

Estudo de Caso

AS FORMAS DE CORROSÃO:
CONHEÇA AS MAIS COMUNS



RIJEZA
m e t a l u r g i a

INTRODUÇÃO

A **corrosão metálica** é um dos principais desafios enfrentados por diversos setores industriais. Trata-se de um processo natural de degradação que ocorre quando um metal interage com o meio ao seu redor — seja ele líquido, gasoso ou sólido — **resultando na perda progressiva** de suas **propriedades mecânicas, estruturais e funcionais**.

Mais do que um problema estético, a corrosão representa **altos custos operacionais**, paradas não planejadas, riscos à segurança e **redução da vida útil de componentes críticos**. Tubulações, válvulas, eixos, rotores, trocadores de calor e inúmeros outros equipamentos estão constantemente expostos a ambientes agressivos que aceleram esses processos.

Diante desse cenário, é fundamental não apenas entender os diferentes tipos de corrosão, mas também conhecer as **tecnologias mais eficazes para combatê-las**. Este material apresenta uma visão clara e objetiva sobre as principais formas de corrosão metálica e aponta as **soluções mais indicadas** com o uso de **tecnologias avançadas de revestimento**, como PTA, HVOF e Laser Cladding.

Nosso objetivo é ajudar você a tomar decisões mais assertivas para proteger seus ativos, aumentar a produtividade e reduzir custos com manutenção corretiva.



O QUE É CORROSÃO?

A corrosão é a deterioração de um material, geralmente metálico, por conta das reações com o meio em que este se encontra. Ela pode representar grandes perdas econômicas, pois está relacionada à diminuição do tempo de vida de um material. A corrosão pode ser eletroquímica, química ou electrolítica.



CORROSÃO ELETROQUÍMICA

Entre todos os mecanismos de desgaste é forma de corrosão mais comum de encontrar no nosso dia a dia. É encontrada em todo o tipo de superfície exposta ao meio ambiente, como pontes, postes, janelas, rodas, chaminés, tubulações, entre diversas outras que poderíamos aqui citar. Acontece quando o metal está em contato com a água (eletrólito), onde ocorrem dois tipos de reação: anódicas e catódicas.



CORROSÃO QUÍMICA

Nesse caso, ocorrem reações químicas entre o metal e o meio que ele está sujeito, seja ele gasoso ou líquido. O meio não é necessariamente o eletrólito, mas age de forma a degradar o metal e levar à formação de óxidos. Esse tipo de corrosão é muito comum em tubulações para transporte de gases em altas temperaturas.



CORROSÃO ELETROLÍTICA

Acontece quando dois metais com potenciais distintos são colocados em contato elétrico em um eletrólito. A diferença do potencial elétrico entre os metais leva à migração de íons no eletrólito, ocorrendo então a degradação do ânodo (metal menos nobre) e a eletrodeposição de metais no cátodo (metal mais nobre).



MORFOLOGIA

A **morfologia dos desgastes** é o estudo da forma, padrão e características físicas do desgaste que ocorrem nas superfícies de materiais após o atrito, corrosão, abrasão, erosão ou outros mecanismos. Ela é **essencial para entender as causas do desgaste**, prever falhas e melhorar a durabilidade de componentes.

COMO PREVENIR OU CORRIGIR CADA TIPO DE CORROSÃO? CONHEÇA AS TECNOLOGIAS IDEAIS PARA PROTEGER SEUS COMPONENTES E REDUZIR FALHAS NA PRODUÇÃO.



CORROSÃO UNIFORME

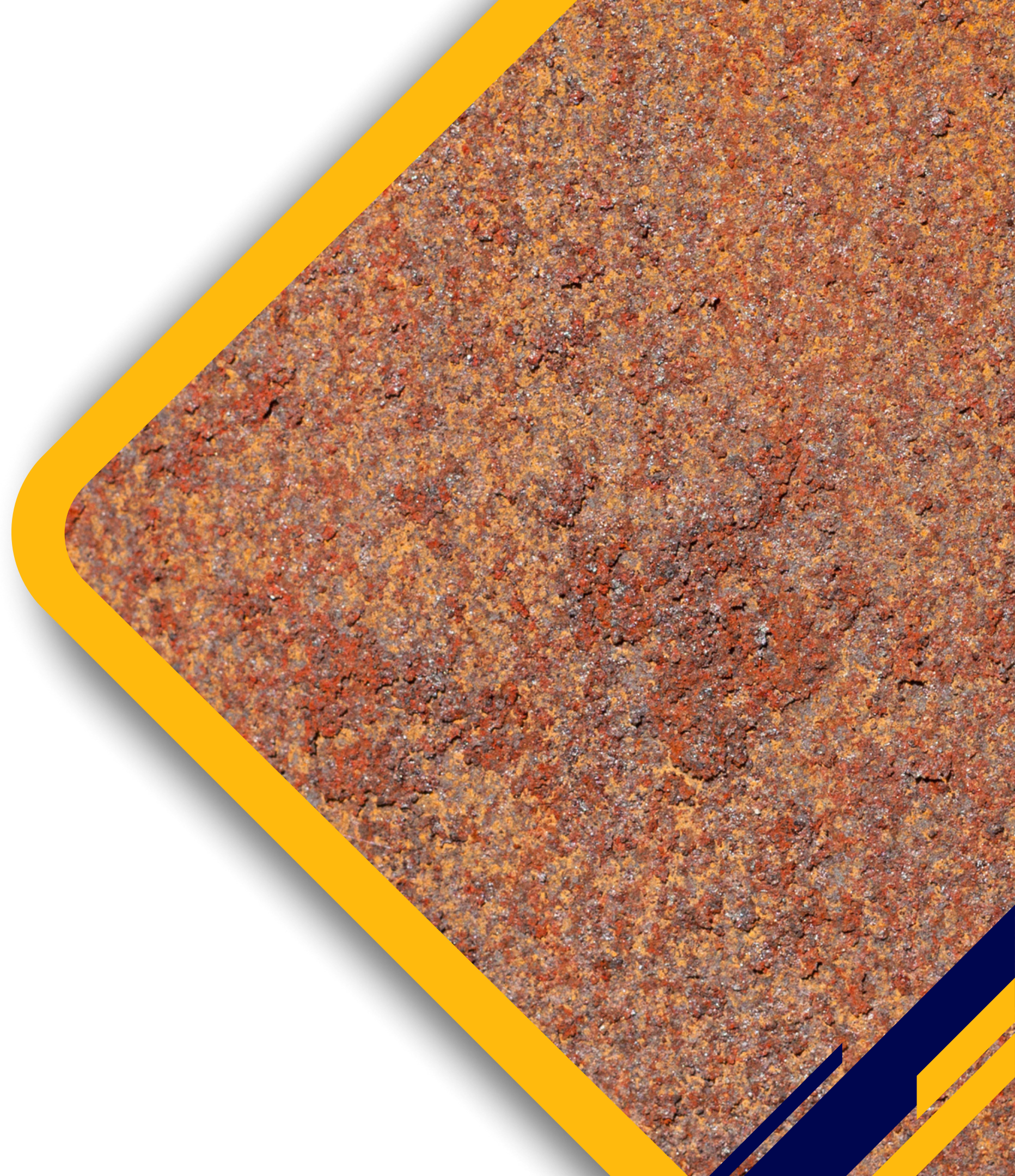
Acontece em toda a extensão da superfície, ocorrendo perda uniforme de espessura. É uma das mais fáceis de controlar, de perceber, proteger e também a mais comum.



Aplicações comuns: Rolos industriais, eixos, tubulações externas.



Melhor tecnologia: **HVOF**
Motivo: Garante uma camada densa e resistente à corrosão em toda a superfície, ideal para proteção ampla e uniforme com custo competitivo.



CORROSÃO POR PLACAS

Acontece em regiões específicas, com formação de placas de óxido que se desprendem à medida que ocorre o aumento da espessura, avançando de forma progressiva. Acontece geralmente em metais passivos.



Aplicações comuns: Equipamentos em aço inox, componentes de processos químicos ou alimentícios, serpentinas, tanques.



Melhor tecnologia: **Laser Cladding**
Motivo: Permite aplicação localizada com excelente aderência e baixa diluição, ideal para áreas com necessidade de reparo progressivo e controle térmico.



CORROSÃO ALVEOLAR

Também é uma corrosão localizada. Porém, não é muito profunda, sendo o diâmetro do alvéolo maior que sua profundidade.



Aplicações comuns: Bombas centrífugas, trocadores de calor, superfícies expostas à água do mar ou fluídos agressivos.




Melhor tecnologia: **Laser Cladding**
Motivo: Revestimento localizado com controle preciso, perfeito para tratar pontos específicos sem comprometer áreas saudáveis.

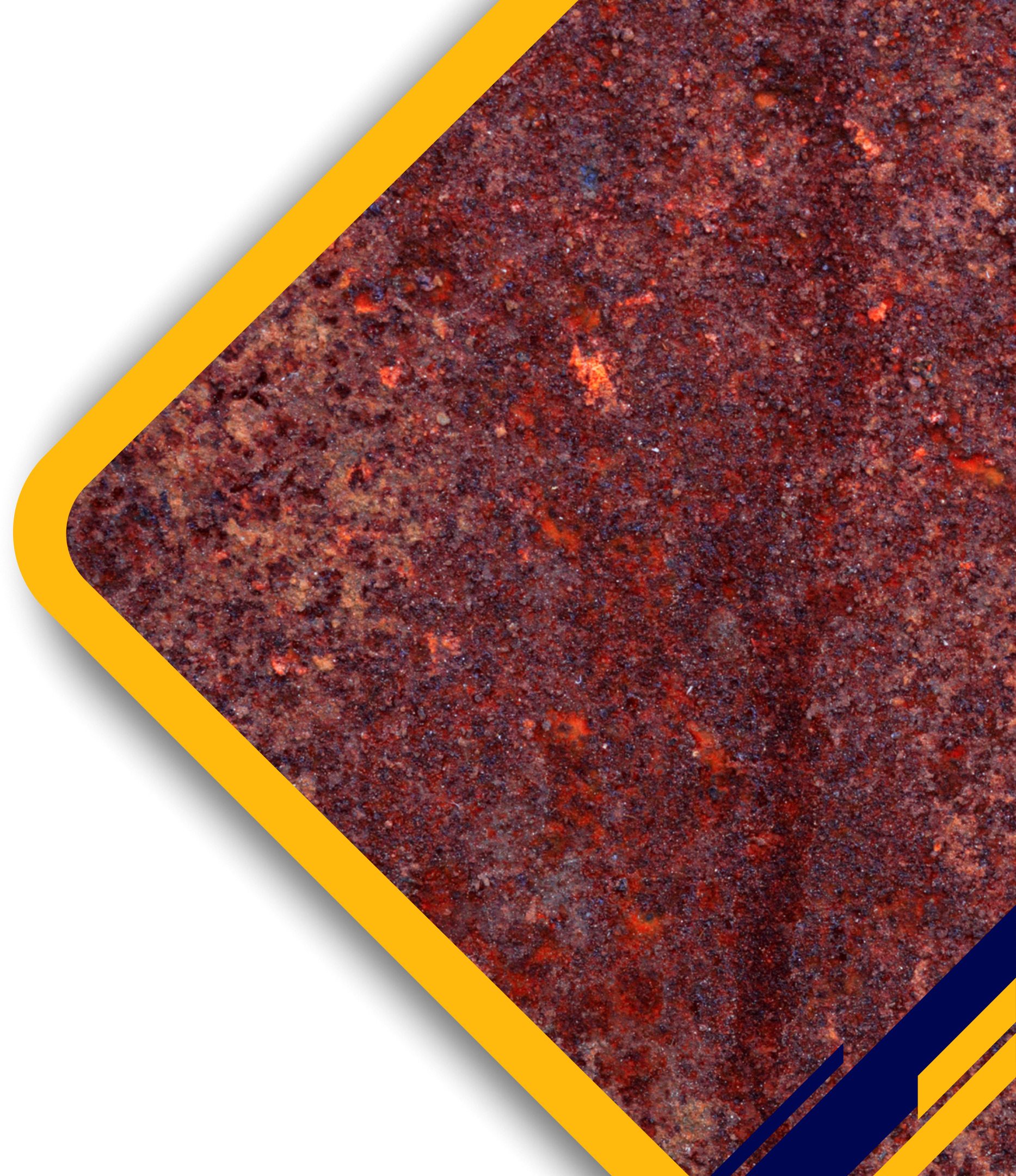


CORROSÃO TRANSGRANULAR

Ocorre nos grãos dentro da rede cristalina. Esse tipo de corrosão leva à formação de trincas e prejudica as propriedades mecânicas

 **Aplicações comuns:** Componentes estruturais de alta carga.

 Melhor tecnologia: **PTA**
Motivo: Oferece fusão controlada com excelente penetração e formação metalúrgica resistente, reforçando a integridade estrutural da peça.



CORROSÃO INTERGRANULAR

Ocorre entre os grãos da rede cristalina, pois sob certas condições os contornos se tornam muito reativos. Por exemplo, pode ocorrer por causa da variação da concentração dos elementos de liga nesta região.



Aplicações comuns: Equipamentos sujeitos a variações térmicas intensas.



Melhor tecnologia: **PTA**
Motivo: Oferece fusão controlada com excelente penetração e formação metalúrgica resistente, reforçando a integridade estrutural da peça



CORROSÃO POR PITES

É a forma mais destrutiva de corrosão e a mais difícil de identificar. Ocorre a formação de pequenos "furos" na estrutura, que futuramente podem levar à propagação de trincas e prejudicar o funcionamento do componente.



Aplicações comuns: Válvulas, rotores, peças hidráulicas.



Melhor tecnologia: **Laser Cladding**
Motivo: Ideal para reparar pites com precisão, controlando profundidade e minimizando zonas afetadas termicamente.



CORROSÃO FILIFORME

Aparece na forma de finos filamentos, mas não profundos, que se propagam em diferentes direções e que não se ultrapassam. Geralmente ocorre em superfícies metálicas revestidas com tintas ou com metais.



Aplicações comuns: Carcaças metálicas pintadas, equipamentos offshore.



Melhor tecnologia: **HVOF**

Motivo: Protege superfícies revestidas (tintas/metais) com barreiras altamente resistentes e com excelente acabamento superficial.



CORROSÃO POR ESFOLIAÇÃO

Aparece de forma paralela na superfície. Muito comum em chapas ou componentes extrudados que tiveram seus grãos alongados e achatados, criando condições para que inclusões ou segregações.



Aplicações comuns: Chapas, perfis estruturais, tubos.



Melhor tecnologia: **Laser Cladding**
Motivo: Revestimento superficial uniforme com excelente controle de penetração, evitando agravamento da separação em camadas.



CORROSÃO POR DEZINCIFICAÇÃO

Bastante seletiva, é típica de latões (Cu-Zn), onde acontece a corrosão preferencial do Zn (ânodo), restando o cobre (cátodo), com sua cor avermelhada, que contrasta com a cor amarelada do latão..



Aplicações comuns: Válvulas, conexões e registros de água.





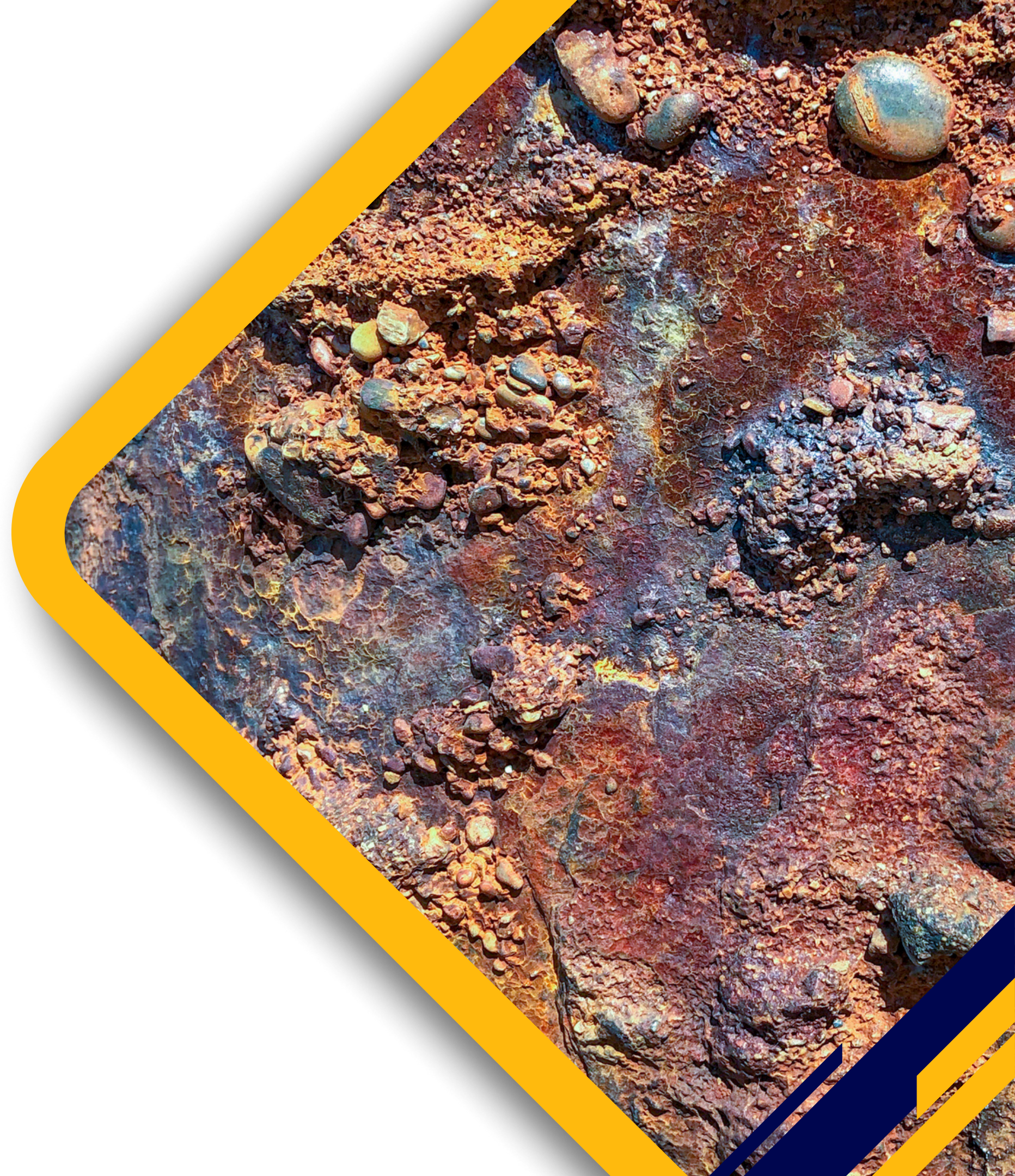
Melhor tecnologia: **Laser Cladding**
Motivo: Permite a aplicação de ligas nobres sobre latões, evitando a perda seletiva de zinco com máxima precisão



EMPOLAMENTO PELO H (H₂)

O hidrogênio penetra o material metálico, se concentrando em uma camada inferior à superfície, originando bolhas por conta do aumento da pressão do gás


-  **Aplicações comuns:** Componentes expostos a ambientes com H₂S, indústrias petroquímica e de energia, válvulas, tubulações, trocadores de calor.
-  Melhor tecnologia: **HVOF** (com ligas específicas)
Motivo: Evita microfissuras e trincas por hidrogênio ao aplicar revestimentos com baixa permeabilidade e excelente barreira protetora.



CORROSÃO GRAFÍTICA

É bastante seletiva. Ocorre em ferro fundido cinzento em temperatura ambiente, usados para água, esgoto e drenagem. A área fica com aspecto escuro, típico do grafite, podendo ser retirada com uma espátula.

 **Aplicações comuns:** Chapas, perfis estruturais, tubos.


 Melhor tecnologia: **PTA**
Motivo: Boa opção para peças fundidas de ferro cinzento, permitindo recuperação estrutural e aumento da resistência em ambientes agressivos.



CORROSÃO EM FRESTAS

Acontece devido a diferença de concentração de íons ou gases dissolvidos no eletrólito entre duas regiões na mesma peça. A região afetada será a que possuir menor concentração.

 **Aplicações comuns:** Flanges, junções metálicas, encaixes.

 Melhor tecnologia: **HVOF**
Motivo: Revestimento com alta densidade e baixa porosidade, ideal para prevenir infiltração de eletrólitos em regiões de difícil acesso.





QUEM SOMOS



Fundada em 2002, nosso principal propósito é oferecer soluções que aumentem a durabilidade de peças através de aplicações contra desgastes, gerando resultados positivos para nossos clientes.



CENTRO DE PESQUISA E TECNOLOGIA



A Rijeza possui um Centro de Pesquisa e Tecnologia com equipamentos de ponta para fornecer análises metalográficas de alta qualidade, além de profissionais qualificados que garantem confiabilidade à análise.

Em projetos voltados para a melhoria da durabilidade de componentes, ajudamos você a selecionar a melhor alternativa tanto do ponto de vista técnico quanto econômico

TÉCNOLOGIAS

LASER CLADDING

O processo Laser Cladding de deposição de revestimentos industriais? O cladding é um revestimento aplicado em superfície de peças para que ela tenha propriedades apropriadas para um ambiente de trabalho.

é considerado um processo de manufatura aditiva e de aplicação de revestimento de superfície que envolve a aplicação controlada de material depositado em uma peça usando um feixe de laser de alta potência. Esse processo é usado para melhorar as propriedades de superfície de componentes metálicos, bem como para reparar e restaurar peças desgastadas ou danificadas.



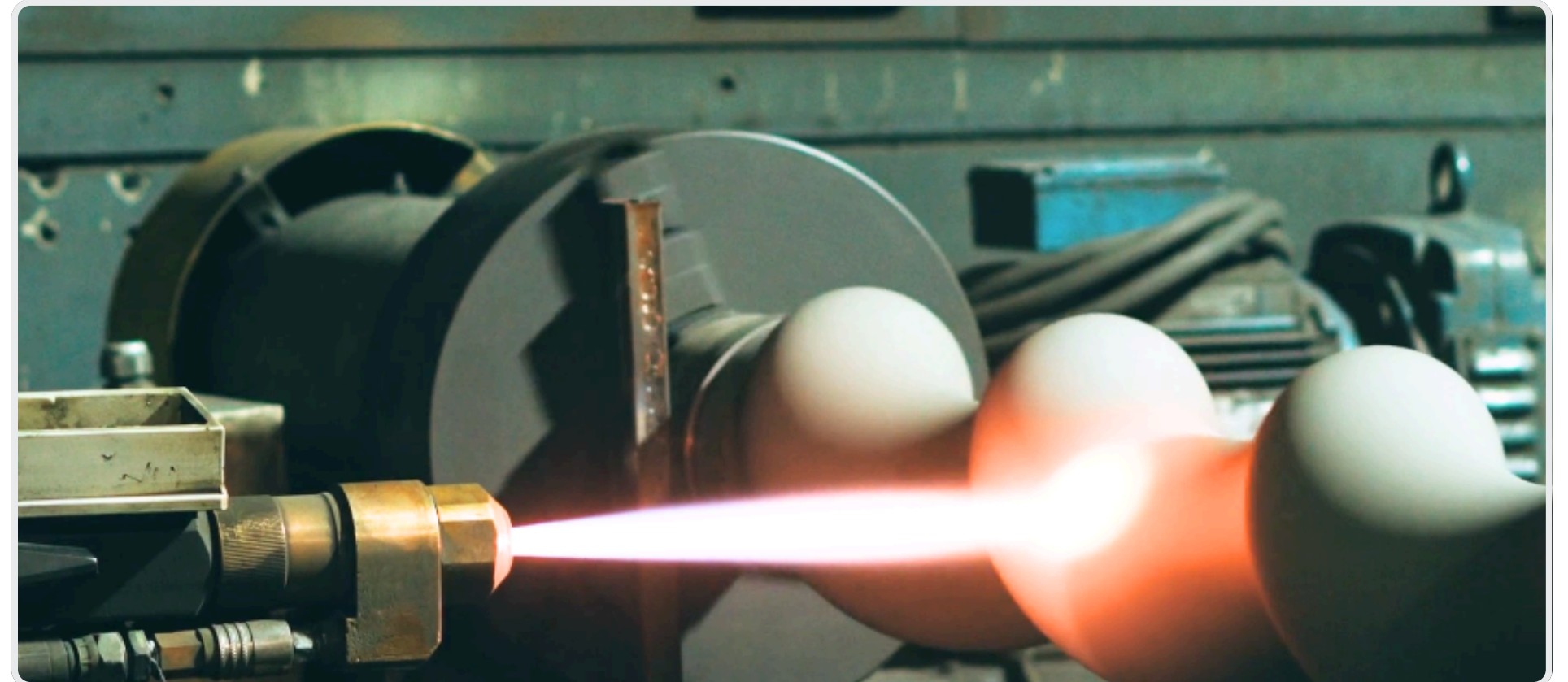
Durante o processo de Laser Cladding, um pó metálico é alimentado perto da área alvo da peça e um feixe de laser de alta potência é direcionado para fundir o material de revestimento sobre a superfície. O laser funde o material de revestimento e uma pequena região do substrato, criando uma ligação metalúrgica elevada entre os dois. Isso pode melhorar a resistência ao desgaste por abrasão, erosão, cavitação, a resistência à corrosão, a condutividade térmica e outras propriedades da superfície da peça.

TÉCNOLOGIAS

ASPERSÃO TÉRMICA

Utiliza um sistema de combustão para projetar partículas de revestimento em alta velocidade. A aspersion térmica ou metalização por aspersion térmica é um conjunto de processos utilizados para aplicação de revestimentos industriais metálicos,

e cerâmicos em superfícies de peças metálicas ferrosas ou não ferrosas. A partir desse processo é possível depositar uma camada de revestimento que proporciona aumento e durabilidade de peças que operam em ambientes sujeitos a desgastes por abrasão, corrosão, erosão e cavitação.

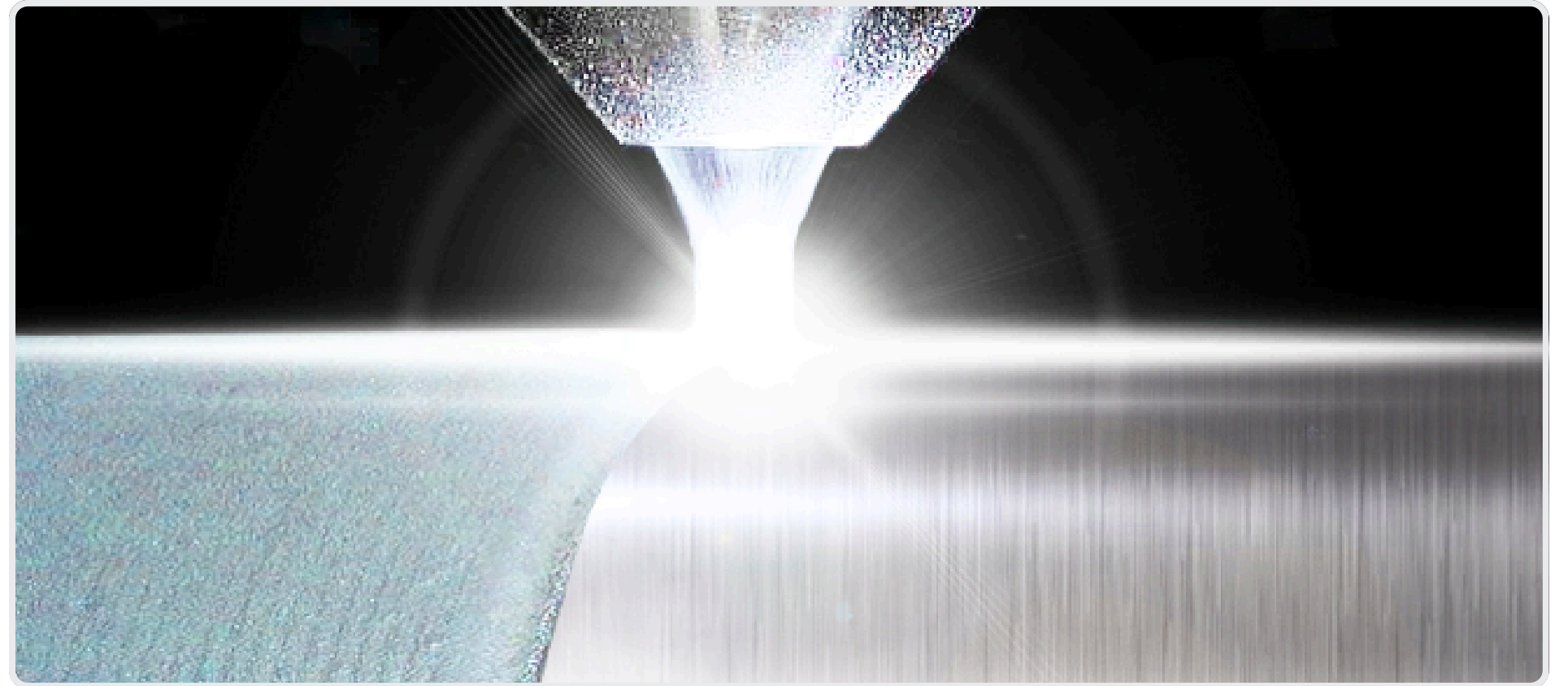


TÉCNOLOGIAS

PTA (PLASMA TRANSFERRED ARC)

O processo de Plasma de arco transferido (PTA) é uma técnica avançada de soldagem que é utilizada para aplicação de revestimento contra desgastes de superfícies metálicas que necessitam de resistência ao desgaste por

abrasão, desgaste por corrosão, desgaste por erosão e impacto. Esse processo é realizado por meio da criação de um arco elétrico entre um eletrodo de tungstênio e o substrato, em um ambiente de gás inerte, como argônio ou hélio. Atualmente ele também é considerado uma processo de manufatura aditiva. O arco de plasma gerado alcança altas temperaturas, fundindo o material de revestimento que é alimentado na forma de pó.



A APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS CONTRA DESGASTES EM PEÇAS PODE RESULTAR EM GANHOS FINANCEIROS INCRÍVEIS PARA SUA INDÚSTRIA.

DÚVIDAS?

**PRECISA PROTEGER SEUS ATIVOS
CONTRA CORROSÃO?**

**ENTRE EM CONTATO COM NOSSOS
ESPECIALISTAS E RECEBA UMA
RECOMENDAÇÃO PERSONALIZADA.**

CONSULTE
UM ESPECIALISTA

 (51) 9 9635.4350

 (51) 3590.5400

 www.rijeza.com.br

 rijeza@rijeza.com.br



RIJEZA

m e t a l u r g i a

“Os direitos autorais e outras propriedades intelectuais da apresentação, imagens, dados e materiais contidos nesta apresentação pertencem à RIJEZA INDUSTRIA METALURGICA LTDA, inscrita no CNPJ 05.034.416/0001-44, não sendo permitida sua utilização sem autorização prévia protegida pela LEI 9610/98. As aplicações, cases, estudos técnicos ora apresentados foram desenvolvidos exclusivamente para a visualização, não sendo permitida sua apresentação à terceiros ou cópia sem autorização prévia da RIJEZA INDUSTRIA METALURGICA LTDA, inscrita no CNPJ 05.034.416/0001-44.”

WWW.RIJEZA.COM.BR