

# Serviços de caldeiras

Proteção contra corrosão  
para caldeiras





### **Proteção contra corrosão para caldeiras**

No atual ambiente comercial cada vez mais competitivo, são esperadas soluções de engenharia para melhorar o rendimento de produtos e a confiabilidade de plantas operacionais.

WSI, com sede brasileira em São Paulo, Brasil, é o maior provedor de reparo automatizado do mundo. Em nossas fábricas ao redor do mundo, bem como no campo, temos aplicado inúmeras soldas de revestimento resistente à corrosão/erosão à caldeiras do mundo inteiro em alguns dos ambientes mais exigentes do mundo.

*Reparo em Parede Tubo-Tubo em usina de energia proveniente de resíduos*

# Máximo retorno do investimento

WSI possui um histórico respeitável em indústrias por todo o mundo e proporciona um retorno significativo do investimento através da aplicação das nossas soluções.

Desafios	Soluções
<b>Prolonga a vida operacional e melhora o desempenho de ativos</b>	Oferecemos soluções de longo prazo, evitando a necessidade de substituição. Soluções de solda de revestimento duram mais do que outros métodos convencionais e podem ser reparadas e mantidas.
<b>Melhora a integridade mecânica de ativos</b>	A integridade de ativos industriais, como equipamentos de pressão, é vital para a segurança, retorno de investimento e confiabilidade operacional. Os equipamentos existentes podem sofrer mudanças de processos, resultando em maiores taxas de corrosão. Aprimorando com tecnologia avançada irá manter a integridade mecânica e assegurar altos níveis de confiabilidade.
<b>Reduz custos de manutenção</b>	Reparo de longo prazo ao invés da substituição dos painéis existentes poderá significar menos manutenção. Nós temos a capacidade de responder a prazos curtos e cronogramas apertados.
<b>Qualidade consistente de acordo com as normas</b>	Garantia de qualidade e controle de qualidade vêm como norma em todas as nossas soluções, com certificação EN e ASME para nossa soldagem automatizada em combinação com uma mão-de-obra totalmente treinada e especializada.
<b>Problemas desafiadores com materiais, locais, geometrias e ambientes</b>	Oferecemos suporte total de engenharia que inclui projeto de fabricação, consultoria metalúrgica e projeto de processos de soldagem.
<b>Atende aos requisitos de segurança</b>	Atenção e compromisso aos padrões da SMS é um dos nossos valores fundamentais e conduz todos os nossos projetos e soluções.



Treinamento de soldador



Algumas fábricas tem capacidade produtiva de 24/7



Unifuse® 360

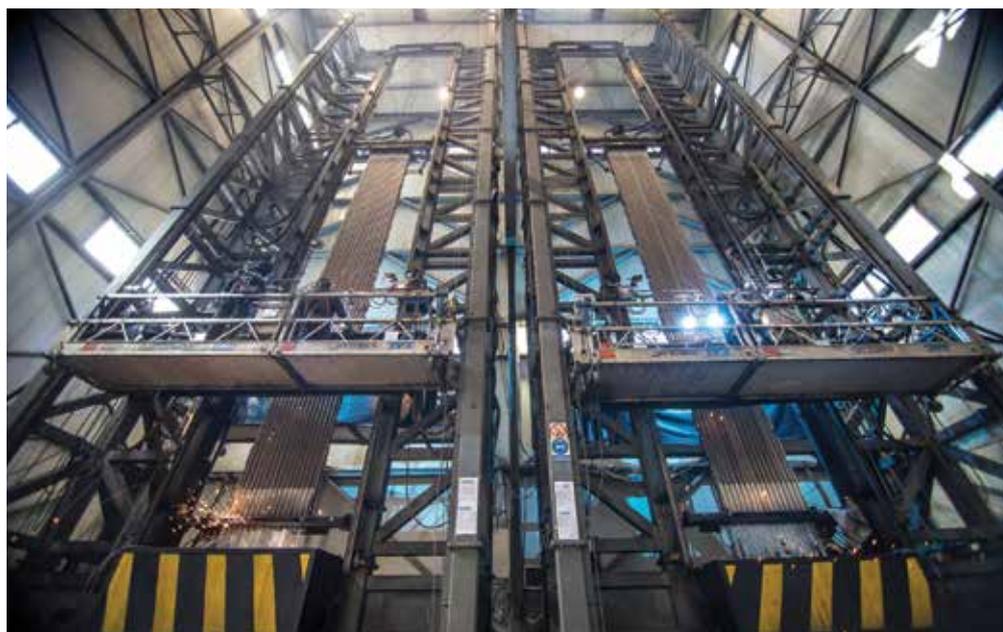
# Tecnologia Unifuse

Normas e códigos rigorosos, como os códigos de EN e ASME, governam os requisitos de resistência para projeto e construção de caldeiras. A maioria destes componentes têm uma espessura de parede inicial com tolerância para corrosão, mas as condições operacionais e o ambiente em torno podem resultar em desgaste excessivo. Isso pode levar as caldeiras a não operar economicamente sem a proteção de superfície adequada contra corrosão, erosão e até trincas.

Com experiência de mais de 30 anos em proteção de caldeiras, a tecnologia Unifuse® WSI responde a esta necessidade oferecendo proteção de superfície ideal para resíduos de caldeiras de energia, caldeiras de biomassa, caldeiras a carvão, caldeiras de recuperação de lixívia negra, fornos e capuzes na produção de aço, tal como Fornos a Arco Elétrico (EAF) e Fornos a Oxigênio (BOF).

Unifuse é uma solução de engenharia econômica contra ataques de corrosão/erosão de produtos de combustão em caldeiras e da corrente quente do gás de combustão de escape em sistemas de recuperação de calor. Unifuse prolonga a vida operacional dos tubos e dos painéis tubo-tubo, evitando assim ou retardando custosas substituições.

É crucial determinar qual tipo de processo danoso está afetando o ativo. Proteção com solda de revestimento pode desgastar-se com o passar do tempo, sua longevidade depende não só da qualidade da aplicação, mas também das condições operacionais dentro da caldeira. Temperatura extremamente localizada, turbulência, choque de gases de combustão, e as cinzas podem causar uma redução na vida útil do revestimento. Unifuse proporciona a melhor qualidade com a menor diluição possível se usado no processo de construção para alcançar a recuperação da espessura mínima (assegurando a restauração da pressão na parede) ou se aplicado como um revestimento resistente à corrosão, permitindo que a caldeira opere de forma mais rentável.



*Prolongamento da vida do painel da caldeira*

Unifuse prolonga a vida operacional dos tubos e dos painéis tubo-tubo, evitando assim ou retardando custosas substituições.

# Solda de revestimento automatizada em nossa fábrica

WSI é líder mundial em sua capacidade de fabricação com uma oficina de revestimento nos Estados Unidos e Europa.

## Unifuse 180 – Prolongamento da vida do painel da caldeira

O processo Unifuse 180 proporciona uma superfície de proteção de alta qualidade para painéis. Nossa unidade de equipamentos inclui tecnologia GMAW e sistemas de montagem de painéis que possuem capacidade de revestir painéis planos de até 18 metros de comprimento e 2 metros de largura.



Unifuse 180 - Prolongamento da vida do painel da caldeira

Unifuse 180  
Revestimento de painéis planos



Banco Superheater



Painel fabricado com tubos em espiral



Ensaio de achatamento



Controle da espessura

## Unifuse 360 – Proteção do tubo da caldeira

O processo Unifuse 360 proporciona 360° de proteção contra corrosão e erosão para os tubos da caldeira. Nossa fábrica pode aplicar revestimento com espessura de 1,2-3,0 mm (ou até mais, se requerido com múltiplas camadas) para projetos de tubos e cabeçotes de até 15 metros de comprimento com diâmetros entre 21-273 mm



Unifuse 360 - Proteção do tubo da caldeira

Unifuse 360  
Nosso exclusivo processo de soldagem GMAW/GTAW



PMI para controle da diluição



Tubos em espiral com janela

# Soldagem de revestimento automatizada on site

Além da nossa oficina de fabricação, nós também realizamos reparos e upgrades no local. Condições operacionais específicas que afetam a caldeira podem causar o desgaste do revestimento de proteção, resultando em desgaste excessivo, neste caso podemos realizar o reparo necessário no local. Podemos aplicar solda de revestimento em tubos de aço carbono novos ou desgastados e também podemos reaplicar o revestimento em cima de um revestimento antigo, como Inconel®.

## Auditoria pré-trabalho

Durante a fase de avaliação do projeto, realizamos uma visita pré-trabalho para assegurar que nosso pessoal e procedimentos estão em conformidade com os requisitos dos clientes sobre saúde, segurança e meio-ambiente e garantia de qualidade.

Iremos determinar, através de vários testes, se existe a necessidade da construção do tubo, um reparo específico para restaurar o limite da pressão, ou se a caldeira pode ser diretamente revestida.

## Preparação da superfície

Antes do revestimento, nosso Inspetor de Qualidade nível 2 e/ou nível 3 irá inspecionar a superfície jateada (SA 3), determinar a espessura e identificar defeitos.

As superfícies devem estar livres de qualquer possível contaminação tal como refratário, revestimentos ou Inconel velho. Se houver um revestimento que foi aplicado anteriormente, a superfície deve ser esmerilhada para eliminar todos os possíveis defeitos, tal como poros. Todos os defeitos visíveis serão reparados durante este estágio.

## Processo Unifuse

Isso é realizado no modo vertical descendente da membrana para a seção do tubo, seguindo uma sequência de cordões de solda pré-programada para alcançar uma cobertura uniforme e suave. Cada cordão de solda é sobreposto por um cordão subsequente para garantir cobertura total com um revestimento de espessura de 2 mm. Se a espessura do tubo está abaixo do nível mínimo para revestimento, ou seja, 2.2 mm para vertical e 2.5 mm para não vertical, então uma construção de aço carbono é requerida antes do revestimento.

## Inspeção

Nossos inspetores produzem um relatório detalhado do revestimento realizado, o qual inclui os seguintes Ensaios Não Destrutivos (END).

- Ensaio por Ultrassom (UT) e Visual (VT) antes do revestimento
- Ensaios aleatórios durante a aplicação do revestimento
- Identificação Positiva de Materiais (PMI), Líquido Penetrante (LP), UT, e VT após a conclusão do revestimento.





Reparo de uma parede tubo-tubo em uma Unidade de Energia de Resíduos

# Resíduo para caldeiras de Energia e Biomassa

Gerenciar problemas de corrosão relacionados com caldeiras que queimam resíduos sólidos urbanos e combustível a partir de materiais orgânicos é um grande desafio para os operadores.

## Resíduo para caldeira de energia

Resíduo sólido urbano é um combustível heterogêneo que contém inúmeras impurezas tal como, cloro, enxofre, sódio, zinco, chumbo, e outros metais pesados. Durante a combustão do combustível, estas impurezas geram um ambiente corrosivo que reduz a vida do aço carbono. Isso geralmente pode acarretar à falha do tubo e consequentemente uma custosa parada não programada da caldeira. A atmosfera corrosiva afeta os tubos da caldeira, parede tubo-tubo, tubos superheater, fornos, bancos de caldeiras e economizadores.

## Caldeira de Biomassa

Caldeiras de Biomassa usam combustível de materiais orgânicos tal como resíduo da agricultura, resíduos de plantas e florestais, culturas energéticas e madeira recuperada que pode ser misturado com resíduo urbano. Estes combustíveis geralmente contêm quantidades significantes de elementos tais como cloro, potássio, álcalis, sódio, enxofre, chumbo e zinco.

O processo de combustão libera gases de combustão que contêm compostos de baixo ponto de fusão que causam corrosão e também formam depósitos que se fundem na superfície do tubo superheater e limitam a taxa de transferência de calor para o vapor nos tubos.

## Solda Unifuse com a liga 625

Para uma caldeira operar nestas severas condições durante um extenso período de anos, os tubos requerem uma camada de proteção contra corrosão. Unifuse® com a liga 625 (não se limitando), tem se mostrado ser a solução mais rentável para ataques corrosivos de produtos de combustão em caldeiras e de gases de combustão quentes em sistemas de recuperação de calor de resíduos e para manter a integridade estrutural da parede tubo-tubo.

É a escolha dos operadores para maximizar os benefícios econômicos de maior vida útil, para evitar paradas imprevistas, e para evitar custos de manutenção durante a próxima parada.

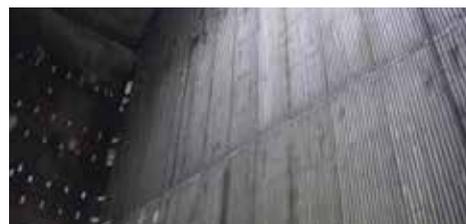
# Caldeiras a carvão

A industrial mundial de carvão tem sido alvo de uma série de regulamentações, mudanças na economia e o aumento da extração de gás de xisto. Esta tendência recentrou a Europa como o maior comprador de carvão de alto teor de enxofre.

Enxofre, a principal impureza no carvão, quando queimado libera SOx que resulta em problemas tal como corrosão de alta temperatura. Depois da combustão, a cinza do carvão pode ser arrastada no gás de combustão e causar erosão por cinza volante nas superfícies de absorção de calor tais como tubos de fornos, leitos fluidizados, superheaters e economizadores. Problemas de escorificação devido ao depósito de cinza nas paredes do forno podem causar problemas de incrustação. Métodos de remoção de cinza (com vapor, hidrojetado ou canhão d'água) também podem ocasionar uma maior corrosão/erosão e fadiga térmica.



Corrosão do lado da chama em uma caldeira a carvão



O reparo da WSI com Unifuse 622 prolonga a vida útil da caldeira a carvão

## Soldagem de revestimento Unifuse com a liga 622

WSI foi escolhida para fornecer soldagem de revestimento em muitas caldeiras a carvão usando Unifuse® 622. Unifuse 622 tem um comprovado histórico de desempenho contra corrosão, corrosão/erosão e fadiga térmica, e é especialmente eficaz em fornecer proteção contra corrosão para paredes tubo-tubo sob condições de baixa combustão de NOx.

# Caldeira de recuperação de lixívia negra

A caldeira de recuperação de lixívia negra é um dos processos mais críticos na área de papel e celulose e o aumento da corrosão dos tubos superheaters é bastante afetada por fatores de operação da caldeira, tal como a temperatura.

Superheaters normalmente são feitos de aço carbono ou Cr-Mo (por exemplo, Aço Ferrítico: T11, T22). Rápida corrosão de alta temperatura destes tubos de aço pode ocorrer onde há áreas de alta temperatura. A combustão da lixívia gera um fundido inorgânico que é rico em carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) e sulfeto de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}$ ). Sua combustão causa desgaste na parede do tubo devido à sulfetação em carbonatos do aço carbono, sulfetos e sais de potássio também podem depositar-se nos tubos, no piso nas aberturas de inspeção e causar ainda mais corrosão.



Reparo em campo de uma caldeira de recuperação de lixívia negra

## Revestimento Unifuse com as liga 309, 310 e GR383.

Tubos protegidos com Unifuse com ligas 309, 310 ou GR383, usando o processo GMAW/GTAW patenteado da WSI, são uma solução a longo prazo de custo eficaz para o problema de corrosão do superheater enquanto também elimina a necessidade de soldas de metais dissimilares

# Segurança, qualidade, engenharia e análise

A WSI tem experiência e estrutura global para oferecer uma solução completa para todos os aspectos de reparo e upgrade automatizado de caldeiras. A mesma atenção aos detalhes de engenharia, liderança de mercado, capacidade técnica e foco absoluto na saúde e segurança governam todas as nossas atividades e serviços para dar-lhe total confiança e ajudá-lo a alcançar o sucesso agora e no futuro.

## Plano de saúde, segurança e meio ambiente

Muito simples, a segurança é a prioridade número um para a WSI. Portanto, o total cumprimento com todas as normas de segurança, meio ambiente e saúde (SMS) é fundamental em cada estágio de cada projeto que realizamos. Um plano abrangente cobrindo todas as questões da SMS suporta todas as nossas ações, desde análise até implementação e inclui uma avaliação completa de risco que reflete em certificações apropriadas, planejamento, responsabilidades, treinamento e análise de risco da tarefa.

## Garantia de qualidade

Garantia de Qualidade (QA) e controle de qualidade (QC) vêm como norma em todas as nossas soluções, com certificação EN e ASME para nossa soldagem automatizada em combinação com uma mão-de-obra totalmente treinada e especializada.

Todos os funcionários são qualificados em EN 287-1, EN 1418 e EN ISO 14732 ou ASME, e o escopo do trabalho é realizado em conformidade com os requerimentos da PED97/23/CS e aos códigos aplicáveis aos projetos e fabricação de equipamentos de pressão. Temos um Programa de Garantia de Qualidade certificado conforme EN-ISO 3834-3, AD-Merkblatt HP0 (TRB 200), TRD 201 and ASME U & S. Todos os procedimentos de soldagem satisfazem os requerimentos da EN-ISO 15614-1 e 7 e/ou EN-288 e TÜV Merkblatt 1156/1166 ou ASME BPVC.

## Engenharia

Nosso departamento de engenharia oferece uma gama completa de análises, incluindo mitigação de distorção, análise de tensões, estabilidade estrutural e procedimentos especiais de soldagem para garantir um desempenho ideal em todos os momentos quer seja aplicado na oficina ou em campo. Além disso, ferramental altamente qualificado, engenheiros metalúrgicos, de corrosão e soldagem se esforçam para determinar as soluções técnicas mais adequadas para nossos clientes.

## Análises Qualitativas e Quantitativas

Nosso processo automático fornece um revestimento de alta qualidade. A qualificação do processo e parâmetros que desenvolvemos inclui ensaios destrutivos para verificar as características do revestimento, tais como, diluição no material de base, que é medida precisamente todo o tempo, controlando os parâmetros do processo. Isso também é importante para manter o teor de Ferro do material base no mínimo, já que ele é responsável pelo agravamento da corrosão.



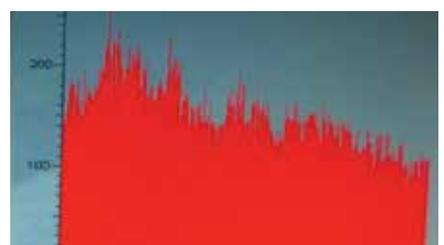
Reuniões diárias de segurança



Treinamento dos colaboradores



Uma gama completa de análises



Análises qualitativas e quantitativas  
(Raio-x por Dispersão de Energia)

# Programa de manutenção de caldeira da WSI

Mudanças nas operações, ou tipo de combustível podem resultar em aumento da degradação de partes pressurizadas e diminuir o desempenho; ignorar a manutenção destes valiosos ativos pode levar a custosos reparos ou substituições.

Um programa de manutenção sob medida é a maneira mais econômica para proteger seus ativos. Durante o programa de manutenção, monitoramos o desempenho dos seus ativos de uma forma regular.

Ao utilizar inspeção regular do revestimento existente somos capazes de fornecer ao cliente um relatório com informações detalhadas do estado do revestimento, aconselhar sobre o reparo mais eficaz e uma indicação de expectativa de vida.

No caso de exposição do metal base, reparos locais no revestimento serão aplicados depois da preparação da superfície da área. No caso de grandes reparos serem requeridos, a WSI pode oferecer uma solução de reparo usando a tecnologia Unifuse® que tem comprovado sucesso em aplicações de caldeiras por mais de trinta anos e proporciona uma solução de custo eficaz para o ataque corrosivo de produtos combustíveis em caldeiras e de calor em gases de exaustão em caldeiras de recuperação de calor.

## Garantias

Nossos serviços garantem uma aderência precisa da proteção dos tubos e das membranas que foram revestidas com a liga resistente à corrosão. Garantias a partir da data que o revestimento será exposto ao fogo/gás de combustão podem ser fornecidas. Estas garantias estão sujeitas a um acordo após o recebimento dos parâmetros que o revestimento está exposto. Nossa avaliação leva em conta todos fatores operacionais relevantes, tais como: tipo da caldeira, características dos fumos, condições de operação da caldeira e atuais condições dos tubos.



*Parede tubo-tubo após o ensaio por sulfato de cobre*



*Reparos pontuais em um antigo revestimento 625*



*Se o dano é extenso, uma solda de revestimento automática deve ser realizada para reestabelecer a espessura de revestimento requerida*



*Tubos em espiral com janelas*

Um programa de manutenção sob medida é a maneira mais econômica para proteger seus ativos. Durante o programa de manutenção, monitoramos o desempenho dos seus ativos de uma forma regular.



*Inspeção em campo de um revestimento já existente*

WSI is a specialized global service company offering innovative maintenance through automatic weld repair solutions that extend the lifetime and maximize the value of our customers' assets in the energy industry.



An Avail Infrastructure  
Solutions Company

[availinfra.com/wsi](https://availinfra.com/wsi)

WSI do Brasil Ltda.  
Alameda Caiapós, nº. 644  
Centro Empresarial Tamboré  
06460-110 - Barueri - SP  
Brasil.  
T: +55 11 3173 7383  
E: [ws-brasil@availinfra.com](mailto:ws-brasil@availinfra.com)