

1. OBJETIVO

Estabelecer ações corretivas e identificar as causas raiz para atenuar descontinuidades geométricas e operacionais durante a aplicação do processo de soldagem a arco com gás de proteção e eletrodo consumível (GMAW - MIG/MAG).

2. NORMAS DE REFERÊNCIA TERMINOLÓGICA

- AWS A3. 0: Standard Welding Terms and Definitions
- ABNT NBR ISO 6520-1: Soldagem e processos afins — Classificação de imperfeições geométricas em materiais metálicos

3. RESPINGOS

Causa Provável	Ação Corretiva
3.1. Velocidade de translação excessiva	Reduzir a velocidade de avanço da tocha ao longo da junta.
3.2. Tensão do arco (voltagem) elevada	Reduzir a tensão de soldagem no painel da fonte.
3.3. Intensidade de corrente excessiva	Reduzir a velocidade de alimentação do arame consumível.
3.4. Aporte térmico inadequado à espessura	Adequar os parâmetros de tensão e corrente à espessura geométrica do metal-base, reduzindo a energia de soldagem em chapas finas.
3.5. Manipulação incorreta da tocha (tecelagem)	Modificar a técnica de oscilação, retendo o arco momentaneamente nas faces laterais do chanfro e evitando paradas nas quinas.
3.6. Posicionamento incorreto da tocha	Corrigir a angulação da tocha para direcionar a força do arco ao centro da poça de fusão, assegurando a união térmica uniforme.
3.7. Superaquecimento do metal-base	Controlar a temperatura de interpasse. Interromper a soldagem e permitir o resfriamento controlado da peça entre os passes.

4. INSTABILIDADE DO ARCO ELÉTRICO (Flutuação involuntária e oscilação errática da coluna do arco elétrico.).

Causa Provável	Ação Corretiva
4.1. Contaminação superficial do metal-base	Executar limpeza mecânica (esmerilhamento/escovação) para eliminação de óxidos, respingos impregnados, carepa e óleos.
4.2. Alta resistência no circuito elétrico	Inspecionar e reapertar todas as conexões, acoplamentos, cabos de solda e o grampo terra (cabo obra).
4.3. Distância bico de contato-peça (DBCP) excessiva	Reduzir o comprimento livre de eletrodo (extensão do arame/stick-out) aproximando a tocha da peça de trabalho.
4.4. Desgaste diametral do bico de contato	Substituir o bico de contato caso o orifício interno apresente folga excessiva que comprometa a transferência de corrente.
4.5. Movimentação mecânica brusca	Manter a regularidade e constância nos movimentos manuais de avanço da tocha, evitando acelerações intempestivas.

5. POROSIDADE

Causa Provável	Ação Corretiva
5.1. Ação de correntes de ar atmosférico	Instalar biombos ou cabines de proteção para isolar a zona de soldagem contra ventos.
5.2. Contaminação por impurezas na junta	Realizar desengraxamento e limpeza rigorosa da chapa-base para remover óleo, graxa, umidade e carepa de laminação.
5.3. Vazão de gás fora da faixa operacional	Ajustar o fluxômetro para calibrar a vazão volumétrica do gás de acordo com o diâmetro do arame e bocal empregados.
5.4. Incompatibilidade do gás de proteção	Validar se a composição química do gás de proteção atende ao modo de transferência metálica desejada (curto-circuito ou spray).
5.5. Contaminação do arame ou do conduíte (guia)	Efetuar a limpeza do conduíte guia de arame com jato de ar comprimido seco. Substituir o arame caso apresente oxidação ou graxa.
5.6. Tensão do arco excessiva	Reduzir a tensão (voltagem) operacional para estabilizar o arco e evitar a quebra da cortina de gás.
5.7. Obstrução do fluxo no bocal da tocha	Remover periodicamente os respingos retidos no bocal cerâmico/metálico para restabelecer o regime de escoamento laminar do gás.
5.8. Distância incorreta do bocal à peça	Padronizar a distância operacional mantendo-a constante e adequada à geometria da junta soldado.
5.9. Perda de estanqueidade nas mangueiras	Inspecionar preventivamente as linhas de gás e conexões para sanar pontos de captação ou aspiração de ar atmosférico.

5.10. Dimensão excessiva da poça de fusão	Reduzir a amplitude da oscilação para limitar a área superficial exposta da poça de fusão.
5.11. Vazamento nas vedações internas da tocha	Inspecionar anéis de vedação (<i>O-rings</i>) e acoplamentos da tocha; substituir componentes avariados imediatamente.
5.12. Erro de leitura física no manômetro	Aferir e calibrar a vazão real na saída da pistola através do uso de um fluxômetro de calcanhar manual (rotâmetro).

6. RESPINGOS EXCESSIVOS

Causa Provável	Ação Corretiva
6.1. Tensão do arco demasiadamente alta	Diminuir a tensão (voltagem) para encurtar o comprimento da coluna do arco elétrico.
6.2. Vazão excessiva do gás de proteção	Adequar a pressão e a vazão ao patamar nominal, evitando perturbações dinâmicas no arco.
6.3. Impurezas superficiais no metal-base	Remover contaminantes, tintas, óxidos através de lixamento prévio.
6.4. Desequilíbrio na relação Corrente vs. Tensão.	Sintonizar a velocidade de alimentação do arame com a tensão, monitorando o diâmetro da gota fundida (manter similar ao diâmetro do arame).
6.5. Extensão livre do eletrodo (DBCP) excessiva	Reduzir a distância entre o bocal da tocha e a peça-base.
6.6. Altura da coluna do arco elevada	Ajustar os parâmetros elétricos para operar com arco curto.
6.7. Ajuste incorreto do nível de indutância	Ajustar a indutância da fonte: aumentar a indutância para suavizar a transferência (reduz número de respingos, mas eleva o volume individual); ou reduzir para obter gotas menores.
6.8. Ângulo de ataque inadequado da tocha	Evitar inclinações severas da pistola. Executar a técnica de soldagem por empurre (arco quente), mantendo a tocha o mais perpendicular possível.
6.9. Mau contato elétrico no circuito de solda	Limpar as superfícies de contato mecânico dos cabos elétricos para eliminar variações de impedância.
6.10. Bico de contato danificado ou obstruído	Substituir o bico de contato para estabilizar a transferência eletrônica.
6.11. Saturação de respingos no bocal	Efetuar limpeza mecânica do bocal e aplicar agente anti-respingo industrial isento de silicone.

7. FALTA DE FUSÃO

Causa Provável	Ação Corretiva
7.1. Contaminação química nas faces do chanfro	Executar desbaste abrasivo nas faces internas do chanfro antes de iniciar a deposição.
7.2. Energia de soldagem (aporte térmico) baixa	Elevar a tensão e a velocidade de alimentação do arame. Reduzir o comprimento livre do eletrodo (<i>stick-out</i>).
7.3. Poça de fusão com largura excessiva	Restringir a amplitude de oscilação lateral da tocha e incrementar a velocidade de deslocamento.
7.4. Técnica operacional incorreta	Adotar técnica de tecelagem com retenção temporária do arco nas paredes laterais da junta.
7.5. Velocidade de avanço da tocha excessiva	Reduzir a taxa de avanço para permitir o tempo de fusão do metal-base.
7.6. Configuração geométrica de junta incorreta	Reformular o projeto da junta, adotando ângulos de chanfro normalizados entre 60° e 75° para permitir acessibilidade técnica.

8. FUSÃO EXCESSIVA (Perfuração)

Causa Provável	Ação Corretiva
8.1. Concentração excessiva de energia térmica	Reduzir a tensão elétrica e incrementar a velocidade de translação (avanço) da tocha.
8.2. Abertura de raiz fora da tolerância máxima	Reduzir a fresta de abertura da raiz na montagem prévia conforme tolerâncias da EPS.

9. INCLUSÃO DE ESCÓRIA

Causa Provável	Ação Corretiva
9.1. Intensidade de corrente insuficiente	Incrementar a velocidade de alimentação do arame para elevar a amperagem.
9.2. Dimensão da abertura de raiz insuficiente	Ampliar a fresta/abertura de raiz durante a etapa de acoplamento das peças.
9.3. Técnica de inclinação inadequada	Posicionar a tocha mantendo o alinhamento o mais perpendicular possível em relação ao eixo longitudinal da junta.
9.4. Geometria de junta restritiva	Reduzir a altura da face da raiz (nariz do chanfro) se estiver subdimensionada. Ajustar o espaçamento em juntas de topo.

10. TRINCAS

Causa Provável	Ação Corretiva
10.1. Contração térmica e distorção por alto calor	Reduzir a tensão, a velocidade do arame ou ambas as variáveis. Incrementar a velocidade de avanço.
10.2. Projeto de chanfro em desconformidade	Padronizar a preparação dimensional dos chanfros seguindo estritamente os códigos de projeto aplicáveis (AWS / ASME).
10.3. Elevada restrição mecânica estrutural	Executar passes retilíneos sem oscilação lateral, adotando arco curto e parâmetros elétricos de baixa energia.
10.4. Subdimensionamento do cordão de solda	Diminuir a velocidade de avanço ou adotar oscilação mínima para aumentar a seção transversal do cordão (especialmente no passe de raiz).
10.5. Relação de aspecto inadequada do cordão	Evitar cordões profundos e estreitos (efeito cunha). Elevar a tensão ou diminuir a velocidade do arame para alargar o perfil do cordão.

11. (INCLUSÃO DE ESCÓRIA) [Nota: Aplicável a arames tubulares FCAW ou MIG com resíduos de óxido]

Causa Provável	Ação Corretiva
11.1. Limpeza deficiente interpasses	Executar limpeza rigorosa das margens do chanfro utilizando escovas rotativas motorizadas ou esmerilhamento leve antes do próximo passe.
11.2. Sequência e distribuição incorreta de passes	Planejar a deposição com cordões retilíneos e oscilação controlada, assegurando o preenchimento correto dos cantos vivos do chanfro.

12. PERFIL DO CORDÃO INADEQUADO (Cordão Muito Alto ou Muito Baixo)

Sintoma Técnico	Causa Provável	Ação Corretiva
12.1. Altura excessiva (Cordão Alto)	Tensão do arco reduzida ou velocidade de avanço muito lenta.	Incrementar a tensão (voltagem) da fonte ou aumentar a velocidade de avanço da tocha.
12.2. Altura insuficiente (Cordão Baixo)	Tensão do arco excessiva ou velocidade de avanço muito rápida.	Diminuir a tensão (voltagem) da fonte ou reduzir a velocidade de avanço da tocha.

13. DIFICULDADE DE ABERTURA DE ARCO ELÉTRICO

Causa Provável	Ação Corretiva
13.1. Inversão de polaridade elétrica	Inspecionar as conexões dos cabos nos terminais de saída da fonte de soldagem e ajustar conforme especificado para o consumível.
13.2. Conexões mecânicas frouxas ou oxidadas	Reapertar os terminais do cabo obra e do cabo de solda. Substituir componentes que apresentem desgaste ou oxidação severa.

14. SUPERAQUECIMENTO DOS CABOS DE SOLDAGEM

Causa Provável	Ação Corretiva
14.1. Subdimensionamento da seção transversal	Substituir os cabos elétricos por condutores de maior bitola (mm ²) compatíveis com a corrente nominal de operação e o ciclo de trabalho da máquina.
14.2. Mau contato ou conexões frouxas	Desmontar as conexões, eliminar resíduos de oxidação das superfícies metálicas e reapertar firmemente os terminais.

BOAS PRÁTICAS OPERACIONAIS

A execução de juntas soldadas livres de descontinuidades severas exige o cumprimento irrestrito das variáveis essenciais de soldagem predefinidas nas qualificações de processo (EPS).

A maior parte dos defeitos mapeados como porosidades, faltas de fusão e inclusões está diretamente ligada à limpeza inadequada das juntas, conservação deficiente de consumíveis ou desajuste de parâmetros elétricos e de proteção gasosa.

Portanto, a implementação de uma rotina rigorosa de inspeção visual prévia com base nos requisitos da AWS, ASME ou ISO, associada à calibração periódica das fontes de soldagem e à capacitação contínua da equipe de soldadores, constitui o pilar fundamental para a manutenção dos níveis de conformidade e da confiabilidade estrutural dos equipamentos fabricados.