Encontro Técnico
AESABESP
Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente



35ETC-06758 - GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO A QUENTE E O AUMENTO NA VIDA ÚTIL DO AÇO EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA EM EMPRESAS DE SANEAMENTO

Camile Paula Theodoro
Product & Marketing Development & Technical Assistance
Nexa Resources

nexa

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

AESABESP
Associação dos Engenheiros da Sabesp


Quem é o maior
consumidor de aço
no mundo?


CORROSÃO
=
FERRUGEM

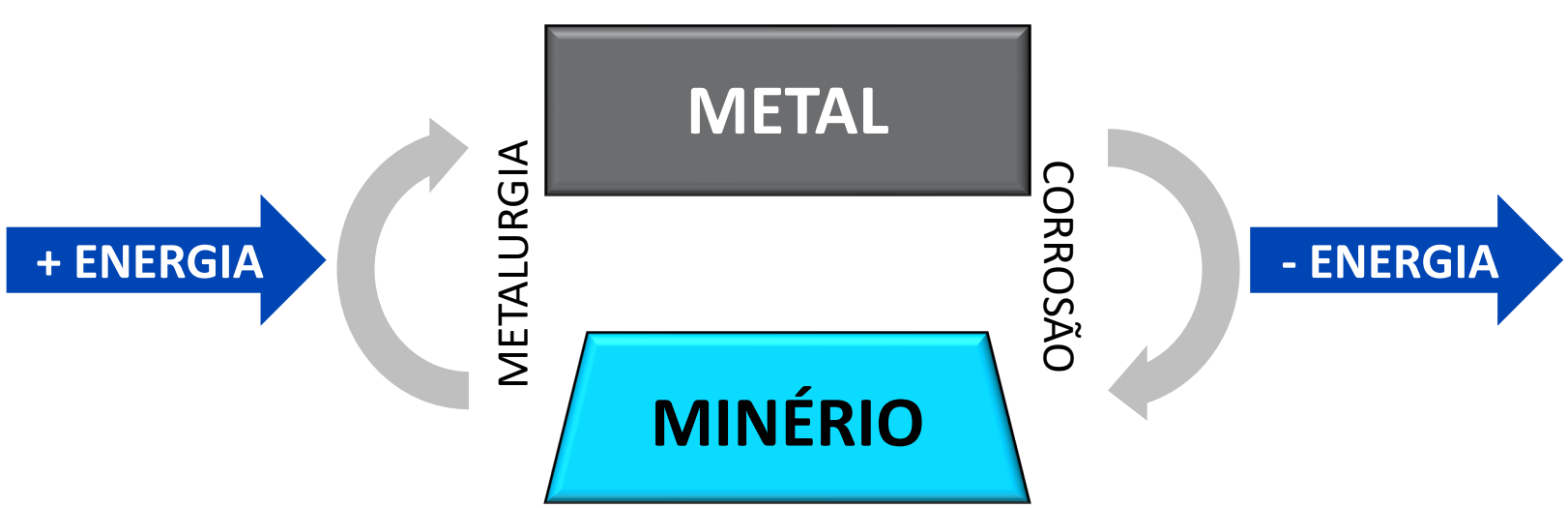




Encontro Técnico
AESABESP
Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

Corrosão

Tendência que os materiais têm de retornar ao seu estado de menor energia (maior estabilidade):





Impactos da Corrosão

Cerca de **30% da produção mundial de ferro e aço** é perdida com a corrosão.

Custos com corrosão correspondem de 1 a 5% do PIB dos países.



Gastos com Corrosão

Estimativa média do custo de corrosão:
3,4% do PIB global (U$84,93 Trilhões)
= US$ 2,9 trilhões

PIB 2023 Br = R$10,9 trilhões
~4% do PIB gastos em manutenção da corrosão
~R$ 436 bi

Com a utilização de técnicas de proteção contra corrosão, estima-se que poderiam ser economizados cerca de 25% - R$ 109bi/ano

Fonte: NACE International Report – IMPACT
http://impact.nace.org/economic-impact.aspx

Corrosão

Categoria de corrosividade	Taxa média anual de corrosão do zinco (µm/ano)	Taxa média anual de corrosão do aço carbono (µm/ano)
C1 – Muito Baixa interior: seco	<0,1	<1,3
C2 – Baixa interior: condensação ocasional exterior: rural	0,1 a 0,7	1,3 a 25
C3 – Média interior: alta umidade, pouca poluição no ar exterior: interior urbano ou costa urbana	0,7 a 2,1	25 a 50
C4 – Alta interior: piscinas, plantas químicas exterior: interior industrial ou costa urbana	2,1 a 4,2	50 a 80
C5 – Muito Alta interior: edificações ou áreas com condensação quase que permanente e com alta poluição exterior: industrial com alta umidade ou alta salinidade costal	4,2 a 8,4	80 a 200
CX – Extrema interior: edificações ou áreas com condensação quase que permanente e com alta poluição exterior: área costeira e "offshore" com alta salinidade	8,4 a 25	>200

Obs.: A velocidade de corrosão do Zinco é de 10 (C2) a 300 (C5) vezes menor que o velocidade de corrosão do ferro conforme a categoria de corrosividade (quanto mais agressivo o ambiente, mais benéfico o uso do Zn).

Galvanização

DEFINIÇÃO: É um processo de revestimento de zinco no aço carbono, ferro fundido ou aço patinável, que se encontram na forma de peças, estruturas, de vários formatos, tamanhos e complexidade, internamente e externamente.



Galvanização Geral

Galvanização Contínua

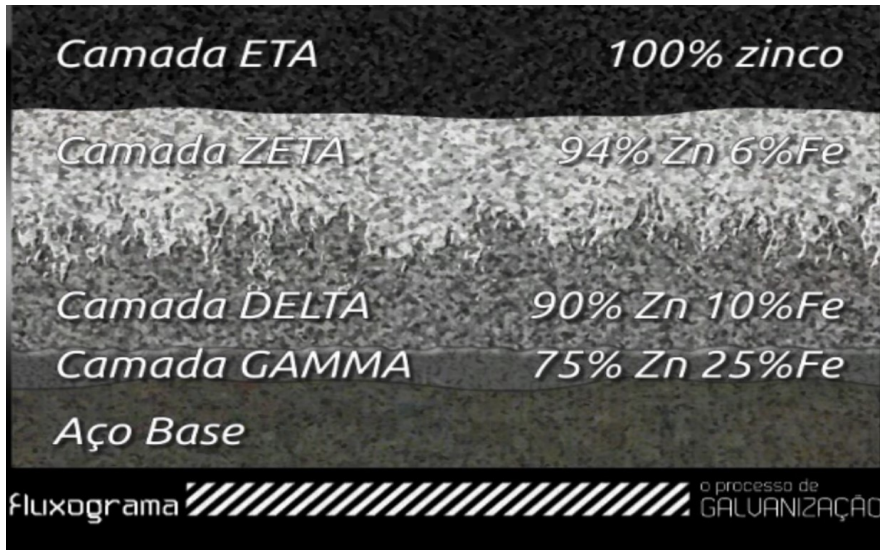


Galvanização

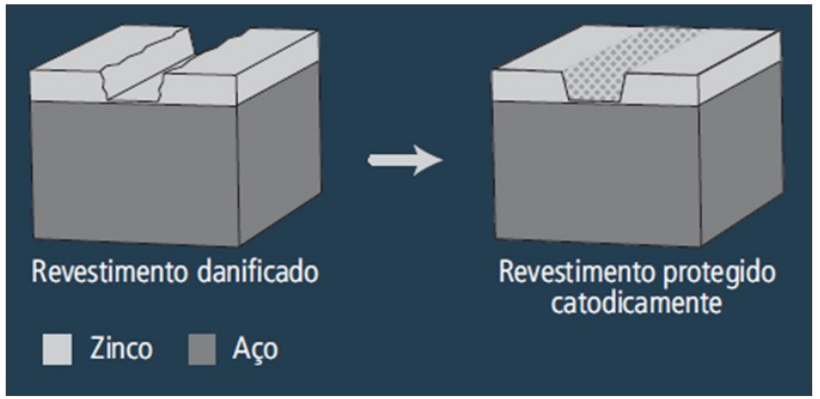
Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

DUPLA PROTEÇÃO

1ª : POR BARREIRA



2ª : CATÓDICA



$Zn \xrightarrow{O_2\ Ar} ZnO \xrightarrow{Umidade} Zn(OH)2 \xrightarrow{CO_2} ZnCO3$

Em 24h | 24h a 3 meses | 3 a 12 meses

Camada aderente e insolúvel

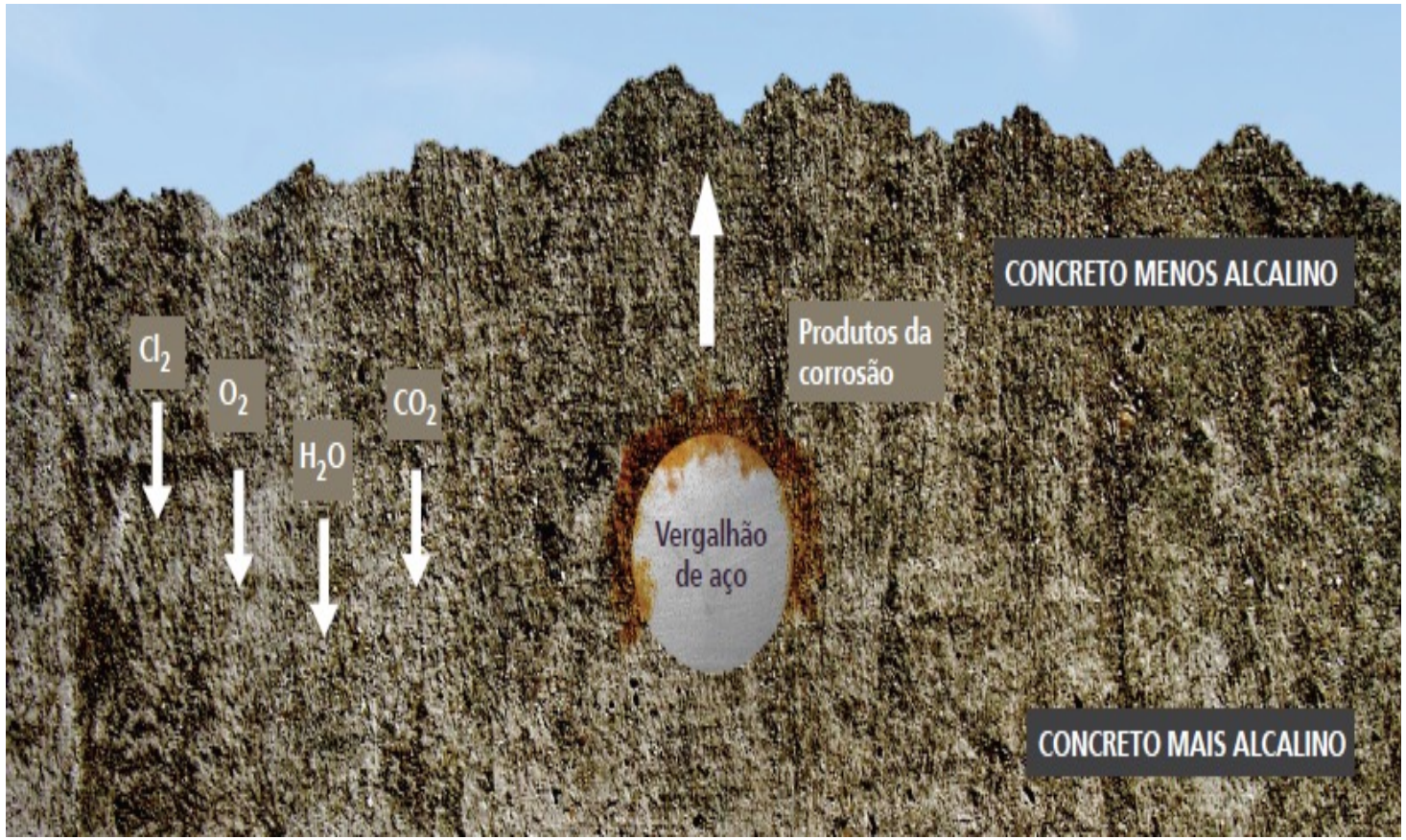
Galvanização

Além de ser aplicada em estruturas metálicas utilizadas na construção civil, bens de consumo e energia, a galvanização se destaca por conferir benefícios e aumentar a durabilidade do vergalhão de aço, utilizado no interior do concreto.





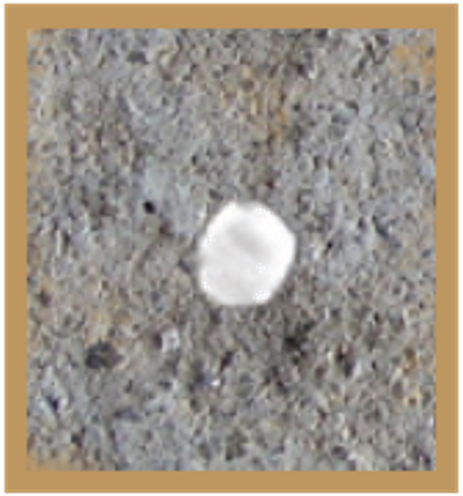
Concreto armado



Corrosão do aço no concreto

1. Redução da alcalinidade devido à presença de dióxido de carbono (CO2) atmosférico e/ou outros elementos ácidos;
2. Ação de íons despassivantes, como cloretos (Cl-) na presença de oxigênio, que afetam a armadura e intervém na degradação do concreto, permitindo que a armadura seja exposta ao meio ambiente.

Concreto armado






Os produtos da corrosão, como o óxido de ferro (FeO), tem efeito expansivo, resultando em tensões de tração no concreto que provocam fissuras e seu desprendimento da estrutura no contorno do vergalhão. Essas fissuras podem constituir um caminho rápido para a entrada de mais elementos agressivos, comprometendo a integridade e resistência da estrutura

Demonstrar através de **casos reais** os benefícios da aplicação de **armaduras galvanizadas** em projetos de saneamento, contribuindo para o desenvolvimento sustentável através do aumento da **durabilidade de reservatórios** de água.

SABESP

2013 - Foi conduzido um trabalho junto a Sabesp onde, a partir de dados reais, foi calculado o custo total da utilização de armaduras galvanizadas (custo inicial, custos evitados com manutenção e custo de oportunidade), atingindo quase **40% de redução** em relação à utilização de armaduras de aço comum. O trabalho foi apresentado no Congresso Internacional do EGGA (European General Galvanizers Association).

SANEPAR

2016 - Promover e desenvolver a aplicação de vergalhão galvanizado em projetos de saneamento

Votorantim Metais

SANEPAR

Raitz GALVANIZAÇÃO

ICZ Instituto Cadeia do Zinco

GERDAU

SANEPAR





SANEPAR





SANEPAR

2020 – Realizado o esgotamento do reservatório para uma **inspeção interna** do mesmo, focado principalmente na **laje interna** onde foi utilizado o vergalhão galvanizado, e na junção entre a laje e a parede, onde a armadura galvanizada faz interface com a armadura sem galvanizar



Interior da laje do reservatório Palmital



Junção da parede com o teto do reservatório e aplicação de membrana impermeabilizante

SANEPAR

2022 – Realizada uma **nova inspeção** para avaliação do comportamento do vergalhão galvanizado no interior do reservatório Palmital.





SANEPAR

2022 – Inspeção em reservatório onde não foi utilizado vergalhão galvanizado





Ponte Rota 66

Construída pela Odebrecht, em Kittanning, PA é um grande case de utilização do **vergalhão galvanizado**.

Como é uma região em que há acúmulo de neve na pista, **joga-se sal na pista para descongelar**.

Quando houve necessidade de renovação do pavimento, pensou-se que as armaduras também poderiam estar comprometidas. No entanto, **não houve necessidade de reforma na armadura**, a espessura média da camada de zinco era de 247-270 µm e as armaduras estavam intactas.





Museu Iberê Camargo

Obra inaugurada em 2008 construída em concreto branco, em Porto Alegre - RS.

A **escolha do vergalhão galvanizado se deu por motivos estéticos**, além dos motivos de maior durabilidade e segurança.

Como o recobrimento foi feito em concreto branco, **o arquiteto não queria que o concreto ficasse com manchas de ferrugem**.



Museu Iberê Camargo



Após 16 anos da inauguração, a fachada do museu está intacta, sem nenhum sinal de corrosão











Museu de Arte do Rio de Janeiro - MAR

A laje de cobertura do museu, que tem forma de onda, foi **feita com armaduras galvanizada**.

O corte e dobra das armaduras foram feitos na obra após galvanização. O adicional no prazo de entrega das armaduras, por conta da galvanização, foi de 4 dias.

Inaugurado em **Março de 2017**.

Objetivos:
- Ambiente com alta concentração de cloretos (próximo do mar)
- Laje é branca, o apelo estético da forma também é importante
- Dificuldade em se fazer manutenção na estrutura

Com a galvanização, a **primeira manutenção** nas armaduras **não** deve ocorrer antes dos 30 anos de vida útil.







Museu de Arte do Rio de Janeiro - MAR

Após 7 anos da inauguração, o museu não apresenta nenhum sinal de corrosão







Encontro Técnico
AESABESP
Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente



OBRIGADA!!

Camile Paula Theodoro
Product & Marketing Development & Technical Assistance
camile.theodoro@nexaresources.com

nexa

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

AESABESP
Associação dos Engenheiros da Sabesp