

**ISO 12944-2**

***Paints and Varnishes – Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems***

***Part 2:  
Classification of Environments***

**TINTAS E VERNIZES – PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS DE AÇO MEDIANTE SISTEMAS DE PINTURA ANTICORROSIVA**

**Parte 2:  
Classificação de Ambientes Corrosivos**

NT: Este material é uma tradução não oficial, que tem por objetivo facilitar o entendimento daqueles que não dominam o idioma inglês, e deve ser entendido que o material é uma contribuição para o conhecimento de quem trabalha com pintura e revestimento industrial e deve ser usado somente para fins de conhecimento.

<b>CONTEÚDO</b> .....	<b>2</b>
<b>PREFÁCIO</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ESCOPO</b> .....	<b>5</b>
<b>2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS</b> .....	<b>5</b>
<b>3. TERMOS E DEFINIÇÕES</b> .....	<b>6</b>
<b>4. TENSÕES DE CORROSÃO DEVIDO A ATMOSFERA, ÁGUA E SOLO</b> .....	<b>7</b>
4.1 Corrosão Atmosférica .....	7
4.2 Corrosão na Água e no Solo .....	7
4.3 Casos Especiais .....	8
<b>5. CLASSIFICAÇÃO DOS AMBIENTES</b> .....	<b>8</b>
5.1 Categorias de Corrosividade Atmosférica.....	8
5.2 Categorias de Corrosividade para Água e Solo .....	10
<b>ANEXO A (INFORMATIVO): CONDIÇÕES CLIMÁTICAS</b> .....	<b>11</b>
<b>ANEXO B (INFORMATIVO): CASOS ESPECIAIS</b> .....	<b>12</b>
B.1 Situações Especiais .....	12
B.2 Tensões Especiais .....	12
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>14</b>

## PREFÁCIO

A ISO (*International Organization for Standardization*) é uma organização mundial de Normas Internacionais (150 membros ISO). A elaboração das Normas Internacionais é normalmente realizada pelo comitê técnico da ISO. Cada membro interessado discute o assunto com o comitê técnico sendo estabelecido o direito de ser representado na comissão. Organizações internacionais, governamental e não governamental, conveniadas com a ISO, também fazem parte deste trabalho. A ISO trabalha também em parceria com a *International Electrotechnical Commission* (IEC) em todos assuntos referentes à normalização na área eletrotécnica.

Os procedimentos adotados para desenvolver este documento e aqueles destinados à sua manutenção posterior estão descritos na ISO/IEC *Directives, Part 1*. Em particular, devem ser observados os diferentes critérios de aprovação necessários para os diferentes tipos de documentos ISO. Este documento foi elaborado em conformidade com as regras editoriais da ISO/IEC *Directives, Part 2* (ver [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives))

Deve ser chamada a atenção para a possibilidade de alguns elementos deste documento possam ser objeto de direitos de patente. A ISO não se responsabiliza por identificar qualquer ou todos os direitos de patente. Os detalhes de quaisquer direitos de patentes identificados durante o desenvolvimento deste documento, se encontram na lista de declarações recebidas pela ISO (ver [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents))

Qualquer nome comercial citado neste documento é informação fornecida para a conveniência dos usuários e não constitui um endosso.

Para obter esclarecimento sobre a natureza voluntária das normas, o significado dos termos e expressões específicos da ISO relacionados à conformidade bem como informações sobre a aderência da ISO aos princípios da *World Trade Organization* (WTO), *Technical Barriers to Trade* (TBT) ver no seguinte URL: [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Este documento foi preparado pelo Comitê Técnico ISO/TC 35 – *Paints and Varnishes*, Subcomitê SC 14, *Protective Paint Systems for Steel Structures*.

Esta segunda edição cancela e substitui a primeira edição (ISO 12944-2:1998), que foi tecnicamente revisada.

As principais alterações em relação à edição anterior são as seguintes:

- as referências normativas foram atualizadas.
- 4.2.1 “Geral” foi adicionado;
- as unidades na Tabela 1 foram corrigidas;
- a bibliografia foi atualizada;
- o texto foi revisado editorialmente.

Uma lista de todas as partes da ISO 12944 pode ser encontrada no site da ISO.

## **INTRODUÇÃO**

Um aço desprotegido na atmosfera, imerso na água ou enterrado no solo, está sujeito a sofrer corrosão que pode resultar em danos. Portanto, para evitar tais danos causados por corrosão, as estruturas de aço são normalmente protegidas para suportar às tensões de corrosão às quais estão submetidas durante a vida útil requerida da estrutura.

Existem diferentes maneiras de proteger estruturas de aço contra a corrosão. A ISO 12944 (todas as partes) trata da proteção por sistemas de pintura e cobre nas várias partes, todos os recursos que são importantes para obter a proteção adequada contra corrosão. Medidas adicionais ou diferentes são possíveis, mas exige um acordo particular entre as partes interessadas.

A fim de assegurar uma proteção eficaz contra a corrosão de estruturas de aço, os proprietários de tais estruturas, planejadores, consultores, empresas que realizam trabalhos de proteção contra corrosão, inspetores de pintura e fabricantes de tintas, precisam ter à disposição, informações atualizadas de forma concisa sobre proteção anticorrosiva por sistemas de pintura. É fundamental que as informações sejam as mais completas quanto possível, sem ambiguidade e facilmente compreensível, para evitar dificuldades e mal-entendidos entre as partes envolvidas com a implementação prática do trabalho de proteção.

A norma ISO 12944 (todas as partes) destina-se a fornecer essas informações no formato de uma série de instruções. É destinado para quem tem algum conhecimento técnico. Também assume que o usuário da ISO 12944 (todas as partes) está familiarizado com outras Normas Internacionais relevantes, em particular aquelas relacionadas com preparação de superfície.

Embora a norma ISO 12944 (todas as partes) não trate de questões financeiras e contratuais, deve prestar atenção para o fato de que, devido a implicações consideráveis da proteção inadequada contra a corrosão, a não conformidade com os requisitos e recomendações fornecidas na ISO 12944 (todas as partes), pode resultar em graves consequências financeiras.

A norma ISO 12944-1 (parte 1) define o escopo geral da norma ISO 12944. Ela fornece alguns termos e definições básicos e uma introdução geral às outras partes da norma ISO 12944. Além disso, inclui uma declaração geral sobre saúde, segurança e proteção ambiental, e diretrizes para o uso da ISO 12944 (todas as partes) para um determinado projeto.

Este documento descreve o impacto ambiental nas estruturas de aço. Abrange estruturas expostas à atmosfera, bem como aquelas imersas em água ou enterradas no solo. Para ambientes atmosféricos diferentes, também é apresentado um sistema de classificação baseado em categorias de corrosividade. Diferentes ambientes para estruturas imersas e enterradas também são descritos. Todos esses ambientes são relevantes para a seleção dos sistemas de pintura anticorrosivos.

**ISO 12944-2 TINTAS E VERNIZES – PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS DE AÇO  
MEDIANTE SISTEMAS DE PINTURA ANTICORROSIVA**

**Parte 2: Classificação de Ambientes Corrosivos**

**1. ESCOPO**

Esta norma trata da classificação dos principais ambientes aos quais as estruturas de aço estão expostas e da categoria de corrosividade desses ambientes. Esta norma:

- define as categorias da corrosividade atmosférica, com base em perda de massa (ou perda de espessura) de corpos de provas padrões e descreve ambientes atmosféricos naturais típicos aos quais as estruturas de aço são expostas, informando sobre a estimativa de corrosividade;
- descreve diferentes categorias de ambientes para estruturas imersas em água ou enterradas no solo, e
- fornece informações sobre algumas tensões de corrosão especiais que podem causar um aumento significativo na taxa de corrosão ou colocar demandas mais altas no desempenho do sistema de pintura anticorrosiva.

As tensões de corrosão associadas a um determinado ambiente ou categorias de corrosividade representam um parâmetro essencial que determina a seleção dos sistemas de pinturas anticorrosivas.

**2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS**

As seguintes normas são referidas no texto de tal forma que alguns ou todos os seus conteúdos constituem requisitos desta norma. Para referências datadas, somente a edição citada se aplica. Para referências sem data, aplica-se a última edição da norma referenciada (incluindo quaisquer emendas).

- |             |  |
|-------------|--|
| ISO 12944-1 | <i>Paint and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 1: General introduction</i>   |
| ISO 12944-3 | <i>Paint and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 3: Design considerations</i>  |
| ISO 12944-4 | <i>Paint and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 4: Types of surface and surface preparation</i>   |
| ISO 12944-5 | <i>Paint and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 5: Protective paint systems</i>   |
| ISO 12944-6 | <i>Paint and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 6: Laboratory performance test methods</i>  |
| ISO 12944-7 | <i>Paint and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 7: Execution and supervision of paint work</i>  |
| ISO 12944-8 | <i>Paint and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 8: Development of specifications for new work and maintenance</i>   |
| ISO 12944-9 | <i>Paint and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 9: Protective paint systems and laboratory performance test methods for offshore and related structures</i> |

### 3. TERMOS E DEFINIÇÕES

Para os objetivos desta norma, aplicam-se os seguintes termos e definições, além dos apresentados na ISO 12944-1, ISO 12944-3, ISO 12944-4, ISO 12944-5, ISO 12944-6, ISO 12944-7, ISO 12944-8 e ISO 12944-9.

As normas ISO e IEC mantêm bancos de dados de terminologias para uso em normalização nos seguintes sites:

- ICE *Electropedia*: disponível em <http://www.electropedia.org/>
- ISO *Online browsing platform*: disponível em <https://www.iso.org/obp>

**3.1 Corrosividade:** capacidade de um ambiente provocar corrosão em um determinado sistema de corrosão [Fonte: ISO 8044:2015, 2.14]

**3.2 Clima:** condição climática predominante em um determinado local ou área, conforme registros em dados estatísticos de parâmetros meteorológicos durante longo período.

**3.3 Atmosfera:** mistura de gases e normalmente também por aerossóis e partículas que envolvem um determinado objeto.

**3.4 Corrosão atmosférica:** corrosão na atmosfera terrestre (3.3) à temperatura ambiente como ambiente corrosivo. [Fonte: ISO 8044:2015, 3.4]

**3.5 Tipo de atmosfera:** caracterização da atmosfera (3.3) com base nos agentes corrosivos presentes e sua concentração.

Nota 1: Os principais agentes corrosivos são gases (especialmente dióxido de enxofre) e sais (especialmente cloretos e/ou sulfatos).

**3.6 Ambiente local:** condições atmosféricas predominantes em torno de um elemento constituinte de uma estrutura.

Nota 1: Estas condições determinam a categoria de corrosividade (3.1) e incluem parâmetros meteorológicos e de poluição.

**3.7 Microclima:** ambiente na interface entre um elemento constituinte de uma estrutura e seu entorno.

Nota 1: o microclima é um dos fatores decisivos para a avaliação das tensões de corrosão.

**3.8 Tempo de umedecimento:** período em que uma superfície metálica é coberta por um filme de eletrólito adsorventes e/ou líquidos capazes de causar corrosão atmosférica.

Nota 1: Os valores de orientação para o tempo de umedecimento podem ser calculados a partir da temperatura e umidade relativa do ar, somando as horas durante as quais a umidade relativa do ar está acima de 80% e ao mesmo tempo, a temperatura do ar está acima de 0 °C.

[Fonte: ISO 9223:2012, 3.5, modificado – Nota 1 foi adicionada].

#### Nota do tradutor

O Tempo de umedecimento também é conhecido também como “tempo de superfície úmida”.

## **4. TENSÕES DE CORROSÃO DEVIDO A ATMOSFERA, ÁGUA E SOLO**

### **4.1 Corrosão Atmosférica**

A corrosão atmosférica é um processo que ocorre quando um filme de umidade que fica em contato com a superfície do metal. Este filme de umidade pode ser tão fino que é invisível a olho nu.

A taxa de corrosão aumenta pelos seguintes fatores:

- aumento na umidade relativa do ar;
- condensação (quando a temperatura da superfície é igual ou inferior ao ponto de orvalho);
- aumento na quantidade de poluentes na atmosfera (os poluentes corrosivos podem reagir com o aço e formar depósitos na superfície).

A experiência mostra que é ocorra corrosão significativa se a umidade relativa do ar estiver acima de 80% e a temperatura do ar acima de 0 °C. Entretanto, estando presentes poluentes corrosivos e/ou sais higroscópicos, a corrosão ocorre em níveis muito mais baixos de umidade relativa do ar.

A umidade atmosférica e a temperatura do ar em uma determinada região do mundo dependem do clima predominante naquela parte do mundo. Uma breve descrição dos climas mais importantes se encontra no [Anexo A](#).

A localização do elemento constituinte de uma estrutura também influencia na corrosão. Onde as estruturas são expostas ao ar livre, os parâmetros climáticos como chuva, sol e poluentes na forma de gases ou aerossóis, afetam a corrosão. Sob cobertura, as influências climáticas são reduzidas. No interior, o efeito dos poluentes atmosféricos é reduzido, embora seja possível uma alta taxa de corrosão localizada causada por possibilidade de baixa ventilação, alta umidade e condensação.

Para estimar as tensões de corrosão, uma avaliação do ambiente local e do microclima é essencial. Exemplos de microclima decisivos são a parte inferior de uma ponte (particularmente sobre água), ou o teto de uma piscina interna ou os lados ensolarados e sombreados de um edifício.

### **4.2 Corrosão na Água e no Solo**

#### **4.2.1 Geral**

Cuidados especiais devem ser tomados quando se considera estruturas parcialmente imersas em água ou parcialmente enterradas no solo. A corrosão sob tais condições é frequentemente restrita a uma pequena parte da estrutura onde a taxa de corrosão pode ser alta. Testes de exposição para estimar a corrosividade de ambientes como água ou solo, não são recomendados. No entanto, diferentes condições de imersão/enterrado podem ser descritas.

#### **4.2.2 Estruturas Imersas em Água**

O tipo de água: doce, salobra ou salgada, tem influência significativa na corrosão do aço. A corrosividade também é influenciada pelo teor de oxigênio na água, o tipo e quantidade de substâncias dissolvidas e a temperatura da água. A presença de incrustação vegetal ou animal, pode acelerar a corrosão.

Podem ser definidas três zonas diferentes para imersão em água:

- zona submersa, é a área permanentemente exposta à água;
- zona intermediária (nível de flutuação), é a área em que o nível da água varia devido a efeitos naturais ou artificiais, dando origem ao aumento de corrosão devido ao impacto combinado da água e atmosfera;
- zona de arrebentação, é a área que molha devido a ondas e a ação da aspersão que pode dar origem a tensões de corrosão excepcionalmente altas, especialmente em água do mar.

#### **4.2.3 Estruturas Enterradas no Solo**

A corrosão no solo depende da presença de conteúdo mineral e da natureza desses minerais, da presença de materiais orgânicos, do teor de água e do teor de oxigênio. A corrosividade do solo é fortemente influenciada pelo grau de aeração. O teor de oxigênio pode variar e formar células de corrosão. Onde grandes estruturas de aço, como tubulações, túneis, instalações de tanques, etc. que passam por diferentes tipos de solo, solos com diferentes teores de oxigênio, solos com diferentes níveis de água, etc., podem resultar em corrosão localizada (pites) devido a formação de células de corrosão.

Para mais detalhes, consultar EM 12501-1.

Diferentes tipos de solo e diferenças nos parâmetros do solo não são considerados como critérios de classificação nesta norma.

#### **4.3 Casos Especiais**

Para a seleção de um esquema de pintura anticorrosiva, devem ser levados em conta as tensões especiais às quais uma estrutura é submetida e situações especiais nas quais uma estrutura está localizada. Ambos, o projeto e o uso da estrutura, podem levar a tensões de corrosão não consideradas no sistema de classificação descrita no Item 5. Exemplos de casos especiais estão apresentados no [Anexo B](#).

### **5. CLASSIFICAÇÃO DOS AMBIENTES**

#### **5.1 Categorias de Corrosividade Atmosférica**

**5.1.1** De acordo com a norma ISO 9223, os ambientes atmosféricos são classificados em seis categorias de corrosividade atmosférica:

- C1** Corrosividade muito baixa
- C2** Corrosividade baixa
- C3** Corrosividade média
- C4** Corrosividade alta
- C5** Corrosividade muito alta
- CX** Corrosividade extrema

NOTA: A classificação CX abrange diferentes ambientes extremos. Um ambiente extremo específico é o ambiente offshore coberto pela norma ISO 12944-9. Outros ambientes extremos não são cobertos nas outras partes da ISO 12944.

**5.1.2** Para determinar as categorias de corrosividade, a exposição de corpos de prova padrão é altamente recomendada. A Tabela 1 define as categorias de corrosividade em termos de perda de massa ou espessura de tais corpos de prova padrão, feitas de aço de baixo carbono e/ou zinco, após o primeiro ano de exposição. Para obter detalhes sobre os corpos de prova padrão e o tratamento dos corpos de prova, consultar a norma ISO 9226. A extrapolação das perdas de massa ou espessura para um ano a partir de tempos de exposição mais curtos ou extrapolação posterior de tempos mais longo, não vai fornecer resultados confiáveis e, portanto, não é permitido. As perdas de massa ou espessura obtidas para corpos de prova de aço e zinco, podem por vezes, dar diferentes categorias. Em tais casos, a categoria mais alta de corrosividade deve ser considerada.

Não sendo possível expor os corpos de prova padrão no ambiente de real interesse, a categoria de corrosividade pode ser estimada, considerando simplesmente os exemplos de ambientes típicos fornecidos na [Tabela 1](#). Os exemplos listados são informativos e podem ocasionalmente ser enganosos. Apenas a medição real da perda de massa ou espessura, vai fornecer a correta classificação.

NOTA: As categorias de corrosividade também podem ser estimadas considerando-se o efeito combinado dos seguintes fatores ambientais: tempo de umedecimento anual, concentração média anual de dióxido de enxofre e deposição média anual de cloretos (ver norma ISO 9223).

**Tabela 1 – Categorias de corrosividade atmosférica e exemplos de ambientes típicos**

Categorias de corrosividade	Perda de massa por unidade de superfície/perda de espessura (após primeiro ano de exposição)				Exemplos de ambientes típicos em clima temperado (apenas informativo)	
	Aço de baixo carbono		Zinco		Exterior	Interior
	Perda de massa (g/m <sup>2</sup> )	Perda de espessura (µm)	Perda de massa (g/m <sup>2</sup> )	Perda de espessura (µm)		
C1 Muito baixa	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	-	Ambientes aquecidos com atmosferas limpas. Ex.: escritórios, hotéis, shoppings, escolas
C2 Baixa	>10 a 200	>1,3 a 25	>0,7 a 5	>0,1 a 0,7	Atmosferas com baixo nível de poluição. Predominante em áreas rurais	Ambientes não aquecidos onde pode ocorrer condensação. Ex.: armazéns, áreas de esportes
C3 Média	>200 a 400	>25 a 50	>5 a 15	>0,7 a 2,1	Atmosferas urbanas e industriais, com poluição moderada de dióxido de enxofre. Áreas costeiras com baixa salinidade	Salas de produção com alta umidade e alguma poluição. Ex.: fábricas de alimentos, lavanderias, cervejarias, laticínios.
C4 Alta	>400 a 650	>50 a 80	>15 a 30	>2,1 a 4,2	Áreas industriais e áreas costeiras com salinidade moderada	Indústrias químicas, piscinas, navios de cabotagem e estaleiros.
C5 Muito alta	> 650 a 1.500	>80 a 200	>30 a 60	>4,2 a 8,4	Áreas industriais com alta umidade e atmosfera agressiva e áreas costeiras com alta salinidade	Edificações e áreas com condensação quase permanente e com alta poluição
CX Extrema	>1.500 a 5.500	>200 a 700	>60 a 180	>8,4 a 25	Áreas de <i>offshore</i> com alta salinidade e áreas industriais com umidade extrema e atmosfera agressiva e atmosferas tropical e subtropical	Áreas industriais com umidade extrema e atmosfera agressiva

NOTAS: Os valores de perda utilizados para as categorias de corrosividade são idênticos aos fornecidos na norma ISO 9223.

## 5.2 Categorias de Corrosividade para Água e Solo

Para estruturas imersas em água ou enterradas no solo, a corrosão normalmente é localizada e as categorias de corrosividade são difíceis de definir. No entanto, para fins desta norma, vários ambientes podem ser descritos. Na [Tabela 2](#), quatro ambientes diferentes são descritos em conjunto com suas designações. Consulte o item [4.2](#) para mais detalhes.

Tabela 2 – Categorias para água e solo

Categoria	Ambiente	Exemplos de ambientes e estruturas
Im1	Água doce	Instalações em rios, usinas hidroelétricas.
Im2	Água do mar ou salobra	Estruturas imersas sem proteção catódica (ex.: áreas portuárias com estruturas como comportas, eclusas e molhes).
Im3	Solo	Tanques, estrutura de aço e tubulações de aço enterrados
Im4	Água do mar ou salobra	Estruturas imersas com proteção catódica (ex.: estrutura de offshore).

NOTA: Para as categorias de corrosividade Im1 e Im3, a proteção catódica pode ser usada com um sistema de pintura testado de acordo.

**ANEXO A (INFORMATIVO):  
 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**

Geralmente, apenas conclusões gerais sobre o provável comportamento da corrosão, podem ser tiradas com base no tipo de clima. Em clima frio ou seco, a taxa de corrosão será menor do que em clima temperado; será maior em clima quente e úmido e em clima marinho, embora possam ocorrer diferenças localizadas consideráveis.

A principal preocupação é o tempo que uma estrutura é exposta a alta umidade, também descrita como tempo de umedecimento. A [Tabela A.1](#) abaixo, fornece informações sobre o tempo de umedecimento calculado e características selecionadas de vários tipos de clima.

**Tabela A.1**  
**Tempo de umedecimento calculado e características selecionadas de vários tipos de clima**

Tipo de clima	Valor médio de valores extremos anuais			Tempo de umedecimento calculado com URA > 80% e T > 0°C (h/ano)
	Temperatura Baixa °C	Temperatura Alta °C	Temperatura mais alta com URA > 95 % °C	
Extremamente Frio	-65	+32	+20	0 a 100
Frio	-50	+32	+20	150 a 2500
Frio e temperado	-33	+34	+23	2500 a 4200
Quente e temperado	-20	+35	+25	
Quente e seco	-20	+40	+27	10 a 1600
Quente e seco médio	-5	+40	+27	
Extremamente quente e seco	+3	+55	+28	
Quente e úmido	+5	+40	+31	4200 a 6000
Quente e úmido, uniforme	+13	+35	+33	

## **ANEXO B (INFORMATIVO): CASOS ESPECIAIS**

### **B.1 Situações Especiais**

#### **B.1.1 Corrosão no Interior de Edifícios**

Tensões de corrosão em estruturas de aço situadas dentro de edifícios protegidos do ambiente externo, são geralmente insignificantes.

Se o interior do edifício é apenas parcialmente protegido do ambiente externo, neste caso as tensões de corrosão podem ser assumidas como as mesmas associadas ao tipo de atmosfera que circunda o edifício.

O efeito das tensões de corrosão causadas pelo clima no interior do edifício pode ser consideravelmente intensificado pelo tipo de uso do edifício e estas tensões devem ser tratadas como tensões especiais (ver [B.2](#)). Tais tensões podem ocorrer em edifícios de piscinas com água clorada cobertas, criadouros de animais e outros edifícios para fins especiais.

As áreas mais frias das estruturas podem estar sujeitas a maiores tensões de corrosão como resultado da formação sazonal de condensação.

Nos casos em que as superfícies ficam molhadas com eletrólitos, mesmo que tal umedecimento seja apenas temporário (por exemplo, no caso de materiais de construção saturados), são necessários requisitos de corrosão particularmente rigorosos.

#### **B.1.2 Corrosão em Componentes Vazios de Edifícios**

Os espaços vazios que são hermeticamente selados e, portanto, inacessíveis, não estão submetidos a qualquer corrosão interna, enquanto que tais espaços hermeticamente fechados sejam abertos ocasionalmente, ficam sujeitos a pequenas tensões de corrosão.

O projeto destes espaços vazios deve garantir sua estanqueidade (por exemplo: sem soldas descontínuas, juntas firmemente parafusadas). Caso contrário, dependendo da temperatura externa, a umidade condensada pode ser absorvida e retida. Se é provável que isso aconteça, as superfícies internas destes espaços vazios devem ser protegidas. Observe que a condensação é frequentemente constatada mesmo em espaços vazios que foram projetadas com invólucros hermeticamente fechados.

A corrosão é esperada dentro destes espaços vazios que não sejam fechados em todos os lados e medidas apropriadas devem ser tomadas. Para mais informações sobre projeto, consultar a norma [ISO 12944-3](#).

### **B.2 Tensões Especiais**

#### **B.2.1 Geral**

Tensões especiais, para os fins da norma ISO 12944 (todas as partes), são tensões que causam um aumento significativo na corrosão e/ou que exigem maior desempenho dos sistemas de pintura anticorrosivo. Devido a diversidade de tais tensões, apenas um número selecionado de exemplos pode ser apresentado aqui.

#### **B.2.2 Tensões Químicas**

A corrosão é agravada localmente por poluentes derivados da operação de uma planta (por exemplo, ácidos, álcalis ou sais, solventes orgânicos, gases agressivos e partículas de poeira).

De modo geral, estas tensões ocorrem nas proximidades da fonte emissora, como por exemplo, coqueiras, decapadores, plantas de galvanoplastia, fábricas de corantes, fábricas de papel e celulose, curtumes e refinarias de petróleo.

### B.2.3 Tensões Mecânicas

#### B.2.3.1 Na Atmosfera

Tensões abrasivas (erosão) podem ocorrer devido a partículas (ex.: areia) que são lançadas pelo vento.

As superfícies que estão sujeitas a tais abrasão, são consideradas expostas a tensões mecânicas moderadas ou severas.

#### B.2.3.2 Na Água

Na água, as tensões mecânicas podem ser produzidas pelo movimento das pedras, ação abrasiva da areia, ação das ondas, etc.

As tensões mecânicas podem ser divididas em três classes:

- a) **Fraca:** nenhuma ou tensões muito pequenas e intermitentes, por exemplo, devido a detritos leves ou pequenas quantidades de areia arrastadas em água com movimento lento;
- b) **Moderada:** tensões mecânicas moderadas devido, por exemplo:
  - detritos sólidos, areia, cascalho, cascalho ou gelo arrastados em quantidades moderadas em água com velocidade moderadamente rápida;
  - correnteza forte sem matéria arrastada que passa por superfícies verticais;
  - crescimento moderado (animal ou vegetal), e
  - ação moderada das ondas.
- c) **Severo:** altas tensões mecânicas, devido por exemplo:
  - detritos sólidos, areia, cascalho, telha ou gelo arrastados em grandes quantidades por água corrente em superfícies horizontais e inclinadas;
  - crescimento denso (animal ou vegetal), particularmente se, por razões operacionais, for removido mecanicamente de vez em quando.

### B.2.4 Tensões Devido a Condensação

Se a temperatura da superfície de uma estrutura metálica permanecer com a temperatura abaixo do ponto de orvalho por vários dias, a condensação produzida vai representar uma tensão de corrosão particularmente alta, especialmente se tal condensação ocorrer em intervalos regulares (por exemplo, em trabalho com água, em tubulação de água de refrigeração).

### B.2.5 Tensões Devido a Temperaturas Moderadas ou Altas

Nesta norma, as temperaturas moderadas são aquelas entre 60 °C e 150 °C, e as altas temperaturas são aquelas entre 150 °C e 400 °C. Temperaturas desta magnitude somente ocorrem sob condições especiais durante a construção ou operação (por exemplo, temperaturas moderadas ocorrem durante a colocação de asfalto nas estradas e altas ocorrem em chaminés de chapa de aço, duto de gás de combustão ou adutora de gás em obras de coquerias).

### B.2.6 Aumento da Corrosão Devido a Combinações de Tensões

A corrosão pode se desenvolver mais rapidamente em superfícies expostas simultaneamente a tensões mecânicas e químicas. Isso se aplica particularmente a estruturas de aço próximas a estradas, nas quais o cascalho e são foram espalhados.

O trânsito de carros vai espirrar água salgada e jogar areia em partes de tais estruturas. A superfície é então exposta a tensões de corrosão do sal e ao mesmo tempo, a tensões mecânicas devido ao impacto com tais partículas.

Outras partes da estrutura serão molhadas pelo “*salt spray*”. Isso afeta, por exemplo, a parte de baixo das estruturas acima das estradas que receberam sal. Presume-se que a zona de pulverização de água salgada se estenda a uma distância de 15 m da estrada.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] ISO 8044:2015, *Corrosion of metals and alloys – Basic terms and definitions*
- [2] ISO 9223, *Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination, and estimation*
- [3] ISO 9226, *Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity*
- [4] EN 12501-1, *Protection of metallic materials against corrosion – Corrosion likelihood in soil – Part 1: General*