

THE LINDE GROUP

*Linde*

# Gases de Proteção

Produtos e Processos



# O gás de proteção pode afetar a qualidade da soldagem?

## Selecioneando o gás de proteção.

Para muitas pessoas, o único papel do gás de proteção é proteger o cordão soldado dos efeitos do oxigênio e nitrogênio do ar atmosférico. O que não é totalmente reconhecido é que selecionar o gás de proteção adequado para o tipo de trabalho pode trazer muitos benefícios.

A escolha do gás de proteção pode afetar:

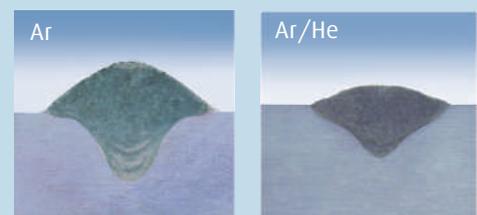
- As propriedades do cordão soldado, como resistência mecânica; resistência à corrosão e dureza.
- A geometria e o tamanho do cordão soldado.
- Porosidade e fusão do cordão soldado.
- A velocidade de soldagem e quantidade de respingos.

### Propriedades do cordão soldado:

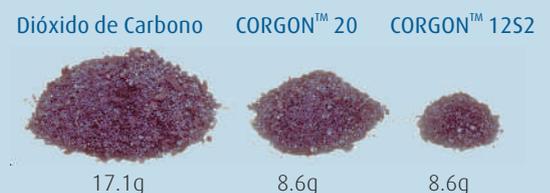
Embora as propriedades do cordão soldado sejam basicamente controladas pela composição do metal de adição, o gás de proteção pode influenciar a resistência mecânica, ductilidade, dureza e resistência à corrosão. Adicionar oxigênio e/ou dióxido de carbono em um gás de proteção para a soldagem MAG em aços carbono aumenta seu potencial de oxidação. Em geral, para um determinado metal de adição, quanto maior o potencial de oxidação de um gás de proteção, menor será a resistência mecânica e dureza do cordão soldado. Isto ocorre porque o oxigênio e o dióxido de carbono no gás de proteção aumentam o número de inclusões de óxidos e reduzem a quantidade de metais como o manganês e o silício no cordão soldado.



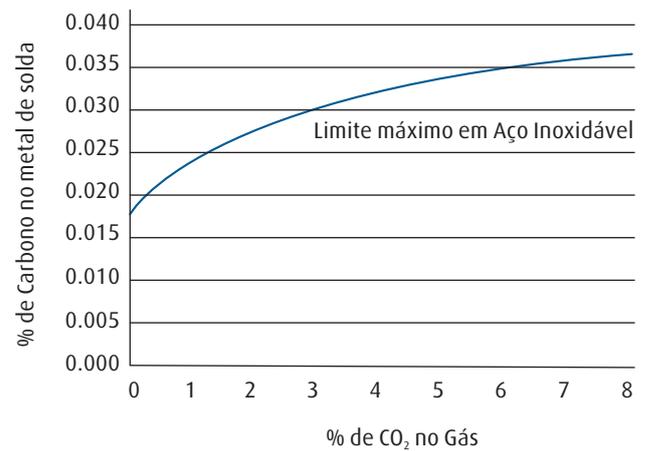
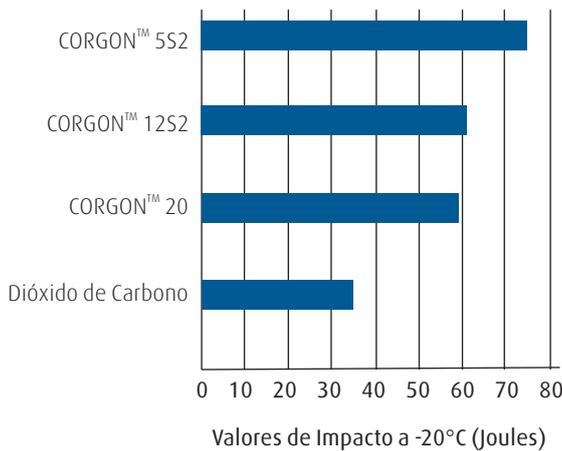
Na soldagem MAG de aços inoxidáveis, a quantidade de dióxido de carbono no gás de proteção tem um efeito na resistência à corrosão do cordão soldado. A transferência de carbono para o cordão soldado a partir do gás de proteção, em particular, pode produzir concentrações de carbono inaceitavelmente altas nas áreas soldadas. Se essas soldas forem expostas a temperaturas excessivamente altas durante o processo de soldagem ou a temperaturas de trabalho elevadas, o material ficará vulnerável a corrosão intergranular devido a precipitação de carbonetos. Quando soldamos aços inoxidáveis de grau "L" (baixo carbono), é importante manter o nível de dióxido de carbono no gás de proteção abaixo de 3%, para assegurar que não aumente o teor de carbono no cordão soldado, por precipitação, acima dos 0.03%, que é especificado como máximo para o metal de solda para evitar a sensibilização. Aços inoxidáveis comuns (de grau diferente de "L") também se beneficiam com um teor limitado de CO<sub>2</sub>, pois a oxidação é reduzida na superfície do cordão soldado.



A adição de hélio a um gás de proteção resulta num arco de soldagem mais quente do que o produzido a partir de argônio puro.



A adição de dióxido de carbono e oxigênio ao argônio na soldagem MAG de aços carbono aumenta a fluidez da poça de fusão, permitindo uma maior velocidade de soldagem e melhorando a estabilidade da transferência metálica.



#### Geometria e qualidade do cordão de solda:

Apesar dos gases de proteção com percentuais baixos de oxigênio e/ou dióxido de carbono geralmente resultarem em ligas metálicas com propriedades mecânicas superiores, estas soldagens podem ser mais afetadas por defeitos de falta de fusão do que aquelas executadas a partir de gases de proteção com maior potencial de oxidação. Gases de proteção com baixo potencial de oxidação produzem cordão de solda com perfil de penetração muito estreito, tipo de taça de vinho. Adicionar dióxido de carbono ao gás de proteção tem um efeito significativo no perfil do cordão de solda, tornando-o mais largo e mais arredondado, reduzindo assim as chances de ocorrência de defeitos de falta de fusão.

Outro bom exemplo de como o gás de proteção pode afetar a qualidade ou a integridade do cordão soldado é na soldagem de alumínio. Ao soldar chapas de alumínio de elevadas espessuras utilizando argônio puro como gás de proteção, podem ocorrer porosidades, falta de penetração e defeitos de fusão. A adição de hélio ao argônio como gás de proteção pode significar uma boa redução destes defeitos.

Isto ocorre devido à alta condutividade térmica do hélio, que resulta em maior transferência de energia para a poça de fusão. Esta energia aumenta a temperatura da poça de fusão, proporcionando melhor fusão do cordão soldado e consequente redução na velocidade de resfriamento, o que também contribui para a fuga de qualquer gás aprisionado no cordão soldado. Outra maneira que o gás de proteção pode contribuir para melhorar a qualidade da solda é reduzindo a altura do cordão de solda, conhecido também como reforço do cordão. A altura do cordão pode ser um problema, pois aumenta a concentração de tensão nas laterais do cordão, e em casos extremos pode ocasionar trincas, especialmente quando a estrutura soldada é submetida às condições de fadiga. Para minimizar as possibilidades de trinca, devido a esse efeito, recomenda-se a remoção desse reforço, através do esmerilhamento do excesso do metal depositado no cordão, entretanto isto é muito oneroso e demorado. Um gás de proteção balanceado adequadamente reduz a tensão superficial do cordão soldado, aumentando a fluidez da poça de fusão, resultando em um cordão soldado com baixo reforço.



### Desempenho Operacional

Existem muitas maneiras para que um gás de proteção possa melhorar o desempenho de um processo de soldagem. Por exemplo, a adição de hidrogênio ao argônio na soldagem TIG de aços inoxidáveis austeníticos resulta em um arco de soldagem mais quente, aumentando a fluidez da poça, proporcionando um aumento significativo na velocidade da soldagem. A utilização de dióxido de carbono na soldagem MAG de aços carbono geralmente produz grande quantidade de respingos. Utilizando uma

mistura de argônio + 20% de dióxido de carbono, a quantidade de respingos pode ser reduzida à metade e mudando para um mistura de argônio + 12% dióxido de carbono + 2% oxigênio, esta emissão de respingos pode ser reduzida novamente pela metade. A remoção dos respingos é onerosa e pode causar problemas de qualidade se os componentes forem pintados ou revestidos após o processo de soldagem, pois as pequenas marcas deixadas pelos respingos aparecem como imperfeições da superfície.

# Qual é o processo adequado para você?

## Processos de Soldagem.



### Os quatro tipos de processos de soldagem mais comuns são:

- Soldagem **MIG** (Metal Inert Gas), também conhecido como soldagem **MAG** (Metal Active Gas) e soldagem **GMAW** (Gas Metal Arc Welding). Na Europa, o termo MIG é usado somente quando utilizamos um gás de proteção totalmente inerte como argônio, e MAG quando utilizamos um gás de proteção com componentes ativos, como dióxido de carbono ou oxigênio.
- Soldagem **TIG** (Tungsten Inert Gas), também conhecida como soldagem **GTAW** (Gas Tungsten Arc Welding).
- Soldagem **FCAW** (Flux Cored Arc Welding), conhecido como processo de soldagem com arame tubular.
- Soldagem **MMA** (Manual Metal Arc) ou soldagem **SMAW** (Shielded Metal Arc Welding), conhecido como soldagem com eletrodo revestido.

Cada processo tem seus pontos fortes e fracos e, alguns podem ser automatizados, outros não. Mas como podemos compará-los?

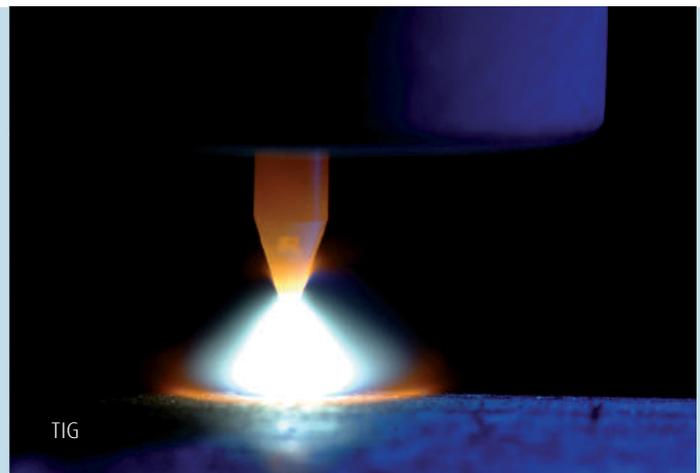
### Soldagem MIG/MAG (GMAW) versus Eletrodo Revestido (SMAW):

- Soldagem MIG/MAG é um processo contínuo de alta produtividade necessitando de pouco tempo de parada.
- Soldagem MIG/MAG é um processo semi-automático, podendo ser automatizado ou robotizado, enquanto o Eletrodo Revestido é um processo de soldagem manual.
- Soldagem MIG/MAG é aplicável em vários tipos de materiais. Os Eletrodos Revestidos estão disponíveis basicamente para materiais ferrosos e ligas de níquel.

- Soldagem MIG/MAG necessita de um gás de proteção, enquanto o Eletrodo Revestido não necessita.
- No processo de soldagem MIG/MAG, o fluxo de gás está sujeito ao arraste causado pelo vento, afetando sua proteção. O processo Eletrodo Revestido é adequado para trabalhos ao ar livre e em canteiros, pois o próprio revestimento do eletrodo gera o gás de proteção.
- Os consumíveis para soldagem MIG/MAG não necessitam de estufas ou maiores cuidados especiais, enquanto a maioria dos eletrodos revestidos exige esses cuidados.
- Soldagem MIG/MAG não gera escória. No processo com Eletrodo revestido é necessário a remoção da escória.
- As velocidades de soldagem são muito superiores nos processos MIG/MAG.
- Na soldagem MIG/MAG, cerca de 98% do peso dos consumíveis é convertido em metal depositado, comparado com cerca de 65% no processo de soldagem com Eletrodo Revestido.

### Soldagem MIG/MAG (GMAW) versus TIG (GTAW):

- Os níveis de habilidade do soldador para soldagem TIG são maiores do que os necessários para soldagem MIG/MAG.
- As velocidades de soldagem no processo MIG/MAG são geralmente o dobro do processo TIG.
- O custo da soldagem por unidade de comprimento é maior na soldagem TIG.
- Geralmente, os níveis de defeitos em soldas TIG são inferiores do que os realizados em soldagem MIG/MAG. A soldagem TIG tende a ser utilizada em trabalhos complexos e em casos em que um acabamento de alta qualidade é necessário.



#### Soldagem MIG/MAG (GMAW) versus Arame Tubular (FCAW):

- A soldagem com Arame Tubular geralmente é limitada à soldagem de aços carbono, aços baixa liga e alguns tipos de aços inoxidáveis.
- Podemos ter mais facilidade na soldagem com Arame Tubular do que na soldagem MIG/MAG, considerando as diversas posições de soldagem.
- Soldagem MIG/MAG necessita de um gás de proteção. Alguns tipos de Arame Tubular também precisam de gás de proteção, mas outros não.
- Soldagem com Arame Tubular é menos eficiente, cerca de 65 – 80% comparado com 98% na soldagem MIG/MAG.
- As velocidades de soldagem MIG/MAG e Arame Tubular são muito similares.
- MIG/MAG não gera escória superficial, porém no processo Arame Tubular é necessário remover a escória gerada.

#### Soldagem TIG (GTAW) versus Eletrodo Revestido (SMAW):

- O processo TIG pode ser realizado de forma manual ou automaticamente, enquanto o Eletrodo Revestido é um processo manual.
- A soldagem TIG pode ser aplicada para todos os metais e suas ligas, enquanto que a disponibilidade de material para o Eletrodo Revestido é limitada. Contudo, Eletrodos Revestidos podem ser fabricados sob encomenda para determinadas composições em função do metal base a ser soldado.
- A soldagem TIG necessita de um gás de proteção. No processo de soldagem Eletrodo Revestido não há esta necessidade, pois o gás de proteção é gerado durante o processo de fusão dos revestimentos.
- Na soldagem TIG podem ocorrer interrupções na proteção gasosa

devido à corrente de ar. O processo Eletrodo Revestido é adequado para trabalhos ao ar livre e em canteiros, pois o próprio revestimento do eletrodo gera o gás de proteção.

- O processo TIG não gera escória superficial e requer pouco retrabalho para limpeza após o processo de soldagem. Já no processo Eletrodo Revestido é necessário remover a escória gerada durante o processo de soldagem.

#### Soldagem Arame Tubular (FCAW) versus Eletrodo Revestido (SMAW):

- Eletrodo Revestido é um processo de soldagem manual, enquanto o Arame Tubular é um processo semi-automático, podendo ser automatizado ou robotizado.
- Tanto os Eletrodos Revestidos quanto os Arames Tubulares estão disponíveis para soldagem de aços carbono, aços inoxidáveis e para aplicação de revestimentos.
- O processo Arame Tubular pode ser utilizado com ou sem gás de proteção, dependendo do seu tipo. Já o processo Eletrodo Revestido não necessita de gás de proteção.
- O Arame Tubular auto protegido (sem gás de proteção), assim como Eletrodo Revestido são ideais para trabalhos externos.
- As velocidades de soldagem são bem maiores no Arame Tubular, dessa forma o tempo para finalização das juntas é bem menor.
- No processo Eletrodo Revestido, somente cerca de 65% do peso do eletrodo é convertido em metal depositado, comparado com 80% no processo Arame Tubular.

# Fornecendo o gás ideal pra você. Linhas de produtos.



Para qualquer aplicação, é importante escolher o gás de proteção adequado. Para tornar essa escolha mais fácil, a Linde alocou cada gás de proteção em uma das duas linhas de produtos:

- CORE
- PREMIER

CORE	PREMIER
Dióxido de Carbono	
CORGON™ 8	
CORGON™ 15	
CORGON™ 20	
CORGON™ 25	
CORGON™ 8S2	
	CORGON™ 12S2
CORGON™ 55	
	MISON® 8
	MISON® 20
CRONIGON™ 2	
CRONIGON™ 4	
CRONIGON™ S2	
	CRONIGON™ 2He38
	MISON® 2
	VARIGON™ H2
	VARIGON™ H5
	VARIGON™ N2.5
Argônio	
	Argônio Plus
	VARIGON™ He30
	VARIGON™ He70
	MISON® Ar
	VARIGON™ H35
FORMIER™ 10	

## CORE

Todos os produtos da linha CORE são misturas que oferecem comprovadamente a melhor qualidade. Esta linha contém nossos produtos mais versáteis, tais como CORGON™ 20, CRONIGON™ 2 e Argônio, sendo eles indispensáveis para o soldador, e que são classificados como alguns dos gases de proteção mais vendidos no mundo. Dentro da linha de produtos CORE, existem gases de proteção para a soldagem de todos os materiais disponíveis em nosso mercado.

## PREMIER

A linha PREMIER traz uma variedade de gases de proteção elaborados sob medida, oferecendo uma variedade de benefícios complementares, em relação à linha CORE.

Cada gás da linha PREMIER foi especificamente desenvolvido para maximizar o desempenho do gás de proteção, em um ou mais aspectos. Isto foi possível através do equilíbrio dos componentes do gás de proteção em conjunto com a utilização de gases adicionais, proporcionando maiores benefícios para o soldador, engenheiro de soldagem e gerente de produção.

Os gases da linha PREMIER proporcionam a você uma vantagem competitiva ao reduzir os custos de fabricação em função de um aumento na produção, melhorando a qualidade e reduzindo as taxas de retrabalho.

Percentual							ISO 14175:2008
Ar	He	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	NO	
		100					C1
92		8					M21
85		15					M21
80		20					M21
75		25					M21
90		8	2				M24
86		12	2				M24
95			5				M22
91,97		8				0,03	S M 21 + 0.03 NO
79,97		20				0,03	S M 21 + 0.03 NO
98		2					M12
96		4					M12
98			2				M13
60	38	2					M12 (2)
97,97		2				0,03	S M 21 + 0.03 NO
98				2			R1
95				5			R1
97,5					2,5		S11 + 2.5N
100							I1
100							I1
70	30						I3
30	70						I3
99,97						0,03	S I3 + 0.03 NO
65				35			R2
				10	90		F2

# Os gases apropriados para a soldagem de aços.

## Gases para soldagem de aços carbono e baixa liga.

### O aços formam o maior grupo de ligas estruturais e de engenharia utilizados na manufatura industrial, considerando todas as demais ligas metálicas reunidas.

Aço é o termo utilizado para descrever uma ampla gama de ligas de ferro carbono. O teor de carbono pode chegar até 2% mas a maioria dos aços contém menos de 1% de carbono.

Aços comuns, com carbono (silício e manganês) como principais elementos de liga são na maioria das vezes chamados de aços carbono ou aços ao carbono-manganês, ao passo que aços com pequenas quantidades de elementos de liga (como o cromo, níquel e molibdênio) são chamados de aços baixa liga. Aços baixa liga são usados em equipamentos que serão expostos à baixas, ou altas temperaturas e em aplicações que exijam resistência ao desgaste.

### Soldagem MIG/MAG

A soldagem MIG/MAG é o processo mais comum para soldagem de aços carbono e baixa liga. A alta produtividade obtida com este processo semi-automático o torna perfeito para a construção e fabricação de estruturas e componentes.

Misturas a base de argônio são utilizadas na soldagem de aços carbono e baixa liga. Estas misturas contêm adição de gases ativos, como por exemplo o oxigênio e/ou dióxido de carbono, com o objetivo de melhorar o desempenho da soldagem. A quantidade desses gases ativos adicionados depende da aplicação.

### CORGON™ 8

Um gás de proteção de uso geral utilizado em transferência por curto-circuito, spray e arco pulsado. A quantidade de respingos e escórias é muito baixa, tornando-o ideal para aplicações em que a necessidade de limpeza após a soldagem é reduzida.

Embora seja apropriado para uma variedade de espessuras de materiais, deve-se tomar cuidado quando for soldar acima de 8 mm de espessura em módulo de transferência por spray, pois poderão ocorrer defeitos de soldagem como falta de fusão nas paredes laterais. Recomendado para soldagem de chapas finas.

### CORGON™ 20

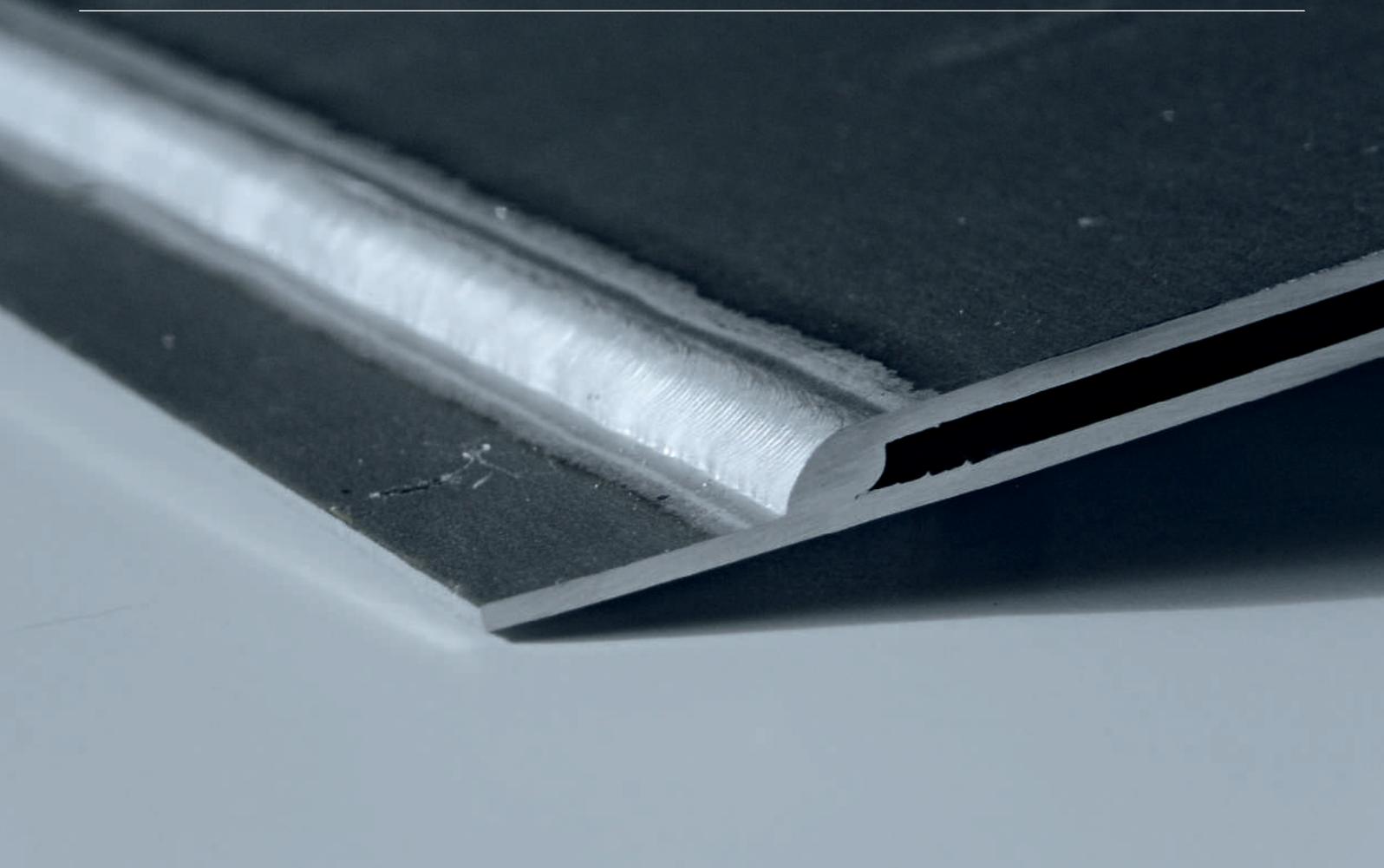
A soldagem com CORGON™ 20 produz um cordão com excelente penetração e fusão das paredes laterais, especialmente na soldagem de materiais mais espessos. Esta mistura apresenta ótimo desempenho tanto na transferência curto-circuito quanto na spray, porém com um teor máximo de CO<sub>2</sub> para transferência pulsada.

A alta concentração de CO<sub>2</sub> produz mais respingos e escória superficial, o que representa um custo adicional.

### Gases para soldagem de aços carbono e baixa liga

	Velocidade de soldagem	Respingos	Redução de escória	Porosidade	Fusão	Penetração	Soldabilidade	Espessura recomendada (mm)
Dióxido de Carbono	•	•	•	••	••••	••	•	2 a 12+
CORGON™ 8	••	••	••	••	•	•	••	1 a 8
CORGON™ 15	••	•	•	••	••	••••	••	4 a 12+
CORGON™ 20	•	•	•	••••	••••	••••	••	4 a 12+
CORGON™ 25	•	•	•	••••	••••	••••	••	4 a 12+
CORGON™ 852	••	••••	••••	•	•	•	••	0,6 a 5
CORGON™ 1252	••••	••••	••	••••	••	••	••••	2 a 12
CORGON™ S5	••••	••••	••••	•	•	•	••	0,6 a 5

Quanto maior o número de pontos, melhor é o desempenho do gás de proteção.

**CORGON™ 8S2**

Este gás de proteção com três componentes (mistura ternária) é indicado, principalmente, para soldagem de materiais mais finos. A adição de oxigênio aumenta a estabilidade do arco, minimizando a quantidade de respingos. Esta característica torna esta mistura ideal para a soldagem de componentes que serão pintados ou revestidos após processo de soldagem.

Em materiais de grande espessura, pode ocorrer falta de fusão nas paredes laterais e porosidades entre cordões durante a soldagem.

**CORGON™ 12S2**

Uma mistura ternária da linha PREMIER foi projetada para um máximo desempenho. Ideal para aplicações de soldagem semi-automáticas, automáticas e robotizadas, este gás de proteção produz cordões com baixa convexidade e suave zona de transição entre o cordão e o metal base, com boa penetração, bem como uma excelente fusão nas paredes laterais. As velocidades de soldagem são elevadas em uma ampla variedade de condições de soldagem, o que o torna um produto ideal quando necessitamos alta produtividade.

**CORGON™ S5**

Mistura recomendada para soldagem de aços carbono em módulo de transferência por arco spray, com baixa emissão de respingos e formação de escórias superficiais. Preferencialmente indicada para soldagem na posição plana, podendo ser facilmente utilizada em soldagens automatizada ou robotizada.

**MISON® 8**

Características de soldagem similares ao CORGON™ 8, com a vantagem adicional de baixos níveis de emissão de ozônio no arco elétrico.

**MISON® 20**

Características de soldagem similares ao CORGON™ 20, com a vantagem adicional de baixos níveis de emissão de ozônio no arco elétrico.



### Gases para soldagem com arame tubular (flux cored e metal cored)

	Velocidade de soldagem	Respingos	Porosidade	Fusão	Penetração	Soldabilidade
Dióxido de Carbono	••	•	••	•••	•••	••
CORGON™ 25	••	••	••	•••	•••	•••
CORGON™ 8	••	•••	••	••	••	•••

Quanto maior o número de pontos, melhor é o desempenho do gás de proteção.

#### Soldagem com Arame Tubular (flux cored e metal cored)

A soldagem com arame tubular é um processo similar à soldagem MAG, exceto pelo fato que os arames são tubulares e contêm revestimentos internos (fluxo fundentes e/ou fluxo metálico) ao invés de serem maciços. Os fabricantes de consumíveis combinam seus arames para adequá-los a uma ou duas misturas de gás de proteção; verifique quais são os gases de proteção recomendados antes de iniciar a soldagem.

#### Dioxido de Carbono

Este gás é adequado para utilização em vários tipos de arames tubulares. Geralmente produz mais respingos e emissão de fumos metálicos.

#### CORGON™ 25

Para utilização na soldagem com arames tubulares, onde seja recomendada a aplicação de “misturas gasosas”. Em geral produz níveis reduzidos de emissão de fumos metálicos e respingos, se comparado ao dióxido de carbono. A utilização desta mistura facilita o controle da poça de fusão, proporcionando melhor soldabilidade em posições diferentes da plana.

#### CORGON™ 8

Recomendado para utilização na soldagem com arame tubular com alma metálica (metal cored). O baixo conteúdo de dióxido de carbono na mistura produz uma quantidade menor de escórias superficiais e menos inclusões de óxido, comparando-se aos gases de proteção com maior concentração de dióxido de carbono. A utilização dessa mistura com arame tubular metal cored possibilita a execução de soldagem multipasse sem a necessidade de remoção da escória entre os passes, reduzindo substancialmente os custos de produção.

## Gases para soldagem TIG

	Velocidade de soldagem	Ignição de arco	Porosidade	Fusão	Penetração	Soldabilidade	Espessura recomendada (mm)
Argônio	•	•••	••	••	•	•••	0 a 5
VARIGON™ He30	•••	••	•••	•••	•••	••	1,6 a 10+
MISON® Ar	•	•••	••	••	•	•	0 a 5

Quanto maior o número de pontos, melhor é o desempenho do gás de proteção.

### Soldagem TIG

O processo TIG é mais utilizado na soldagem de aços baixa liga, em juntas de alta precisão, soldagem de passe de raiz em tubulações e quando necessitamos de excelente acabamento superficial.

Como o processo de soldagem TIG utiliza um eletrodo de tungstênio não consumível, susceptível a danos por gases oxidantes, os gases utilizados são normalmente o argônio puro ou misturas de argônio e hélio.

#### Argônio

O argônio é o gás mais utilizado na soldagem TIG de aços carbono e aços baixa liga, apresentando facilidade na ignição do arco, mas com velocidades de soldagem reduzida.

#### VARIGON™ He30

A adição de hélio ao argônio cria uma soldagem com mais fluidez e melhor penetração, melhora a fusão e aumenta a velocidade de soldagem. Altas concentrações de hélio devem ser utilizadas em materiais de maior espessura. Estas misturas são amplamente utilizadas em postos de soldagem automatizados, onde altas velocidades de soldagem são requeridas.

#### MISON® Ar

A adição de pequenas quantidades de NO reduz a emissão de ozônio no arco de soldagem, comparado ao uso de argônio puro.

# Os gases apropriados para a soldagem de aços inoxidáveis.

## Gases para soldagem de aços inoxidáveis.

O aço inoxidável é definido como uma liga de ferro-cromo contendo pelo menos 11% de cromo. Geralmente contém outros elementos de liga como silício, manganês, níquel, molibdênio, titânio e nióbio. Amplamente utilizado como material resistente à corrosão na área de engenharia, ele também pode ser aplicado em ambientes agressivos e de temperaturas elevadas.

O aço inoxidável normalmente é categorizado em quatro grupos principais, e cada grupo é subdividido em ligas específicas. Os grupos principais são: austenítico, ferrítico, martensítico e duplex.

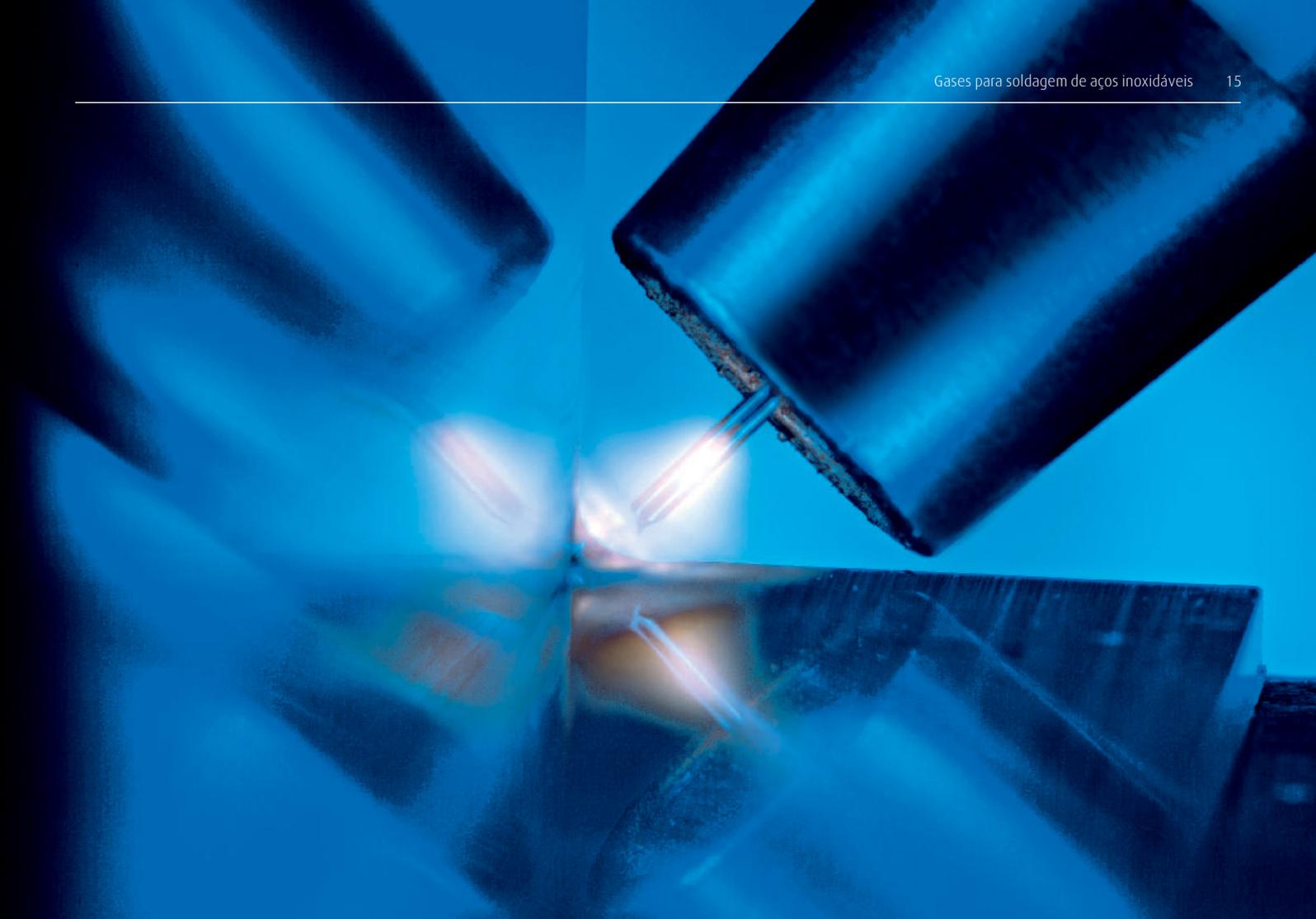
- Aços inoxidáveis do grupo austenítico formam o grupo mais amplamente utilizado, respondendo por cerca de 70% de todo o aço inoxidável fabricado. Eles são utilizados na fabricação de equipamentos para processos químicos, farmacêuticos, preparação de alimentos e bebidas fermentadas e na armazenagem de gases no estado líquido. A soldabilidade deste grupo normalmente é excelente.

- Aços inoxidáveis ferríticos não são tão resistentes à corrosão ou de fácil soldabilidade quanto os austeníticos. Eles possuem alta resistência mecânica e boas propriedades em elevadas temperaturas e são utilizados para a fabricação de exaustores, conversores catalíticos, sistemas condutores de ar e silos de armazenagem.
- Aços inoxidáveis martensíticos apresentam alta resistência, entretanto possuem maiores dificuldades de soldabilidade, se comparado aos outros grupos de aços inoxidáveis. São utilizados na fabricação de chassis de veículos, vagões de trens, equipamentos de manuseio de minério e equipamentos para fabricação de papel e celulose.
- O grupo dos aços inoxidáveis duplex combina a alta resistência dos aços inoxidáveis ferríticos e a resistência à corrosão dos aços inoxidáveis austeníticos. São indicados para fabricação de equipamentos utilizados em ambientes corrosivos, como plantas petroquímicas e off-shore, onde a integridade dos componentes soldados é crítica.

### Gases para soldagem MAG

	Velocidade de soldagem	Respingos	Oxidação superficial	Porosidade	Fusão	Penetração	Soldabilidade	Espessura recomendada (mm)
CRONIGON™ 2	•	••	••	••	••	•	••	1 a 8
CRONIGON™ 4	••	•	•	••	••	••	••	4 a 12
CRONIGON™ S2	•	•	•	•	•	•	•	1 a 5
CRONIGON™ 2He38	••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	3 a 15+
MISON® 2	•	••	••	••	••	•	••	1 a 8

Quanto maior o número de pontos, melhor é o desempenho do gás de proteção.



### Soldagem MAG

A soldagem MAG com arames sólidos é um processo importante na união dos aços inoxidáveis, geralmente com a utilização de misturas com base de argônio ou de argônio e hélio. Estas misturas de gases contêm pequenas quantidades de um gás oxidante, como por exemplo, o oxigênio e/ou dióxido de carbono para estabilização do arco elétrico. A precipitação de carbonetos pode ser um problema, e este fator limita a quantidade de dióxido de carbono que pode ser adicionado ao gás de proteção na soldagem de aços inoxidáveis grau “baixo carbono” (grau “L”) para cerca de 3%.

#### CRONIGON™ 2

Esta mistura de argônio e 2% de dióxido de carbono é um gás de proteção para uso geral na soldagem MAG dos aços inoxidáveis. Esta mistura gasosa gera uma boa molhabilidade e uma zona de transição suave entre o cordão soldado e o metal base. Pode ocorrer alguma precipitação de carbonetos na soldagem, porém os níveis não devem ultrapassar os limites exigidos na soldagem de aços inoxidáveis com baixo teor de carbono.

#### CRONIGON™ 4

Mistura de argônio e 4% de dióxido de carbono, indicado para uso geral na soldagem MAG dos aços inoxidáveis, em chapas com espessura superior a 4 mm. Não indicado para soldagem de aços inoxidáveis grau baixo carbono (grau “L”).

#### CRONIGON™ S2

Outra mistura indicada para o uso geral na soldagem MAG dos aços inoxidáveis. A penetração e a geometria do cordão soldado não são tão boas como o CRONIGON™ 2, além disto o reforço do cordão é mais alto. O cordão soldado com esta mistura, pode apresentar oxidação superficial, especialmente em altas intensidades de corrente de soldagem.

#### CRONIGON™ 2He38

Um gás de proteção de elevada performance da linha PREMIER, contendo argônio, hélio e dióxido de carbono, indicado para soldagem com transferência de arco spray e arco pulsado, para soldagem de materiais de elevada espessura. O cordão soldado com esta mistura apresenta baixa oxidação superficial, excelente resistência à corrosão, boa fusão e baixo reforço do cordão. As altas velocidades de soldagem tornam esta mistura ideal para processos de soldagem manual, mecanizadas ou robotizadas.

#### MISON® 2

Possui características de soldagem similares ao CRONIGON™ 2, com a vantagem adicional de menor emissão de ozônio no arco elétrico durante o processo de soldagem.



**Gases para soldagem com arame tubular (flux cored e metal cored)**

	Velocidade de soldagem	Respingos	Porosidade	Fusão	Penetração	Soldabilidade	Espessura recomendada (mm)
Dióxido de Carbono	••	•	••	•••	•••	••	1 a 25
CORGON™ 25	••	••	•••	••	•••	•••	1 a 25

Quanto maior o número de pontos, melhor é o desempenho do gás de proteção.

**Soldagem com arame tubular (flux cored e metal cored)**

A soldagem dos aços inoxidáveis com arames tubulares (flux cored ou metal cored), tem se tornado cada vez mais usual. Isso se dá na medida em que os arames tubulares para aços inoxidáveis, de alta qualidade, são disponibilizados no mercado. Para utilização dos arames tubulares metal cored, verifique as recomendações do fabricante para a seleção dos gases de proteção adequados.

**Dioxido de Carbono**

Este gás é utilizado na soldagem de arames tubulares, quando recomendado pelo fabricante. Grandes quantidades de fumos metálicos podem ser geradas, da mesma forma que altos níveis de emissão de respingos.

**CORGON™ 25**

Para uso na soldagem com arame tubular do tipo flux cored, quando “misturas de gases” é recomendado pelo fabricante. Gera menor quantidade de fumos metálicos e menor emissão de respingos que o dióxido de carbono.

## Gases para soldagem TIG

	Tipo de aço inoxidável	Velocidade de soldagem	Porosidade	Fusão	Penetração	Soldabilidade	Espessura recomendada (mm)
Argônio	Todos	•	•	••	•	••	0 a 3
Argônio Plus	Todos	•	••	••	•	••	0 a 3
VARIGON™ H2	Austenítico	••	•••	•••	••	•••	0 a 10
VARIGON™ H5	Austenítico	•••	•••	•••	•••	••	1 a 10+
VARIGON™ He30	Todos	•••	•••	•••	•••	••	0 a 10
MISON® Ar	Todos	•	••	••	•	••	0 a 3

Quanto maior o número de pontos, melhor é o desempenho do gás de proteção.

### Soldagem TIG

O processo TIG é muito comum na soldagem de aços inoxidáveis, onde soldas de alta qualidade e com um excelente acabamento superficial são muito importantes.

Há um grande número de gases de proteção que podem ser utilizados na soldagem TIG de aços inoxidáveis em relação à soldagem de aços carbono, mas nem todas estas misturas são adequadas para todos os tipos de materiais, como exemplo, misturas contendo hidrogênio são adequadas somente para soldagem de aços inoxidáveis austeníticos.

#### Argônio

O argônio é o gás de proteção mais utilizado na soldagem TIG de aços inoxidáveis e de ligas de níquel. O argônio produz um arco de soldagem limpo, e é adequado para todos os tipos de aços inoxidáveis. Entretanto, o arco é relativamente frio, o que pode ocasionar problemas de falta de fusão e porosidade, na medida em que o material torna-se mais espesso.

#### Argônio Plus

Um gás de proteção da linha PREMIER de elevada performance, com um grau de pureza extremamente elevado e controles rígidos sobre os contaminantes críticos para o processo de soldagem de aços inoxidáveis.

#### VARIGON™ H2

Esta mistura de argônio e hidrogênio, é indicada para soldagem manual de aços inoxidáveis austeníticos. Ela produz uma poça de fusão com excelente fluidez e um cordão de solda limpo e brilhante, com excelentes propriedades mecânicas.

#### VARIGON™ H5

Esta mistura de alta performance possui uma concentração maior de hidrogênio do que o VARIGON™ H2, por isso é ideal para ser utilizada em soldagem de chapas mais espessas. É indicada para soldagem TIG automatizada de aços inoxidáveis austenítico.

#### VARIGON™ He30

Este gás de proteção é adequado para soldagem TIG de todos os tipos de aços inoxidáveis, proporcionando boa velocidade de soldagem e penetração.

#### VARIGON™ N2.5

Mistura de alta performance, contendo argônio e nitrogênio, desenvolvida especificamente para soldagem de aços inoxidáveis tipo duplex. A adição de nitrogênio nesta mistura ajuda a balancear a microestrutura do metal depositado, melhorando o desempenho contra a corrosão durante o trabalho, particularmente a resistência à corrosão "pitting".

#### MISON® Ar

A adição de pequenas quantidades de NO pode reduzir a emissão de ozônio do arco de soldagem, comparado com a utilização de argônio puro.

# Os gases apropriados para soldagem de materiais não-ferrosos.

## Gases para soldagem de ligas de alumínio, cobre e titânio.

Existe uma grande variedade de ligas de alumínio, cobre e titânio que são utilizadas em vários segmentos da indústria, tais como: aeroespacial, automotivas, geração de energia e petroquímica.

Estas ligas não ferrosas apresentam uma ampla faixa de propriedades mecânicas, elétricas e de resistência à corrosão, dependendo do tipo de liga, mas todas têm uma característica em comum – elas oxidam facilmente durante a soldagem e são sensíveis à umidade e captação de impurezas próximas ao arco. Por esse motivo, elas não são tão fáceis de soldar quanto às ligas de aço, portanto, boas técnicas e procedimentos juntamente com um bom ambiente de trabalho e limpeza ao redor da área de soldagem, são fatores essenciais para o sucesso da soldagem destes materiais.

### MIG/TIG

Ambos os processos são amplamente utilizadas na soldagem das ligas de materiais não-ferrosos. A seleção do processo de soldagem é similar àquela para outras ligas, nas quais o processo MIG tende a ser utilizado nas soldagens de alta produtividade, e o processo TIG para soldagem de alta precisão.

A seleção do gás de proteção na soldagem destes materiais é muito simples, já que somente os gases inertes são adequados como componentes destas misturas de gases. Consequentemente, as misturas gasosas mais comuns para soldagem de ligas de alumínio, cobre e titânio nos processos de soldagem MIG e TIG são o argônio, o hélio e a mistura desses dois gases.

Pequenas adições, (geralmente menor que 0,05%) de gases oxidantes são benéficas às misturas de argônio e hélio para soldagem de alumínio. Entretanto, existem aplicações especiais que requerem avaliações e análises de engenharia de soldagem. O titânio é muito sensível ao oxigênio e ao nitrogênio e pode até mesmo requerer gases especiais de alta pureza.

### Gases para soldagem de ligas de alumínio, cobre e titânio

	Velocidade de soldagem	Respingos	Porosidade	Fusão	Penetração	Soldabilidade	Espessura para MIG (mm)	Espessura para TIG (mm)
Argônio	•	•	•	•	•	••	1 a 4	0 a 3
Argônio Plus	•	•	••	•	•	••	1 a 4	0 a 3
VARIGON™ He30	••	••	••	••	•••	•••	1 a 6	1 a 6
VARIGON™ He70	•••	•••	•••	•••	•••	•	6 a 12+	5 a 12+
MISON® Ar	•	•	•	•	•	••	1 a 4	0 a 3

Quanto maior o número de pontos, melhor é o desempenho do gás de proteção.



#### **Argônio**

O argônio é o gás mais indicado na soldagem de chapas finas. Quando utilizado na soldagem MIG, pode produzir cordões com elevado reforço. Na soldagem de chapas de espessuras mais elevadas, podem ocorrer problemas de falta de fusão e porosidades.

#### **Argônio Plus**

Um gás de proteção da linha PREMIER de elevada performance, com um grau de pureza extremamente elevado e controles rígidos sobre os contaminantes críticos, indicado para soldagem de chapas finas.

#### **VARIGON™ He30**

Esta mistura de argônio com 30% hélio é indicada para os processos de soldagem MIG e TIG em chapas de baixa e média espessura. O perfil de penetração e a fusão são melhores do que com argônio puro. Para soldagem de chapas de cobre de espessuras mais elevadas, há a necessidade de pré-aquecimento, porém as temperaturas serão mais baixas se compararmos a um procedimento de soldagem utilizando argônio como gás de proteção.

#### **VARIGON™ He70**

Esta mistura contendo 70% de hélio e 30% de argônio é indicada nos processos de soldagem MIG e TIG automatizados, em chapas de elevada espessura. Produz uma poça de fusão de alta fluidez com excelente fusão e penetração, sendo ideal para a soldagem de cobre.

#### **MISON® Ar**

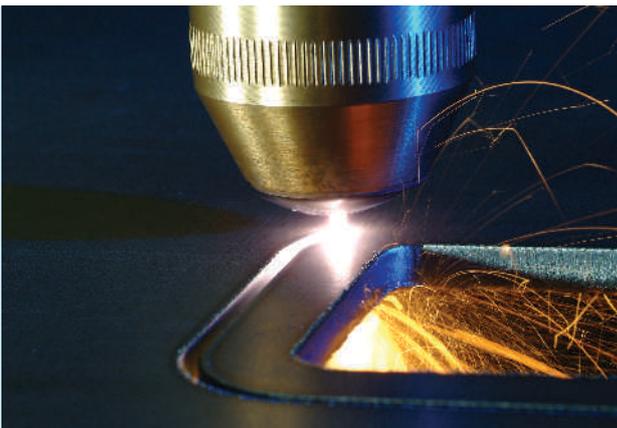
Para soldagem de alumínio, a adição de pequenas quantidades de NO no gás de proteção melhora a soldabilidade, além de reduzir a emissão de ozônio no arco de soldagem. A utilização do MISON® Ar não é recomendada na soldagem de ligas de titânio.

# Os gases apropriados para o processo plasma. Gases para corte e soldagem plasma.

## Gases para soldagem plasma

	Materiais	Velocidade de soldagem	Fusão	Penetração	Espessura recomendada (mm)
Argônio	Todos	•	••	•	0 a 3
VARIGON™ He30	Todos	•••	•••	•••	0 a 6
VARIGON™ H2/H5	Aços inoxidáveis austeníticos	•••	•••	•••	0 a 8

Quanto maior o número de pontos, melhor é o desempenho do gás de proteção.



### Soldagem Plasma

A soldagem plasma é um processo preciso que envolve um arco concentrado, utilizado para soldagem de uma grande diversidade de materiais. Existem muitas misturas gasosas que podem ser usadas no processo de soldagem plasma. Para evitarmos problemas no metal depositado ou no processo de soldagem, é importante selecionarmos o gás de proteção adequado.

#### Argônio

O argônio é o gás de proteção padrão que pode ser utilizado para soldagem plasma de todos os materiais.

#### VARIGON™ He30

Esta mistura pode ser utilizada na soldagem plasma de todos os materiais, indicada para chapas de espessuras mais elevadas.

#### VARIGON™ H2/ VARIGON™ H5

Estas misturas são utilizadas principalmente na soldagem plasma de aços inoxidáveis austenítico. Quanto maior for a espessura da chapa a ser soldada, maior deverá ser o teor de hidrogênio no gás de proteção do plasma.

### Corte Plasma

O processo de corte plasma é utilizado para cortar todos os metais e suas ligas. Há dois fluxos de gases no corte plasma: um para gerar o arco plasma e o outro para eliminar o metal fundido da superfície cortada. Em alguns equipamentos, apenas um único gás é utilizado para essas duas funções, em outros, são necessários gases separados.

A seleção dos gases plasma e de proteção, depende do material a ser cortado e das condições exigidas para superfície de corte. A escolha errada destas misturas de gás pode criar defeitos metalúrgicos próximos à superfície de corte, que podem afetar o processo de soldagem posterior ao corte.

#### VARIGON™ H35

Utilizado basicamente para o corte plasma de alumínio e aços inoxidáveis. Esta mistura aplicada como gás plasma, produz uma superfície de corte polida e com velocidades superiores do que outras misturas. É frequentemente utilizada em combinação com nitrogênio ou dióxido de carbono como gás secundário.

# Os gases apropriados para MIG Brazing.

## Gases para MIG Brazing.

### Gases para MIG Brazing

	Velocidade de soldagem	Respingos	Acabamento	Capilaridade	Soldabilidade
Argônio	•	•	•	•	•
CRONIGON™ 2	••	••	••	•	••
VARIGON™ He30	•••	••	••	•••	••
CRONIGON™ 2He38	••••	•••	•••	•••	•••

Quanto maior o número de pontos, melhor é o desempenho do gás de proteção.



O processo MIG Brazing é uma variação do processo de soldagem MAG, utilizando preferencialmente arame de cobre como metal de adição em vez de arames com composições similares ao metal base. No processo MIG Brazing, não ocorre fusão do metal de base, apenas do metal de adição. A resistência da junta soldada ocorre devido ao efeito de capilaridade na junta soldada.

Equipamentos de soldagem MIG/MAG padrão são adequados para a aplicação do processo MIG Brazing e geralmente a única mudança exigida é ajustar o mecanismo alimentador de arame, para ser utilizado com arames de cobre que são mais macios. O metal de adição é uma liga de cobre-silício (CuSi) ou cobre-alumínio (CuAl – bronze-alumínio).

#### Argônio

O argônio é gás adequado no processo MIG Brazing, utilizando metal de adição CuSi e CuAl. Contudo, a velocidade do processo é baixa e o acabamento dos cordões não é tão bom.

#### CRONIGON™ 2

A adição de pequenas quantidades de dióxido de carbono ao argônio gera resultados melhores do que o argônio puro, para ambos os metais de adição. O dióxido de carbono ajuda a estabilizar o arco, reduzindo a emissão de respingos e produzindo um cordão com melhor acabamento e geometria mais uniforme.

#### VARIGON™ He30

A adição do hélio ao gás de proteção melhora a fluidez da poça de fusão, gerando melhor acabamento e geometria de cordão mais uniforme, com velocidades de brazagem superiores. O hélio também promove uma excelente molhabilidade da poça de fusão, ajudando na ação capilar e melhorando a união entre as superfícies que estão sendo ligadas.

#### CRONIGON™ 2He38

Este gás de proteção apresenta os melhores resultados operacionais para o MIG Brazing, gerando cordões com excelente acabamento superficial e zona de transição entre a peça e o metal depositado, sem a emissão de respingos. A velocidade de brazagem é bastante elevada e a poça de fusão apresenta ótima fluidez e molhabilidade, proporcionando uma grande ação capilar do metal de adição e facilitando o controle do processo pelo soldador.

# Os gases apropriados para proteção de raiz.

## Gases para purga e proteção de raiz.

Gás de proteção	Material
Argônio	Todos os materiais
Nitrogênio	Aços carbono e baixa liga (exceção aços de alta resistência) Aços inoxidáveis austenítico, duplex e super-duplex
VARIGON™ H2 VARIGON™ H5	Aços inoxidáveis austenítico
VARIGON™ N2.5	Aços inoxidáveis austenítico (exceção aços estabilizados ao Ti) Aços inoxidáveis duplex e super-duplex
FORMIER™ 10	Aços inoxidável austenítico (exceção aços estabilizados ao Ti)

**Nos processos de soldagem, a temperatura do material de base e metal de adição sobe acima da temperatura na qual ocorre a oxidação. O gás de proteção protege a área da poça de fusão contra contaminação atmosférica, mas se não utilizarmos nenhuma purga ou proteção de raiz na parte posterior da solda, o cordão oxidará.**

O procedimento de purga é aplicado quando o material soldado for utilizado em função das qualidades de resistência a corrosão, tais como aço inoxidável e algumas ligas de níquel, ou quando o material soldado oxidar com facilidade durante o processo de soldagem, tal como ligas de alumínio ou titânio. Se a purga da raiz não for realizada, a vida útil do componente soldado pode ser reduzida significativamente ou no pior dos casos, resultar em falhas durante o trabalho.

A purga é realizada com a injeção de um fluxo de um gás inerte, de baixa reatividade ou gás redutor, sobre o lado oposto da área soldada, para eliminar o ar atmosférico e prevenir a ocorrência de oxidação.

É importante selecionar o gás de purga com atenção. Para alguns metais que oxidam com facilidade (como o titânio), pode ser necessário colocar o componente a ser soldado em uma câmara preenchida com gás de purga, para garantir que a oxidação não ocorra.

### Gases

Os gases mais comuns utilizados nos procedimentos de purga são o argônio e o nitrogênio, porém misturas de argônio + hidrogênio e misturas nitrogênio + hidrogênio podem ser utilizadas se o material não for suscetível ao ataque de nitrogênio ou hidrogênio.

O argônio é amplamente utilizado em procedimentos de purga em processos de soldagem devido a sua característica inerte. Produz resultados satisfatórios em todos os materiais, já que nenhum composto é formado.

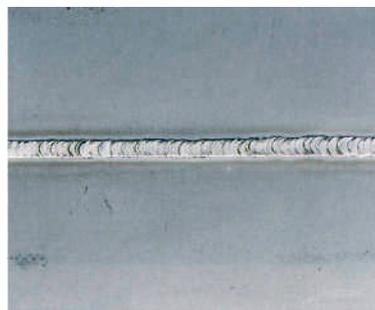
O nitrogênio também é muito utilizado em procedimentos de purga. Entretanto, deve-se tomar cuidado porque alguns materiais (como o alumínio) são sensíveis à formação de nitratos e isso pode reduzir as características de resistência à corrosão. Além disso, o nitrogênio é um estabilizador de austenita em aços inoxidáveis e quando absorvido nas áreas da solda, pode produzir uma microestrutura inaceitável.

O hidrogênio é adicionado ao argônio devido sua característica de melhorar a limpeza contra a oxidação. As misturas de gases, tais como VARIGON™ H2 e VARIGON™ H5, são frequentemente utilizadas em aplicações de alta qualidade, onde os níveis de oxidação tolerados são muito baixos. Estas misturas são utilizadas somente em materiais que não são suscetíveis ao ataque do hidrogênio, tais como aços inoxidáveis austeníticos.

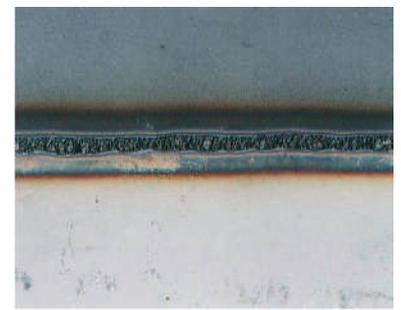
Misturas de nitrogênio + hidrogênio, contendo até 20% de H<sub>2</sub> também são utilizadas para proteção de raiz, com o hidrogênio agindo como um agente de limpeza contra o oxigênio, evitando a oxidação da solda. A mistura FORMIER™ 10, contendo 10% de hidrogênio é frequentemente utilizado, porém deve-se tomar atenção para não usar esta mistura em materiais que sejam sensíveis à trinca por hidrogênio ou em aços inoxidáveis que possam ser afetados por nitrogênio.



Passes de raiz em um tubo de aço inoxidável



Com gás de purga



Sem gás de purga

### Recomendação prática

Em muitas aplicações, é necessário manter uma baixa concentração de oxigênio durante a soldagem. O nível exato de oxigênio que pode ser tolerado depende diretamente do tipo de material que está sendo soldado e do tipo de serviço ao qual o componente será submetido. Procure uma assessoria técnica se você tem dúvidas sobre o nível de oxigênio permitido, porém, como orientação geral podemos citar algumas dicas práticas:

- Para aços carbono e aços baixa liga, na maioria das aplicações não é necessário procedimento de purga.
- Para aços carbono e aços baixa liga, quando o procedimento de purga é necessário em soldagem de tubulações, um percentual de 1% de  $O_2$  é aceitável.
- Para muitas aplicações com aços inoxidáveis, um nível de oxigênio de 0,01% (100 ppm) é satisfatório, porém haverá ocorrência de alguma oxidação superficial.
- Para aços inoxidáveis submetidos à condições de serviço extremas, um nível de oxigênio de 20 ppm pode ser necessário para evitar corrosão por "pitting" ou trincas consequentes de esforços de tensão e corrosão.
- Para ligas de níquel, pode ser estipulado valores entre 25 e 50 ppm de  $O_2$ .

- Para metais reativos, como o titânio e o zircônio, normalmente valores entre 5 e 10 ppm de  $O_2$  são necessários para evitar a fragilização.
- Para aplicações em semicondutores, geralmente são exigidos níveis de impurezas de 1 ppm.
- O nível de oxigênio após procedimento de purga pode ser estimado a partir dos gráficos de taxa de vazão/tempo de vazão, disponíveis para gases com diferentes purezas, porém a utilização de um analisador de oxigênio é recomendada.

### Segurança

Quando utilizamos procedimentos de purga com gases contendo mais de 5% de hidrogênio, recomenda-se queimar o hidrogênio para evitar seu acúmulo. Entretanto, o hidrogênio queima com uma chama quase invisível, e recomenda-se que uma proteção de tela metálica seja instalada ao redor do queimador para evitar que algum operador entre em contato com a chama acidentalmente.

Durante o procedimento de purga, os volumes de gases inertes ou não-reagentes utilizados tendem a ser bastante elevados, e isto aumenta significativamente o risco de asfixia nas áreas ao redor dos postos de soldagem. Portanto, é importante checar sempre o ambiente de trabalho, para garantir que exista oxigênio suficiente para sustentar a respiração.

# Você está usando os gases certos corretamente?

## Perguntas frequentes.

Aqui estão algumas das perguntas mais frequentes feitas aos engenheiros da Linde. Para algumas você já sabe a resposta, para outras, a resposta pode não ser o que você estava esperando.

### Os gases podem separar-se nos cilindros?

Os gases não se separam no cilindro, pois as moléculas de gases estão em constante movimento e isto assegura uma mistura completa.

### Por que estou tendo poros na solda?

Porosidade é normalmente causada por gás retido durante o resfriamento dentro do metal soldado. Embora gases como o nitrogênio sejam uma das principais causas da porosidade, outras fontes tais como água, óleo e graxa no material podem ser um problema na mesma medida.

As principais causas da porosidade são:

- Fluxo do gás de proteção demasiado alto ou demasiado baixo: quando demasiado alto o ar é arrastado de fora para dentro da proteção. Quando demasiado baixo o gás não consegue proteger a poça de fusão.
- Soldador com técnica deficiente: stick-out muito longo, ou ângulo de inclinação da tocha inadequado.
- Escolha incorreta do gás de proteção: os gases de proteção que contenham hidrogênio e/ou nitrogênio são benéficos para alguns materiais, porém, causam porosidade em outros.

- Manutenção deficiente dos equipamentos: se as conexões das mangueiras não estiverem apertadas ou se houver vazamentos de gás na fonte de alimentação ou na tocha, o ar do ambiente pode se misturar ao gás de proteção. Além disso, alguns tipos de mangueiras são permeáveis e podem permitir a entrada de umidade no gás de proteção. Contaminação de superfície no metal base ou no metal de adição, tais como, óleo, graxa, água e outros contaminantes, podem adicionar hidrogênio no cordão de solda.

Esta não é uma lista completa, porém a maioria dos problemas de porosidade têm como causa a manutenção deficiente e/ou procedimentos de soldagem incorretos.

### Por que não posso usar argônio puro para soldagem MAG de aços?

Embora a soldagem MAG com argônio puro seja possível em aços, o arco produzido é muito instável e errático, e a solda resultante terá muitos respingos e um perfil de penetração insatisfatório.

Quando se soldam aços com o processo MAG, uma pequena quantidade de gás oxidante (dióxido de carbono ou oxigênio) é necessário para ajudar a estabilizar o arco e produzir uma solda perfeita.



#### Por que estou tendo muitos respingos nas minhas soldas?

Existem várias causas para os respingos, as mais comuns são:

- Parâmetros de soldagem instáveis: tensão incorreta para uma determinada intensidade de corrente;
- soldador com técnica deficiente: distância excessiva do bico de contato à peça de trabalho ou ângulo de inclinação da tocha inadequado;
- superfície do metal de base, ou metal de adição contaminada: óleo, graxa, umidade;
- revestimentos de superfície tais como tinta ou galvanização com zinco;
- uso de dióxido de carbono como gás de proteção: misturas de gases são mais estáveis e produzem menos respingos.

Treinar o soldador para estabelecer boas técnicas de soldagem e limpeza adequada do componente a ser soldado pode eliminar muitos dos problemas citados.

#### Quando soldo aços inoxidáveis, ocorrem trincas. Por que?

Existem dois tipos principais de trincas em aços inoxidáveis: “trinca a quente” e “trinca a frio”.

Trinca a quente, corretamente chamada de “trinca de solidificação”, tende a ser um problema em aços inoxidáveis austeníticos. É chamada de “trinca a quente” porque tende a ocorrer imediatamente depois da soldagem, enquanto a solda ainda está quente. A trinca de solidificação é mais provável em estruturas totalmente austeníticas as quais são mais sensíveis às trincas do que aquelas contendo uma pequena quantidade de ferrita. A melhor maneira de evitar trincas de solidificação é escolher um metal de adição que tenha um teor de ferrita elevado o suficiente para

garantir que o metal depositado não trinque. Para realizar esta seleção corretamente, consulte o diagrama de Schaeffler.

Trinca a frio, corretamente chamada de “trinca por hidrogênio”, ocorre em materiais que não toleram hidrogênio, como os aços inoxidáveis martensíticos. O hidrogênio se dissolve no metal depositado enquanto este é fundido, em seguida depois da solidificação ele se difunde em pequenos defeitos na micro-estrutura, ocorrendo a formação de hidrogênio gasoso, acumulando pressão conforme a solda esfria. Quando a pressão está suficientemente alta e a solda estiver fria e mais frágil (devido a martensita), esta pressão interna pode ocasionar a trinca. A trinca a frio pode ocorrer até muitas horas depois da soldagem.

#### O que causa o depósito de fuligem quando soldamos alumínio?

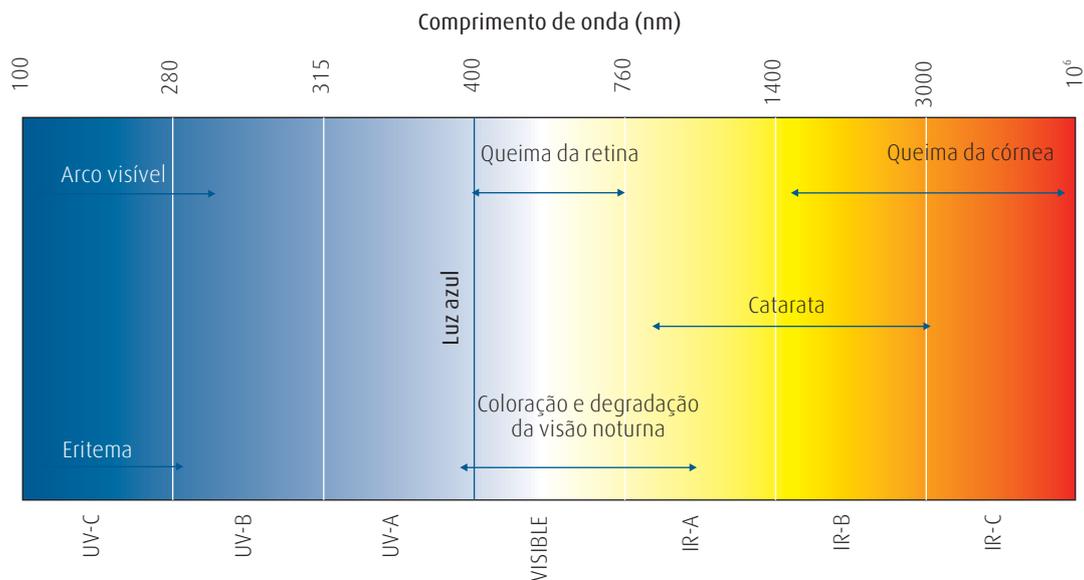
Este depósito de fuligem não é realmente fuligem (carbono), mas apenas uma forma de óxido de alumínio.

Quando soldamos, alguns dos elementos de liga do metal de base e do metal de adição, são volatilizados pelo arco de soldagem. Conforme este fino vapor de metal deixa a área coberta pelo gás de proteção, ele reage com o ar atmosférico, formando óxido de alumínio, que se condensa sobre o componente soldado. Quanto mais alta a intensidade de corrente, maior a quantidade de óxido produzido.

Nem sempre é possível eliminar este problema, porém, alterando-se o ângulo da tocha e assegurando a proteção correta do gás sobre a poça de fusão, o efeito pode ser minimizado. Além disso, se a solda for limpa imediatamente após a soldagem, é muito mais fácil remover o óxido, se compararmos esta remoção com a solda fria.

# Riscos associados à soldagem.

## Saúde e segurança.



O ambiente de soldagem pode ser um local perigoso para pessoas não treinadas e distraídas. Processos de soldagem, corte e assemelhados apresentam riscos ocupacionais aos soldadores e outros profissionais. É responsabilidade de todos trabalhar com segurança e não colocar em perigo a si próprio ou a qualquer outra pessoa no trabalho.

Estar ciente dos possíveis perigos e como evitá-los é fundamental reduzir os riscos. Os principais perigos associados à soldagem são:

- eletricidade;
- radiação;
- calor, chamas, fogo e explosão;
- ruído;
- fumos de soldagem;
- solventes.

Estes não são os únicos perigos enfrentados no ambiente de soldagem e as pessoas que trabalham neste meio devem permanecer sempre alertas.

### Perigos elétricos

Tocar equipamento ou componentes elétricos energizados, incluindo o eletrodo e a peça de trabalho, pode resultar em ferimentos por queimadura ou, mais grave ainda, choque elétrico. O choque elétrico pode matar por ação direta sobre o corpo. Ele também pode provocar queda, se você estiver trabalhando em altura.

### Perigos da radiação

Soldagem e corte ao arco emitem radiação eletromagnética na forma de ultravioleta (UV), luz visível e radiação infravermelha (IR). O efeito potencial da radiação sobre o corpo depende do tipo e intensidade da radiação, a distância a qual você se encontra dela e a duração da exposição.

Radiação não ionizante dos processos de soldagem e corte pode causar danos à pele e aos olhos. A radiação UV em particular pode causar queimaduras na pele e olhos não protegidos (arco visível).

A radiação proveniente do arco elétrico é usualmente aparente, porém, flashes do arco podem ocorrer sem aviso. Normalmente os efeitos de radiação IR e UV não são sentidos imediatamente após a exposição.

### Calor, chamas, fogo e explosão

Uma queimadura é um perigo que os soldadores enfrentam todos os dias de trabalho, pois a soldagem é um processo que, frequentemente, envolve calor, chamas, metal derretido e arcos elétricos em alta temperatura. As queimaduras podem ocorrer na pele, ou, muito mais gravemente nos olhos.

Fogo e explosão são perigos graves no ambiente de soldagem. Calor e chamas podem resultar em fogo ou mesmo explosão na presença de materiais combustíveis, poeira, líquidos inflamáveis, gases ou vapores.



### Ruído

Ruído é uma ocorrência constante em um ambiente industrial. Todos os processos de soldagem e corte geram ruído, porém, alguns são muito mais agressivos do que outros. Processos de apoio como esmerilhamento, cortes, goivagem e martelamento também geram níveis de ruído ocasionais. A exposição ao ruído por um período de tempo pode resultar em deterioração ou perda da audição.

### Fumos de soldagem

Todos os processos de soldagem geram fumos, porém, alguns produzem menos enquanto outros produzem muito mais. Os fumos da soldagem consistem em vapores de particulados, conduzidos por uma nuvem que você pode ver se elevando e vapores gasosos, que você não pode ver mas algumas vezes pode sentir seu cheiro. Na maioria dos casos, os fumos de soldagem se formam próximos ao arco elétrico em contato com o soldador, porém, alguns dos vapores gasosos (por exemplo: ozônio) podem ser gerados bem longe do arco.

O efeito potencial no corpo humano proveniente da exposição aos fumos da soldagem ou corte, depende principalmente da quantidade de fumos produzida, sua composição e o tempo de exposição. Embora todos os componentes dos fumos da soldagem ou do corte possam apresentar risco para a saúde, dada uma concentração alta o suficiente, alguns apresentam maior perigo do que outros.

### Solventes

Os solventes utilizados na indústria podem ser inflamáveis ou conter componentes que são inflamáveis. Os solventes inflamáveis frequentemente encontrados são acetona, éter de petróleo e álcoois brancos. Alguns solventes se decompõem, sob a ação do arco de soldagem, e formam produtos tóxicos ou irritantes, sendo o mais tóxico destes o fosgênio.

### Precauções

#### Controles

Boa ventilação geral, e/ou extração local de vapores e fumos deve ser usada para conter os vapores e gases produzidos durante a soldagem, para reduzir a emissão para valores abaixo de seus limites de exposição individuais reconhecidos quando medidos na zona de respiração do soldador e companheiros de trabalho. Em espaços confinados, onde a ventilação não for adequada, pode ser necessário usar um sistema de respiração externo ou autônomo, alimentado por ar. Onde os níveis de vapores excederem os limites de exposição toleráveis, pode ser necessária proteção respiratória adequada.

#### Proteção pessoal

Devido aos perigos associados com a soldagem, corte e outros processos de fabricação, os soldadores e companheiros de trabalho, sempre devem usar roupa de proteção adequada, protetor de ouvidos e olhos, conforme especificado pelas normas locais.

# Fornecendo o gás correto.

## Opções de suprimento.

Os gases de proteção podem ser fornecidos de várias formas. Teremos o prazer em orientar você sobre a melhor solução para suas necessidades.

### Cilindros

Os cilindros são a forma mais comum na qual nossos clientes recebem seus gases de proteção. No cilindro, o gás é mantido em alta pressão, que pode variar de 50 à 200 bar, dependendo do tipo, da composição do gás de proteção e da classificação de pressão do cilindro.

Alguns gases de proteção também estão disponíveis em diferentes tamanhos de cilindro, para melhor se ajustar às suas necessidades. Contudo, o tamanho de cilindro mais comum é o de 50 litros, o qual contém aproximadamente 10 m<sup>3</sup> de gás, dependendo da pressão na qual

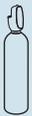
foi enchido. Assim para uma taxa de fluxo típica de 15 litros por minuto, este tamanho de cilindro terá uma autonomia de cerca de 11 horas de soldagem contínua.

### Cestas de cilindros

Cestas de cilindros são ideais para clientes que utilizam processos de alta produtividade, evitando-se paradas desnecessárias nas trocas de vários cilindros. Cestas de cilindros contêm normalmente de 10 à 12 cilindros de 50 litros, conectados entre si. Você simplesmente conecta a saída do conjunto como se ele fosse um único cilindro.

Todas as cestas estão projetadas para serem manuseadas usando uma empilhadeira, ou serem içadas por equipamento apropriado.

### Cilindro de Aço



Capacidade (\*)

4 - 10 m<sup>3</sup>

(\*) O volume de gás dentro do cilindro depende do tipo do gás

### Cestas de Cilindros



Capacidade (\*)

100 - 120 m<sup>3</sup>

(\*) O volume de gás dentro da cesta depende do tipo do gás

### Cilindros de Líquido



Capacidade (\*)

100 - 120 m<sup>3</sup>

(\*) O volume de gás dentro do cilindro depende do tipo do gás

### Tanques de Líquido



Capacidade (\*)

1.000 - 50.000 m<sup>3</sup>

(\*) O volume de gás dentro do tanque depende do tipo do gás



### Cilindros de líquido (VGL)

Cilindros de líquidos criogênicos são ideais para clientes com necessidades de gás similares às daqueles que usam cestas de cilindros, mas que não têm espaço físico para tal. Estes cilindros, isolados à vácuo, apresentam aproximadamente a mesma altura que um cilindro de 50 litros e contêm a mesma quantidade de gás de uma cesta de cilindros. Entretanto, neste caso, o “gás” é armazenado como um líquido criogênico (frio).

Ainda que não disponível para misturas de gases, os cilindros de líquido estão disponíveis para uma faixa de gases puros, tais como argônio, oxigênio, dióxido de carbono e nitrogênio. Quando usados em conjunto com um sistema de mistura, os cilindros de líquido podem ser usados para produzir muitos dos produtos da linha CORE de gases de proteção. Em alguns locais geográficos, os cilindros de líquido podem ser enchidos novamente pelo abastecimento complementar no local, além do serviço normal troca de vazio por cheio.

### Tanques de líquido

Tanques de líquido são mais apropriados para clientes que necessitam grandes volumes de gás. Estes tanques criogênicos são fixos sobre uma

base de concreto nas dependências do cliente, e são abastecidos periodicamente por caminhões-tanques com produto na fase líquida. Os maiores tanques de líquido contêm mais de 50.000 m<sup>3</sup> de capacidade. O dimensionamento do tanque a ser instalado depende do volume consumido pelo usuário. Assim como os cilindros de líquido, os tanques são indicados para os gases puros tais como argônio, oxigênio, dióxido de carbono e nitrogênio. Um sistema de misturador é necessário para produzir o gás de proteção requerido, além da tubulação necessária para distribuí-lo nos postos de soldagem.

### Sistema de mistura

Os sistemas de mistura estão disponíveis em uma grande faixa de capacidade e tipos distintos de misturas, para se ajustar às diversas aplicações de soldagem. Estes equipamentos de alta precisão podem ser instalados para produção de uma determinada composição, ou com flexibilidade para produção de diferentes misturas de gases, manualmente ou controladas por computador.

Nossos engenheiros treinados terão prazer em avaliar as suas instalações e demandas, assegurando que você tenha o pacote adequado para suas necessidades presentes e futuras.

# Serviços complementares.

## Serviços.



Linde oferece uma ampla variedade de serviços que complementam o fornecimento dos gases. As nossas opções de serviços foram desenvolvidas para atender suas necessidades e são divididas em quatro segmentos:

- Eficiência administrativa
- Confiabilidade de fornecimento
- Qualidade e segurança
- Conhecimento técnico de processos

### Eficiência administrativa

Não apenas entregamos produtos de alta qualidade, como também tornamos mais simples e eficaz o processo de pedidos.

### Confiabilidade de fornecimento

É nossa meta ajudar sua empresa a eliminar interrupções indesejáveis na produção, assegurando que você receba todos produtos corretos quando necessário.

### Qualidade e segurança

Segurança é uma prioridade para a Linde, e muito provavelmente para você também. A Linde pode lhe fornecer conhecimento técnico sobre o uso seguro dos gases de proteção e equipamentos relacionados.

- Treinamento de Segurança: estes são cursos práticos, desenvolvidos para os usuários de nossos produtos, abordando assuntos como

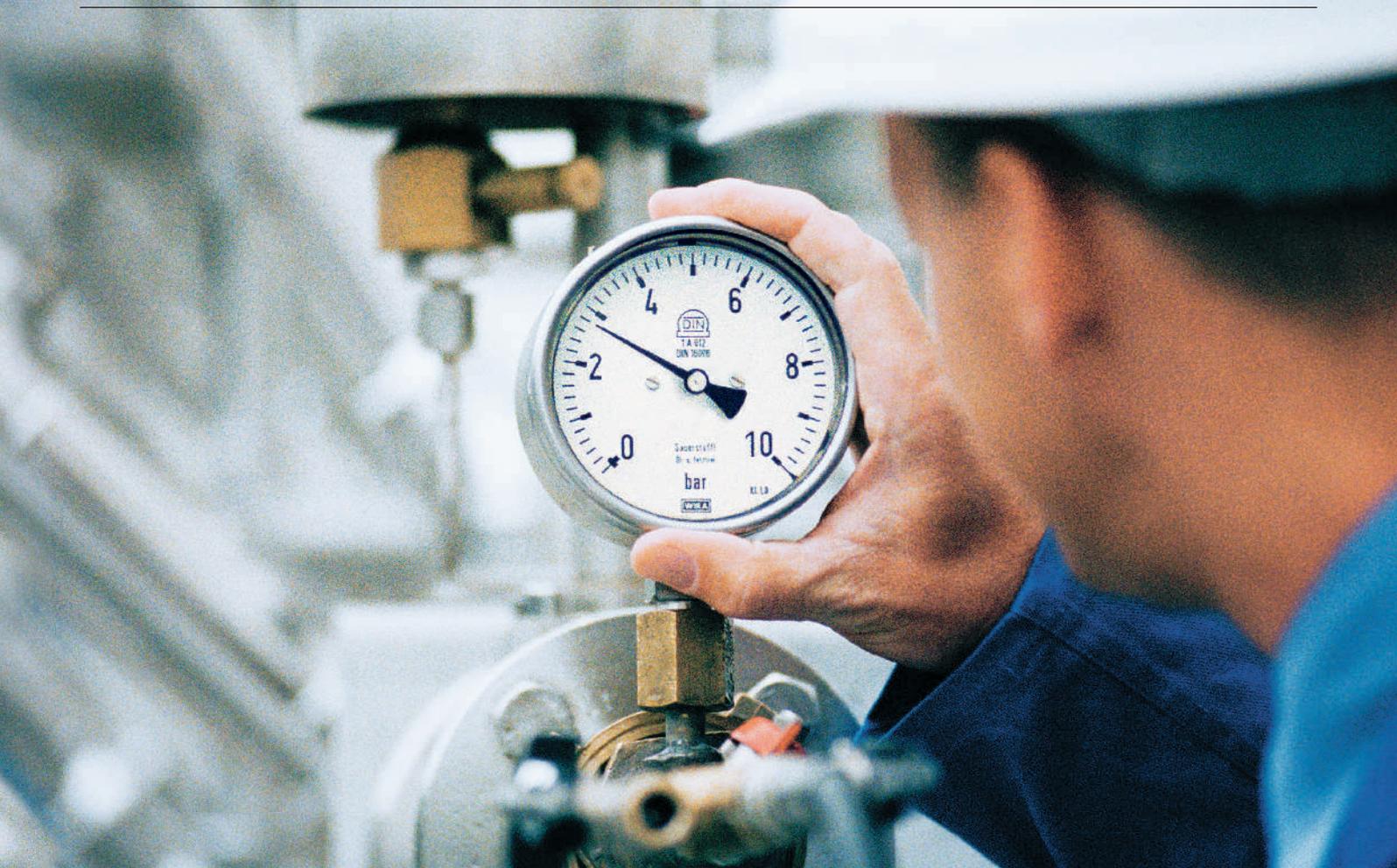
manuseio seguro, transporte e armazenamento de gases, bem como disposição segura. Estes podem ser ministrados nas instalações dos clientes, nos permitindo treinar todos os níveis de profissionais para suas necessidades individuais.

- Análise de Gás: análise do gás no laboratório Linde ou no próprio cliente, garantindo alta e consistente qualidade que você necessita nos seus processos.
- Contratos de manutenção preventiva: oferecemos checagens regulares do seu sistema de suprimento de gás garantindo uma operação segura, e quando necessário, aplicação de manutenção e reparos antes que apresente problemas significativos.

### Conhecimento técnico de processo

O Grupo Linde é um fornecedor de soluções integrais, comprometido com a indústria da soldagem. Com a nossa excepcional equipe global de engenheiros de aplicação, temos um alto nível de competência em todos os processos envolvendo gases de proteção.

- Treinamentos em aplicações: você pode se beneficiar da nossa experiência em aplicações de soldagem e corte térmico para garantir que os níveis de habilidade profissional dos seus trabalhadores sejam tão altos quanto possível.
- Consultoria em aplicações: nossos engenheiros de aplicações podem analisar os parâmetros dos processos de soldagem ou corte térmico, com o objetivo de otimizar o processo produtivo, reduzindo custos adicionais.



## Saiba as cores corretas dos cilindros de gás

A etiqueta de identificação do produto é a principal maneira de identificar qualquer gás; a cor do cilindro deve ser usada apenas como uma orientação. Se um cilindro não tem a etiqueta de identificação do produto, não deve ser usado, mas sim, enviado imediatamente ao fornecedor.

### Cores dos cilindros

Gases	Cores
 Argônio	Todo marrom
 Argônio + Dióxido de Carbono (mistura)	Marrom com calota prata
 Argônio + Oxigênio (mistura)	Marrom com calota preta
 Argônio + Hélio (mistura)	Marrom com calota laranja
 Argônio + Hidrogênio (mistura)	Marrom com calota amarela
 Dióxido de Carbono	Prata
 Hélio	Laranja
 Nitrogênio	Cinza

# Mantendo-se à frente através da inovação.

A Linde, com seus conceitos inovadores na produção e comercialização dos gases fortalece sua característica de pioneirismo neste mercado. Sendo líder em tecnologia, a Linde tem por meta constante a superação dos limites. Historicamente empreendedora, atua continuamente no desenvolvimento de processos inovadores e de novos produtos de alta qualidade.

A Linde também se faz presente, gerando valor agregado, vantagens competitivas perceptíveis e maior rentabilidade para os clientes. As aplicações são desenvolvidas para atender às necessidades, muitas vezes únicas e exclusivas dos clientes, independente do tamanho da empresa.

Se você quer estar preparado para a concorrência do amanhã precisa de um parceiro em que alta qualidade, otimização de processos e maior produtividade sejam aspectos do dia-a-dia de seus negócios. Nossa definição de parceria não significa somente estar presente, mas sim, estar com você. Afinal, é o trabalho conjunto que oferece as condições para um sucesso comercial mútuo.

Linde - ideas become solutions.

Linde Gases Ltda.

Al. Mamoré, 989 - 11º e 12º andares - Alphaville

06454-040 - Barueri - São Paulo - Brasil

Tel.: +55 11 3594-1793 - Fax: +55 11 3594-1783 - [www.linde-gas.com.br](http://www.linde-gas.com.br)