABRACO, 2020).

4.2 PERDA DE MASSA POR CORROSÃO

Após o processo de remoção da camada oxidada com a utilização da ferramenta elétrica com abrasivo tipo Flap Grana disco, com 4 ½ polegadas, fez-se logo em seguida a pesagem dos corpos de prova novamente, obtendo-se assim os dados para o cálculo da perda de massa por metro quadrado.

Após o processo de remoção se obteve as massas finais dos corpos de prova sendo possível assim determinar qual a amostra teve maior perda de massa por metro quadrado, e com esses resultados foi possível classificar a classe de corrosividade que o ambiente apresentava. O gráfico a seguir mostra os resultados de todos os corpos de prova e suas respectivas perdas de massa por g/m² (Figura 9).

Figura 9: Perda de massa (g/m²) dos corpos de prova após a realização do ensaio



Fonte: Autora (2020).

O corpo de prova que teve maior perda de massa por metro quadrado foi a amostra CP04, apresentando uma taxa de corrosividade de 288,72g/m², que ficou na área de soldagem, sendo que a possível justificativa para essa situação refere-se a maior quantidade de partículas em suspensão, como poeira, poluição do processo de soldagem e as altas temperaturas que o processo de soldagem transmite para atmosfera.

A corrosão atmosférica é definida como a degradação de um material exposto ao ar e seus poluentes, a sua ação pode ser influenciada por fatores tais como umidade relativa, gases, conteúdo e tipo de poeira, temperatura, etc. Nas atmosferas industriais a corrosão é influenciada pela presença de poluentes industriais, eles podem ser sólidos ou gases com componentes sulfurados ou outras emissões que tornem o eletrólito mais forte ou mais condutor, aumentando a corrosividade do sistema (CASTRO, GOLÇAVES, LIMOIRA e et.al, 2000).

4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS AMBIENTES E PROPOSTAS DE AJUSTES

Os resultados obtidos de acordo com o cálculo de perda de massa por metro quadrado foram classificados em duas classes junto a tabela da norma NBR 8800/2008, quatro amostras ficaram abaixo do 200g/m², classificados como C2 baixa agressividade e duas amostras ficaram acima de 200g/m² sendo classificadas como C3 média agressividade (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação dos ambientes

Ambiente	Corpo de prova	Perda de massa g/m²	Classificação do ambiente
Área de descarregamento	CP01	147,37	C2
Área de montagem	CP02	126,31	C2
Área de montagem	CP03	111,27	C2
Área de soldagem	CP04	288,72	C3
Área de soldagem	CP05	242,62	C3
Área de pintura	CP06	114,28	C2

Fonte: Autora (2020).

Com esses resultados pode-se classificar todo ambiente industrial como C3, sendo ela a pior situação encontrada, obtendo-se uma taxa de corrosão de 288,72 g/m² da amostra CP04, localizada no local de soldagem, sendo o mesmo um local exposto a grande poeira, gases e temperatura.

Ainda que a agressividade da indústria no nível C3 dado como médio, foi especificado apenas na área de soldagem, ainda pode-se tomar alguns cuidados visto que os materiais em estoques ficam algum tempo na indústria, assim pode-se inicialmente afastá-los da área de soldagem e armazená-los em outro local com baixa agressividade de corrosão como na área de descarregamento ou montagem.

Segundo Pannoni (2017), a pintura é a mais importante forma de proteção das estruturas metálicas, a durabilidade de um sistema de pintura é fundamentalmente dependente do preparo prévio da superfície do aço, ele é realizado tendo dois objetivos principais, a limpeza da superfície metálica, remoção de todo material que possa impedir a aderência da tinta, como óleos, graxas ferrugem e a ancoragem mecânica que é o aumento da rugosidade superficial que é o aumento da superfície de contato entre o metal e a tinta.

O processo de pintura é feito somente depois das montagens das estruturas metálicas visto que com a soldagem á respingos interferindo na qualidade final da peça.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de classificar a categoria de corrosividade dos ambientes da indústria metalúrgica verificando se as peças metálicas em estoque sofriam grandes taxas de corrosão. Os tipos de corrosão encontrados foram dois, a corrosão uniforme e a corrosão puntiforme ou por pite, sendo que o principal meio corrosivo identificado foi pela atmosfera do ambiente de soldagem, sendo a possível justificativa para essa situação refere-se a maior quantidade de partículas em suspensão, como poeira, poluição do processo de soldagem e as altas temperaturas que o mesmo transmite para atmosfera, assim foi verificado que a perda de massa por metro quadrado era de 288,72g/m².

O ambiente foi classificado de acordo com a norma NBR 8800/2008, como C3 média agressividade, onde o resultado foi de duas amostras nessa categoria, as mesmas se encontravam na área de soldagem, necessitando de alguns cuidados, e o restante das amostras se encontraram na categoria C2 baixa agressividade não apresentando riscos.

Com os resultados coletados e para prevenir o processo de corrosão pode-se adotar alguns cuidados, entre eles a estocagem de peças metálicas deve ser limitada a outro local como na área de descarregamento ou montagem de peças metálicas, planejando o manuseio destes materiais, onde as mesmas não fiquem exposta por muito tempo ao ambiente de soldagem, evitando assim problemas

relacionados com a corrosão, e também para aumentar a vida útil das peças metálicas é de grande importância a camada de recobrimento na estrutura, utilizando-se da pintura e seguindo os critérios de limpeza superficial e ancoragem mecânica.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, C.Simone. **O Foco na Corrosão**. Trabalho de Pós Graduação (Curso de Engenharia de Produção) – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro - RJ, 2012
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROSÃO - ABRACO. **Corrosão: Uma abordagem geral**. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/israel/teoria/Teoria%20-%20Corrosao.pdf>. Acessado em 07/10/2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA NORMAS TÉCNICAS. **NBR/8800-2008** Projeto de estrutura de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro. 2008.
- BOEIRA, P. A.; BECK, D. **Tecnologia dos Materiais**. Passo Fundo - RS, 2007.
- CASTRO, M. M. R.; GONÇALVES, C. F.O.; LIMOEIRO, J. S.; et.al.; **Avaliação da corrosão atmosférica de sistemas com aço carbono**. São Pedro – SP, 2000.
- CHIAVERINI, V. **Aços e Ferros Fundidos**. 7. ed. São Paulo - SP, 1996.
- GENEROSO, A. Ruy. **Mecanismos da Corrosão**. Disponível em: <http://pmoscon.com/Materiais/Corros%E3oAula2.pdf>. Acessado em 19/03/2020.
- GENTIL, V. Corrosão. 3.ed. Rio de Janeiro - RJ, 1996.
- GUERREIRO, V.A. Maria. **Avaliação de Processo de Fosfatização**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Materiais) – Universidade Federal - RS, 2009.
- HASSMANN, Augusto. **Estudo Comparativo de Aço-Carbono Microligado e Aços-Carbono Ligados para a Fabricação de Parafusos Forjados a Frio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Mecânica) – Centro Universitário Univates, Lajeado - RS, 2016.
- MERÇON, F.; GUIMARÃES, P.I.; MAINIER, F.B. **Corrosão: Um exemplo Usual de Fenômeno Químico**. São Paulo - SP, 2004.
- PANNONI, D. Fábio. **Princípios da Proteção de Estruturas Metálicas em Situação de Corrosão e Incêndio**. 6. ed. São Paulo - SP, 2017.
- POLITO, Giulliano. **Corrosão Em Estruturas De Concreto Armado: Causas, Mecanismos, Prevenção e Recuperação**. Belo Horizonte - MG, 2006.
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI). **Materiais Metálicos e Não Metálicos**. Vitória - ES, 1996.

OLIVEIRA, R. Antonio. **Corrosão e Tratamento de Superfície**. Belém - PA, 2012.

VAN VLACK, H. L. **Princípios de Ciência dos Materiais**. 13. ed. São Paulo - SP, 2000.