**1 - Conceito de Corrosão.**

A corrosão consiste na deterioração dos materiais pela ação química ou eletroquímica do meio, podendo estar ou não associado a esforços mecânicos. Ao se considerar o emprego de materiais na construção de equipamentos ou instalações é necessário que estes resistam à ação do meio corrosivo, além de apresentar propriedades mecânicas suficientes e características de fabricação adequadas. A corrosão pode incidir sobre diversos tipos de materiais, sejam metálicos como os aços ou as ligas de cobre, por exemplo, ou não metálicos, como plásticos, cerâmicas ou concreto. A ênfase aqui descrita será sobre a corrosão dos materiais metálicos. Esta corrosão é denominada corrosão metálica. Dependendo do tipo de ação do meio corrosivo sobre o material, os processos corrosivos podem ser classificados em dois grandes grupos, abrangendo todos os casos deterioração por corrosão:

- Corrosão Eletroquímica  
- Corrosão Química.  
Os processos de corrosão eletroquímica são mais freqüentes na natureza e se caracterizam basicamente por:

* Necessariamente na presença de água no estado líquido;
* Temperaturas abaixo do ponto de orvalho da água, sendo a grande maioria na temperatura ambiente;
* Formação de uma pilha ou célula de corrosão, com a circulação de elétrons na superfície metálica.

Em face da necessidade do eletrólito conter água líquida, a corrosão eletroquímica é também denominada corrosão em meio aquoso. Nos processos de corrosão, os metais reagem com os elementos não metálicos presentes no meio, O2, S, H2S, CO2 entre outros, produzindo compostos semelhantes aos encontrados na natureza, dos quais foram extraídos. Conclui-se, portanto, que nestes casos a corrosão corresponde ao inverso dos processos metalúrgicos

Os **processos de corrosão química** são, por vezes, denominados **corrosão ou oxidação em altas temperaturas**. Estes processos são menos freqüentes na natureza, envolvendo operações onde as temperaturas são elevadas.   
Tais processos corrosivos se caracterizam basicamente por:  
- ausência da água líquida;   
- temperaturas, em geral, elevadas, sempre acima do ponto de orvalho da água;   
- interação direta entre o metal e o meio corrosivo.

Como na **corrosão química** não se necessita de água líquida, ela também é denominada em **meio não aquoso ou corrosão seca**.   
Existem processos de deterioração de materiais que ocorrem durante a sua vida em serviço, que não se enquadram na definição de corrosão. Um deles é o desgaste devido à erosão, que remove mecanicamente partículas do material. Embora esta perda de material seja gradual e decorrente da ação do meio, tem-se um processo eminentemente físico e não químico ou eletroquímico. Pode-se entretanto ocorrer, em certos casos, ação simultânea da corrosão, constituindo o fenômeno da **corrosão-erosão**.

Outro tipo de alteração no material que ocorre em serviço, são as transformações metalúrgicas que podem acontecer em alguns materiais, particularmente em serviço com temperaturas elevadas. Em função destas transformações as propriedades mecânicas podem sofrer grandes variações, por exemplo apresentando excessiva fragilidade na temperatura ambiente. A alteração na estrutura metalúrgica em si não é corrosão embora possa modificar profundamente a resistência à corrosão do material, tornando-o, por exemplo, susceptível à**corrosão intergranular**. Durante o serviço em alta temperatura pode ocorrer também o fenômeno da **fluência**, que é uma deformação plástica do material crescente ao longo do tempo, em função da tensão atuante e da temperatura.

**3 - Meios Corrosivos**

Os meios corrosivos em corrosão eletroquímica são responsáveis pelo aparecimento do eletrólito. O **eletrólito** é uma solução eletricamente condutora constituída de água contendo sais, ácidos ou bases.

**Principais Meios Corrosivos e Respectivos Eletrólitos**  
- 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 naturai**s (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. Uma análise da água do mar apresenta em média os seguintes constituintes em gramas por litro de água:

|  |  |
| --- | --- |
| Cloreto (Cl-) | 18,9799 |
| Sulfato (SO -) | 2,6486 |
| Bicarbonato (HCO ) | 0,1397 |
| Brometo (Br-) | 0,0646 |
| Fluoreto (F-) | 0,0013 |
| Ácido Bórico (H3BO3) | 0,0260 |
| Sódio (Na+) | 10,5561 |
| Magnésio (Mg2+) | 1,2720 |
| Cálcio (Ca2+) | 0,4001 |
| Potássio (K+) | 0,3800 |
| Estrôncio (Sr 2+) | 0,0133 |

A água do mar em virtude da presença acentuada de sais, é um eletrólito por excelência. Outros constituintes como gases dissolvidos, podem acelerar os processos corrosivos;

- produtos químicos: os produtos químicos, desde que em contato com água ou com umidade e formem um eletrólito, podem provocar corrosão eletroquímica

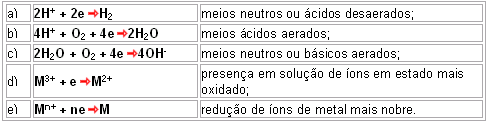
**4 - Reações no Processo Corrosivo - Produtos de Corrosão**

As reações que ocorrem nos processos de corrosão eletroquímica são reações de oxidação e redução.

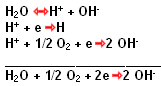
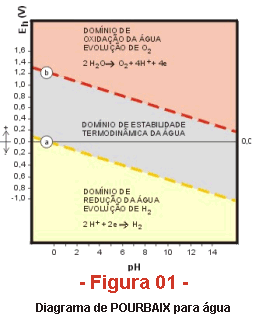
As reações na área anódica (anodo da pilha de corrosão) são reações de oxidação.

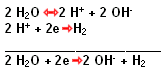
A reação mais importante e responsável pelo desgaste do material é a de passagem do metal da forma reduzida para a iônica (combinada).  
http://www.iope.com.br/corrosao_2/eprs_1.gif (responsável pelo desgaste do metal)  
As reações na área catódica (cátodo da pilha de corrosão) são reações de redução.

As reações de redução são realizadas com íons do meio corrosivo ou, eventualmente, com íons metálicos da solução.

As principais reações na área catódica são:   
   
As reações catódicas mais comuns nos processos corrosivos são "a", "b" e "c" as reações "d" e "e" são menos freqüentes, a última aparece apenas em processos de redução química ou eletrolítica.

Serão detalhados a seguir as reações catódicas apresentadas anteriormente e que ocorrem em meios neutros ou aerados e não aerados. Reações catódicas em meio neutro aerado:

  
  
Reações catódicas em meio neutro não aerado:



**Conclusões Importantes:**

Das reações catódicas acima pode-se tirar algumas importantes conclusões:

* A região catódica torna-se básica (há uma elevação do pH no entorno da área catódica).
* Em meios não aerados há liberação de H2, o qual é absorvido na superfície e responsável pela sobretensão ou sobrevoltagem do hidrogênio. Este fenômeno provoca o retardamento do processo corrosivo e chama-se polarização catódica.
* Em meios aerados há o consumo do H2 pelo O2, não havendo a sobrevoltagem do hidrogênio. Neste caso não há, portanto, a polarização catódica e haverá, consequentemente, a aceleração do processo corrosivo.

A composição do eletrólito na vizinhança do catodo é dependente de difusão do oxigênio no meio e da velocidade de renovação do eletrólito. Deste modo é possível a ocorrência da reação "a" em meios aerados, caso o fluxo de elétrons chegando ao catodo seja muito elevado. Um exemplo é o caso da superproteção catódica em água do mar onde a reação "c", que normalmente ocorre, pode ser sobrepujada pela reação "a". Um sério inconveniente é a possibilidade de ocorrência do fenômeno de fragilização pelo hidrogênio produzindo trincas e/ou a diminuição da vida à fadiga.

Observação:   
Em meios ácidos haverá um decréscimo da acidez no entorno da área catódica e em meios básicos haverá um acréscimo da alcalinidade no entorno da área catódica.

Os produtos de corrosão nos processos eletroquímicos são, em geral, resultantes da formação de compostos insolúveis entre o íon do metal e o íon hidroxila. O produto de corrosão é portanto, na grande maioria dos casos hidróxido do metal corroído, ou óxido hidrato do metal.

Quando o meio corrosivo contiver outros íons poderá haver a formação de outros componentes insolúveis e o produto de corrosão pode ser constituído de sulfetos, sulfatos, cloretos, dentre outras.