

Título do documento: Serviços com Jateamento e Hidrojateamento		Código do documento: PGS-MOS-EHS-315	Revisão: 01
Elaboração – Responsável Técnico Gerência de Programas e Projetos de EHS - PMO		Aprovação: EHS Services e Operações	
Data de homologação: 18/08/2026	Prazo máximo de revisão: 17/08/2033	Departamento de Origem: EHS - Meio Ambiente, Saúde e Segurança	

Público-alvo: Todos empregados próprios e terceiros envolvidos nas atividades com Jateamento e Hidrojateamento na Mosaic.	
Permite autotreinamento: (x) Sim () Não	Necessita de treinamento na última revisão: () Sim (x) Não

Nota: O autotreinamento aplica-se aos colaboradores em cargos de nível superior e de liderança. Para procedimentos de EHS, é permitido autotreinamento somente quando estiver sinalizado no cabeçalho do documento; caso contrário, o treinamento deve ser ministrado pela equipe de EHS.

1. OBJETIVO

1.1 Estabelecer diretrizes mínimas de segurança e operação para execução de trabalhos de limpeza, preparação de superfícies, desobstrução de equipamentos e tubulações, através da utilização de hidrojateamento, jateamento de forma a garantir a integridade física dos empregados.

2. ESCOPO

2.1 Aplica-se a todas as unidades operacionais da Mosaic, incluindo empresas contratadas.

3. DEFINIÇÕES

Análise de Risco da Atividade (ARA): Ferramenta de avaliação prévia dos possíveis perigos e riscos existentes nas atividades.

Bico ou Ferramenta Rotativa: Dispositivo com uma ou mais aberturas por onde ocorre a descarga do sistema. O bico restringe a área de fluxo do fluido, acelerando a água para a velocidade requerida e gerando pressão no sistema, conforme a necessidade da aplicação particular. Combinações de furos para frente e para trás são muito utilizadas para a obtenção do empuxo necessário.

Bomba de Alta Pressão: Equipamento que transforma a energia mecânica em energia hidráulica, tem a finalidade de aumentar a pressão da água conforme a aplicação requerida. A bomba não "gera" pressão por si só, mas responde à pressão de entrada da água (da rede ou tanque), comprimindo-a ciclicamente em câmaras seladas para multiplicar sua força hidráulica, que é então liberada através de válvulas e mangueiras para os bicos de jato. Isso cria uma vazão controlada sob alta pressão, ajustável conforme a aplicação, sem depender de aditivos químicos. As bombas podem ser instaladas em local fixo ou em caminhões e estruturas moveis.

Força de Reação: A força de recuo no hidrojateamento é a força de reação gerada pelo jato de água ao sair do bico em alta velocidade. Essa força atua no sentido oposto ao fluxo do jato, empurrando a pistola, lança ou ferramenta contra o operador ou estrutura de fixação. Em termos físicos, é consequência direta do princípio da ação e reação (3ª Lei de Newton).

Força de reação – a FR de um jato linearmente dirigido para frente pode ser calculada pela equação:

a) $FR [kgf] = 0,024 \times Q \times \sqrt{P}$, onde:

b) Q = vazão em l/min;

c) P = pressão em bar;

d) Recomenda-se que a FR máxima suportada por um operador por qualquer período extenso de tempo seja no máximo igual a 25 kgf.

Hidrojateamento: Hidrojateamento é uma técnica de limpeza e desobstrução que usa jatos de água pressurizada para remover sujeira, resíduos e obstruções de superfícies e tubulações.

HidroJateamento com Lança: Aplicação onde uma combinação de mangueira, lança e bico, são inseridos e retirados do interior de um tubo ou de um recipiente em que necessite remover as incrustações.

HidroJateamento com Mangueira: Aplicação onde uma mangueira unida diretamente a um bico, ou uma mangueira conectada a um trecho de lança e um bico, são inseridos e retirada do interior de um tubo. É o sistema comumente usado para a limpeza de superfícies internas de tubulações ou de bueiros.

HidroJateamento com Pistola: Aplicação onde uma combinação de mangueira, pistola e bico podem ser manipulados em todos os planos de operação. A pistola atua como uma válvula de acionamento rápido, conectada a mangueira flexível na alimentação da pistola e a bicos rotativos ou retos na extremidade da lança da pistola. As pistolas são utilizadas para limpeza de superfícies, desobstruir tubulações e remover inscrustação.

HidroJateamento com Abrasivo: De acordo com a WaterJet Technology Association (WJTA), o jateamento com abrasivo (abrasive waterjetting / abrasive waterjet cutting) é o processo no qual um abrasivo é adicionado ao jato de água pressurizada para aumentar significativamente sua capacidade de corte ou remoção de material.

Nesse processo, a água de alta ou ultra-alta pressão acelera partículas abrasivas que passam a atuar como elemento cortante principal. Mas também pode existir o jato a seco, em que é utilizado ar comprimido para acelerar a partícula abrasiva (areia, granalha de aço, óxido de alumínio e etc.)

Hidrojatista: Profissional capacitado¹ e qualificado para executar serviços de hidrojateamento. O hidrojatista deve possuir conhecimento específico para realizar diversas tarefas com o uso de acessórios como pistola, bicos rotativos, mangueiras e dispositivos utilizados na aplicação de hidrojateamento. O hidrojatista também deve ter capacidade de seguir e atender os procedimentos de operação e segurança, requerido para cada atividade de hidrojateamento dentro das unidades da Mosaic.

Jatista: Profissional treinado e qualificado para executar serviços de jateamento com abrasivos. O jatista deve possuir conhecimento específico para realizar diversas tarefas com o uso de abrasivos e seus respectivos acessórios como pistola, bicos, mangueiras, vaso de pressão, e etc. O jatista também deve ter capacidade de seguir e atender os procedimentos de operação e segurança, requerido para cada atividade de jateamento seco ou úmido dentro das unidades da Mosaic.

Lança: Tubo rígido de metal, usado como extensão da mangueira até o bico.

Limpeza e/ou Corte com Água Alta Pressão: Corresponde ao uso de água à alta pressão, com ou sem adição de outros líquidos ou sólidos para remover materiais indesejáveis de várias superfícies.

Mangueira Montada: Mangueira com terminal acoplado de acordo com as especificações do fabricante.

Operador de Hidrojateamento (máquina): Profissional capacitado¹ e qualificado para realizar o planejamento das atividades de hidrojato, preparação dos equipamentos para cada aplicação de hidrojateamento e a operação do sistema de hidrojateamento (bomba). Possuir treinamento e capacidade de seguir procedimentos de operação e segurança, requerido para cada atividade de hidrojateamento dentro das unidades da Mosaic.

Permissão de Trabalho (PT): Documento escrito contendo conjunto de medidas de controle, visando ao desenvolvimento de trabalho seguro.

Sistema de Descarga ou Pressurização: Sistema ou dispositivo controlado e operado manualmente pelo operador, que ajusta a pressão de trabalho, a um nível que permite o fluxo da água pelo bico, alcançar a condição requerida para a operação do equipamento.

Vigia: poderá ser o próprio Operador de hidrojateamento ou, quando necessário um operador adicional designado para a função, desde que capacitado¹ e qualificado para executar serviços de hidrojateamento. O vigia deve monitorar continuamente a atividade, atuando também no sistema de segurança (pedal ou botoeira), mantendo atenção constante ao hidrojatista para identificar sinais de dificuldade, fadiga ou qualquer condição anormal. Deve ainda observar a área ao redor, identificando situações inseguras ou mudanças nas condições operacionais. Caso seja detectado qualquer risco, o vigia deve interromper a pressão imediatamente, restabelecendo a operação somente quando for seguro prosseguir.

¹A capacitação e qualificação deverá ser feita pelo fabricante ou representante do fabricante do equipamento (Alta e Ultra Alta Pressão) – conforme previsto no Item 6 – Treinamentos.

4. PAPÉIS E RESPONSABILIDADES

4.1 Gerente Geral

- Garantir os recursos necessários à implementação, cumprimento e monitoramento deste procedimento nas operações sob sua responsabilidade.

4.2 Gerente de área/Supervisores

- Garantir a implementação e assegurar o cumprimento deste procedimento.
- Aprovar Permissão de Trabalho para trabalho de Hidrojateamento e Jateamento, conforme Anexo 09 – Matriz de Liberação do PGS-MOS-EHS-003 – Ferramentas de Avaliação de Riscos.
- Garantir treinamento dos executantes da atividade e EPI's adequados.

4.3 Gestores de contratos

- Garantir a implementação e assegurar o cumprimento deste procedimento.
- Garantir treinamento dos executantes da atividade e EPI's adequados.
- Comissionar os veículos/equipamentos de hidrojateamentos de acordo com os requisitos de segurança deste procedimento.
- Contratar empresa especializada², com experiência comprovada na execução de serviços de hidrojateamento e jateamento.
- Realizar vistoria inicial (primeiro acesso) e vistorias periódicas do sistema de hidrojateamento, com frequência mínima trimestral – Anexo 1 e Anexo 5.

²Empresa especializada é aquela responsável pela execução do serviço, utilizando equipamentos apropriados e mão de obra devidamente qualificada, com o objetivo de assegurar a eficiência, a segurança e a preservação das estruturas, devendo cumprir integralmente o presente procedimento.

4.4 EHS Local

- Realizar inspeções nas atividades de jateamento e hidrojateamento.
- Auxiliar as gerência/gestores de contrato na verificação dos procedimento específicos apresentados pelas empresas contratadas.

4.5 Encarregado/Líder da Contratada

- Realizar a validação do check list (Anexo 1) após o preenchimento pelo executante da atividade.
- Garantir suporte aos executantes da atividade.
- Garantir treinamento dos executantes na técnica e forma segura de realizar as atividades.

4.6 Executante da atividade

- Seguir todos os controles definidos no Procedimento Operacional Segura (POS) e/ou Análise de Risco (ARA), Permissão de Trabalho (PT).
- Manter a área limpa e organizada (5s).
- Utilizar todos os EPIs e EPC's definidos para realização da atividade.
- Utilizar os equipamentos conforme treinamento e/ou orientação do fabricante/manual.
- Disponibilizar e manter atualizado no caminhão e/ou junto ao equipamento Sistema de Hidrojateamento, book com documentação/registros (check-list, certificados, plano de manutenção) do sistema de hidrojateamento fiscalizações.

5. REQUISITOS

5.1 Hidrojateamento

- 5.1.1 Hidrojateamento é o processo de remoção, corte, limpeza ou desobstrução de materiais por meio de jato de água de alta energia, normalmente sem ou com mínima adição de agentes químicos, utilizando bombas de alta pressão e bicos específicos.
- 5.1.2 O critério determinante para a caracterização do hidrojateamento não é apenas a utilização de água sob pressão, mas sim a aplicação de energia hidráulica suficiente para promover a remoção mecânica de material da superfície tratada.
- 5.1.3 Dessa forma, a lavagem de peças, pisos ou equipamentos com lavadora convencional não caracteriza, por si só, a atividade de hidrojateamento. A classificação da atividade e o nível de risco associado passam a ser distintos a partir de determinados patamares de pressão e energia hidráulica aplicados, os quais conferem potencial significativo de dano mecânico.
- 5.1.4 Ressalta-se que a vazão, isoladamente, não define o hidrojateamento, mas contribui para o potencial de dano quando associada à pressão de trabalho e às características do jato. De forma simplificada, o risco associado ao uso de jatos de água pode ser representado pela seguinte relação:
- 5.1.5 **Energia do jato = Pressão × Vazão × Tipo de bico**
- 5.1.6 Nesse contexto, diferentes combinações desses fatores resultam em distintos potenciais de risco, conforme exemplificado a seguir:

- a) Alta pressão associada à baixa vazão: maior risco de perfuração, corte ou danos localizados;
- b) Pressão média associada à alta vazão: risco de impacto mecânico, projeção de materiais e arraste;
- c) Baixa pressão associada à alta vazão: condição que, em geral, caracteriza atividades de lavagem convencional.

5.1.7 Em razão dessas características físicas, as normas técnicas e diretrizes de segurança adotam a pressão como o principal critério para a classificação e controle do hidrojateamento, considerando a vazão e o tipo de bico como fatores agravantes na avaliação do risco e na definição das medidas de controle aplicáveis.

5.1.8 Classes de Pressões em Serviços de Hidrojateamento:

Categoria	Pressão típica
Lavagem em pressão – Baixa Pressão	≤ 70 bar
Hidrojateamento - Média Pressão	> 70 até 275 bar
Hidrojateamento – Alta Pressão (HP)	> 275 até 1.378 bar
Hidrojateamento Ultra Alta Pressão (UHP)	> 1.378 bar até 6.894 bar

- 5.1.9 Atividades realizadas com pressão inferior a 70 bar são, de modo geral, caracterizadas como lavagem ou limpeza em pressão, podendo ser classificadas como hidrojateamento de baixa pressão, desde que não haja riscos adicionais associados ao uso de produtos químicos perigosos, à temperatura elevada da água ou à projeção de partículas e detritos.
- 5.1.10 Como diretriz complementar para a avaliação de risco, esses procedimentos passam a requerer controles adicionais quando o produto entre pressão e vazão ultrapassa o valor de 5.600 bar·L/min (considerando pressão em bar e vazão em litros por minuto). Nessas situações, ainda que a pressão de trabalho seja inferior a 70 bar, o elevado volume de água pode resultar em energia hidráulica significativa, gerando riscos associados à força de recuo do jato, à dificuldade de manuseio dos equipamentos e ao potencial de impacto mecânico.
- 5.1.11 Como exemplos práticos, destacam-se sistemas de limpeza de tanques industriais, peneiras e chuveiros industriais utilizados para a limpeza de rolos em processos da indústria, nos quais a pressão de operação é inferior a 70 bar, porém a vazão pode ultrapassar 150 litros por minuto, excedendo o limite de referência de 5.600 bar·L/min.
- 5.1.12 Também existem aplicações em que se utilizam pressões inferiores a 70 bar para a limpeza de tubulações com revestimento interno sensível ou tanques fabricados em materiais plásticos, nos quais o uso de altas pressões é tecnicamente inviável. Nessas situações, a utilização de vazões elevadas é necessária para alcançar o nível de limpeza desejado, o que resulta em aumento da energia hidráulica aplicada e, conseqüentemente, do potencial de risco.
- 5.1.13 Nessas duas condições acima, apesar da baixa pressão nominal, o risco operacional pode se assemelhar ao de atividades de hidrojateamento, exigindo a adoção de controles específicos, portanto aplica-se integralmente este procedimento.
- 5.1.14 Adicionalmente, há aplicações no setor de saneamento, como a lavagem de estruturas hidráulicas, canaletas, canais, grades, poços de visita e áreas operacionais de estações de tratamento de água e esgoto, que normalmente operam com pressões inferiores a 70 bar. Ainda que classificadas como atividades de baixa pressão, tais operações podem apresentar riscos relacionados a arraste de resíduos, projeção de material orgânico ou particulado, escorregamento, força de reação do jato e exposição a agentes biológicos, devendo ser avaliadas quanto às condições operacionais e ao uso adequado de equipamentos de proteção.
- 5.1.15 Outro exemplo comum refere-se à lavagem de veículos e equipamentos móveis, como caminhões, ônibus, máquinas pesadas e veículos de uso operacional, normalmente realizada com pressões abaixo de 70 bar. Embora caracterizadas como atividades de baixa pressão, esses serviços podem envolver riscos associados ao recuo do jato, à instabilidade do operador, à presença de partes móveis, à projeção de sujeira ou partículas e à utilização de produtos químicos de limpeza, exigindo cuidados específicos na análise de risco e na definição de medidas preventivas.
- 5.1.16 Este procedimento aplica-se a todas as classes de pressão (Baixa, Média, Alta e Ultra Alta Pressão). As exceções relacionadas à Permissão de Trabalho, aos EPIs específicos para hidrojateamento, à frequência de aplicação dos checklists e a outros requisitos específicos estão descritas ao longo deste documento e consolidadas no **Anexo 08 – Matriz de Aplicabilidade por Classe de Pressão**.

5.2 Sistema de Hidrojateamento

- 5.2.1 Um sistema de hidrojateamento é um conjunto integrado de equipamentos projetados para gerar, controlar e aplicar jatos de água pressurizada em pressão para limpeza, desobstrução e remoção de resíduos. Composto por bomba de alta pressão, motor, painel de controle, filtro, mangueiras, pistolas, lanças, bicos, válvulas, dispositivos de segurança e alívio.



Figura 01 – Sistema de Hidrojateamento – pode estar alocado em base fixa ou em caminhão

5.2.2 O caminhão combinado hidrojato (também chamado de hidrovácuo) é um equipamento versátil que une duas funções principais em um único veículo: o hidrojateamento de alta pressão para desobstrução e a sucção a vácuo para remoção de resíduos. Principais Características:

- Sistema Dual: Equipado com uma bomba de alta pressão (hidrojato) e uma bomba de sucção (vácuo de anel líquido ou lobular).
- Tanque Dividido: O reservatório costuma ser bipartido, com um compartimento para água limpa (usada no jato) e outro para detritos (armazenamento de sucção).
- Capacidade: Comum encontrar modelos com tanques totais de 10.000 a 15.000 litros.
- Pressão: As bombas de hidrojato podem atingir entre 100 e 500 bar, dependendo da aplicação.

5.2.3 Aplicações Comuns:

- Saneamento: Desobstrução de redes de esgoto e galerias de águas pluviais.
- Limpeza Urbana: Higienização de bocas de lobo, bueiros e poços de visita.
- Indústria: Limpeza de tanques, reatores, caldeiras e remoção de lama industrial.
- Emergências: Atendimento rápido em inundações ou grandes entupimentos em vias

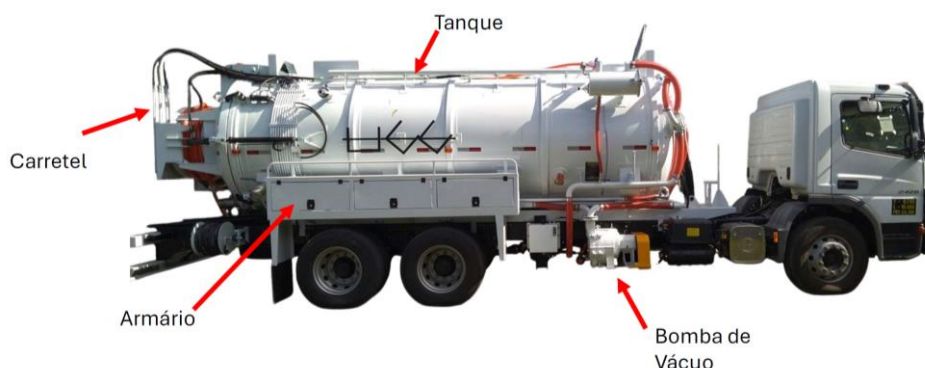


Figura 02 - Caminhão Combinado – Vista bomba de vácuo



Figura 03 - Caminhão Combinado – Vista bomba hidrojato.

- 5.2.4 A bomba de hidrojateamento deve estar equipada com manômetro para monitoramento da pressão de operação e com dispositivo de alívio de pressão, como válvula de alívio ou disco de ruptura, garantindo a proteção do sistema contra sobrepressão. O painel de controle deve estar localizado na cabine do caminhão, possibilitando o acionamento e acompanhamento seguro da operação.

5.3 Equipamentos

- 5.3.1 Sempre que for possível, é recomendado que a atividade de hidrojateamento seja feita de forma remota ou robotizada, de forma a eliminar/reduzir a exposição dos empregados ao risco.
- 5.3.2 Equipamentos e acessórios devem ser adquiridos de empresas especializadas em hidrojateamento/lavadoras em pressão, e serem aprovados e testados para uso sob as condições especificadas e definidas pelos fabricantes nos manuais de operação dos equipamentos.
- 5.3.3 Os componentes do sistema de hidrojateamento (mecânicos e elétricos), devem ser substituídos por materiais originais de acordo com o projeto do equipamento.
- 5.3.4 Para o caso de manutenção de acessórios como pistolas, mangueiras, pedais, lanças, dispositivos e bicos, o usuário deve manter a originalidade dos componentes que serão utilizados na do acessório, para garantir performance e a segurança operacional do produto.
- 5.3.5 Para os casos de substituição de acessório como pistolas, mangueiras, pedais e bicos por um novo, não existe a necessidade de adquirir o produto do fabricante do equipamento, no entanto o material deve ser compatível com o modelo original, respeitando as especificações técnicas do produto e/ou atender a normas de fabricação.
- 5.3.6 O sistema de hidrojateamento deve ser aterrado, de acordo com premissa da NR-10. Instalações que utilizam DR (Dispositivo Diferencial Residual) não precisam de aterramento para o funcionamento do DR em si, pois ele detecta desequilíbrios de corrente independentemente disso.
- 5.3.7 Porém, a NBR 5410 torna o aterramento elétrico obrigatório em todas as instalações de baixa tensão, independentemente do uso de DR. Nos casos em que esteja se utilizando de tomadas industriais para alimentar bombas de hidrojateamento de pequeno porte móveis ou hidrolavadoras, não existe a necessidade de fazer um aterramento específico pois o circuito em si já possui aterramento.
- 5.3.8 Equipamentos alimentados apenas por baterias de baixa tensão (12V/24V) geralmente não requerem aterramento à terra física para proteção contra choque, pois a tensão é baixa demais para romper a resistência do corpo humano.
- 5.3.9 Porém os equipamentos montados em caminhões com bombas, podem gerar energia eletrostática que podem causar faísca, gerando risco de explosão em locais onde existe classificação de área ou ainda nos momentos em que for feito o abastecimento do caminhão ou do motor diesel que aciona a bomba de hidrojateamento.
- 5.3.10 Segundo a NR10, item 10.9.3 “os processos ou equipamentos susceptíveis de gerar ou acumular eletricidade estática devem dispor de proteção específica e dispositivos de descarga elétrica”, por este motivo se faz necessário o aterramento temporário do caminhão durante a sua operação e abastecimento de combustível.
- 5.3.11 Quaisquer testes, novas operações e/ou equipamentos devem ser precedidos de planejamento e elaboração de MOC – Gerenciamento de Mudança.

5.4 Bomba

- 5.4.1 A bomba deve possuir uma ou mais placas de identificação contendo, no mínimo, as seguintes informações:
- produto e fabricante;

- modelo;
 - número de série e ano de fabricação;
 - valores máximos de pressão e vazão;
 - instruções resumidas de segurança recomendadas pelo fabricante.
- 5.4.2 A bomba deve ser instalada sobre uma base capaz de suportar suas cargas estáticas e dinâmicas, alinhada conforme especificações do fabricante e equipada com proteções contra esmagamento e partes móveis, em conformidade com a NR-12.
- 5.4.3 Se a bomba for em Caminhão ou Caminhão conjugado, deverá oferecer condições seguras de trabalho e atender todos os requisitos de segurança dos equipamentos móveis.
- 5.4.4 O sistema de hidrojateamento deve dispor de um comando para despressurização durante a operação (Sistema de Alívio de Pressão). Esse comando pode ser operado pelo responsável pela bomba ou, em determinados equipamentos, pelo próprio hidrojetista.
- 5.4.5 Além do comando de despressurização, o equipamento deve possuir um dispositivo de segurança mecânico capaz de aliviar a pressão em situações como:
- ajustes incorretos que resultem em pressão acima da requerida;
 - falhas mecânicas que elevem a pressão de trabalho além do limite permitido.
- 5.4.6 O dispositivo deve atuar de forma instantânea e possuir certificado de calibração dentro do período de validade.
- 5.4.7 Os dispositivos de alívio mais utilizados em sistemas de hidrojateamento são disco de ruptura e válvulas de alívio de pressão, especificados para operar quando a pressão alcançar 1,2 vezes a Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA) da bomba. Assim, ao atingir 20% acima da PMTA, o dispositivo deve atuar instantaneamente para reduzir a pressão do sistema.
- 5.4.8 Para casos em que o usuário deseje operar com a pressão abaixo, da pressão máxima de trabalho da bomba, é necessário realizar ajuste do setup do equipamento através da válvula reguladora de pressão. O sistema possui trava e não permite o aumento da pressão durante a operação. Este sistema deve ser ajustado a cada operação, sendo que no início das operações o equipamento deve entrar em operação sem pressão, de forma que o operador do equipamento eleve a pressão através da abertura da válvula reguladora de pressão pneumática, para os casos do atuador do equipamento ser pneumático.
- 5.4.9 Para casos de válvulas reguladoras que atuem com ajuste por mola, também existe uma trava que não permite a alteração de pressão. Abaixo segue imagens das válvulas reguladoras utilizadas nos equipamentos de hidrojato.
- 5.4.10 Funcionamento:
- a) Alimentar o sistema com ar comprimido, pela entrada.
 - b) Ajustar a pressão de entrada com 10 bar.
 - c) Acionar o pedal elétrico (amarelo), para permitir que o ar passe para a segundo estágio de regulagem.
 - d) Abrir a segunda válvula lentamente de forma que o ar siga para a válvula reguladora, e desta forma a pressão da bomba comece a subir.
 - e) Quando a pressão da bomba alcançar o ponto de trabalho requerido, o operador da bomba deve abaixar a canopla da válvula bloqueando o ajuste de forma inadvertida.

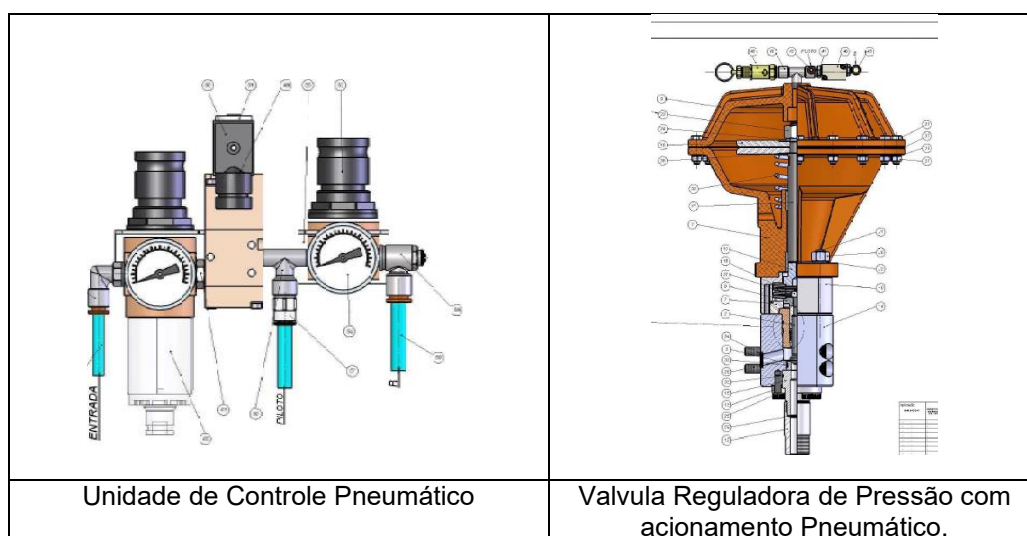


Figura 04 – Válvula reguladora de pressão e controle pneumático.

5.4.11 Funcionamento:

- Ajustar o parafuso acima da válvula, e após alcançar a pressão de trabalho, travar a contra porca abaixo do parafuso. Para o caso do uso de válvula similar as válvulas apresentadas do lado esquerdo. Após o uso despressurizar o sistema eliminando toda a pressão antes de iniciar os serviços.
- Ajustar a pressão através da canopla, elevando a pressão lentamente, após alcançar a pressão de trabalho, baixa a canopla para travar o sistema. Para os casos de válvula similar ao modelo do lado direito. Após o uso despressurizar o sistema eliminando toda a pressão antes de iniciar os serviços.

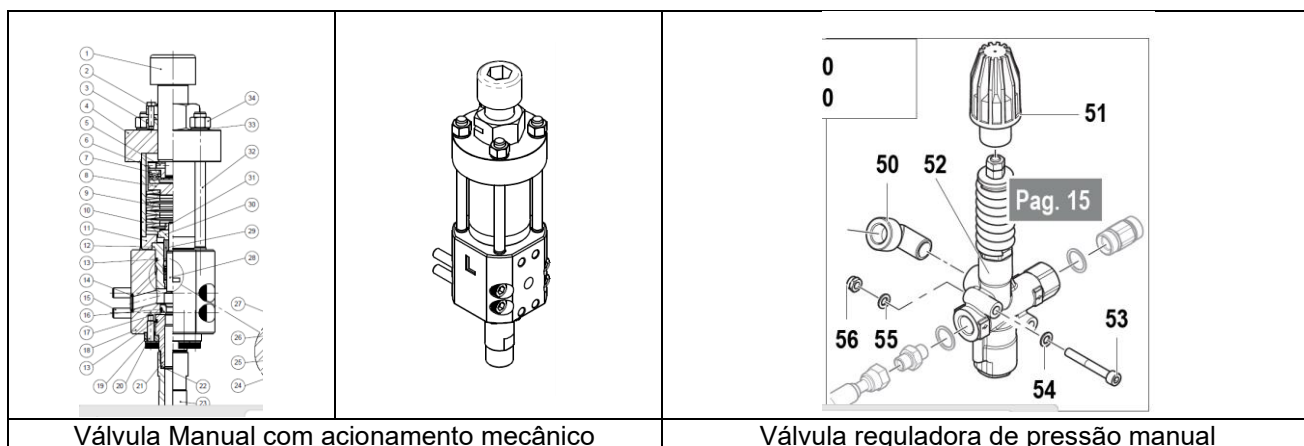


Figura 05 – Válvula reguladora de pressão sistema manual.

5.4.12 Requisitos Técnicos Essenciais

- Ajuste de abertura $\leq$ pressão máxima admissível do sistema (PMTA);
- Capacidade de descarregar 100% da vazão da bomba;
- Instalação preferencial próxima à descarga da bomba – câmara de descarga da bomba;
- Descarga direcionada para local seguro (tanque, retorno ou dreno protegido);
- Vedação compatível com água e possíveis contaminantes;
- Resistência à cavitação e pulsação;
- Proteção das partes móveis, pistões e demais.

5.4.13 Os sistemas de pressão devem possuir dispositivos de segurança dimensionados e mantidos conforme o código de projeto aplicável, seguindo princípios equivalentes aos de vasos e tubulações pressurizadas estabelecidos na NR-13.

5.4.14 Os sistemas de alívio e segurança em equipamentos de hidrojateamento de alta e ultra-alta pressão são críticos, considerando que operam com pressões extremamente elevadas. Os requisitos técnicos têm como referência as normas NR-34, NR-13, NR-12, NR-6, além de normas ASTM aplicáveis (como ASTM F1575) e boas práticas da WJTA.

5.5 Válvula de Controle de Pressão

5.5.1 A válvula reguladora de pressão tem função crítica na operação de bombas de hidrojateamento, pois é responsável por manter a pressão estável, evitar picos de pressão durante a operação, proteção do equipamento, proteção do operador e estabilidade do processo, além de permitir a pressurização do sistema de forma suave, conferindo ao processo de pressurização maior segurança.

5.5.2 Em caso de válvulas reguladoras de pressão com acionamento através de ar comprimido, se faz necessário o uso de monitoramento da pressão de ar por manômetros, válvula de alívio para proteção do sistema pneumático e válvula de ajuste da pressão de ar comprimido.

5.5.3 A válvula deve suportar a pressão máxima de trabalho admissível, pressão contínua e pulsação típicas em bombas de pistão.

5.5.4 A válvula deve possuir capacidade de vazão compatível com a bomba de hidrojateamento, de forma que possa fluir a corrente de água sem a pressurização do sistema por restrição de água ou estrangulamento. Durante o uso da válvula não pode ocorrer também o aquecimento excessivo da água ou dos componentes da válvula. Quando o operador aciona a válvula via pedal elétrico ou chave no painel a válvula deve liberar o fluxo para linha de alta pressão e quando desacionada, deve liberar o fluxo para linha de by pass despressurizando o sistema.

5.6 Painel de Controle

- 5.6.1 O painel do controle dos equipamentos de hidrojateamento deve atender as normas NR-10 - Segurança em Instalações Elétricas, NR-12 - Segurança em Máquinas e Equipamentos e NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão.
- 5.6.2 Os painéis devem possuir botão (liga/desliga), botão de emergência (tipo cogumelo), sinalização luminosa para condição de ligado, bomba em operação e falhas de funcionamento.
- 5.6.3 O equipamento deverá possuir um dispositivo de parada de emergência (válvula tipo Shut-Off – operado pelo vigia/operador de máquina), identificado e de fácil acionamento que além de cortar o fluxo de água, deve depressurizar o sistema. Este comando deverá estar interligado para a parada imediata da bomba.
- 5.6.4 Para caminhos combinados com acionamento por tomada de força (PTO), não se aplica a exigência de dispositivo de parada de emergência. Entretanto, o equipamento deve possuir mecanismo que possibilite a depressurização emergencial do sistema, não sendo considerada suficiente a utilização exclusiva de válvulas de alívio de pressão ou discos de ruptura. A implementação ou adequação desse mecanismo deverá ser precedida de elaboração de projeto e definição da respectiva responsabilidade técnica. Caso seja comprovada a inviabilidade técnica para instalação desses dispositivos, a pressão máxima de trabalho deverá ser limitada a 150 bar.
- 5.6.5 Os painéis devem possuir as seguintes proteções:
 - Disjuntor geral com capacidade de interrupção adequada;
 - Proteção contra curto-circuito;
 - Relé térmico (sobrecarga do motor);
 - Relé falta e inversão de fase;
 - Proteção contra subtensão/sobretensão;
 - DPS Dispositivo de Proteção de Segurança - (recomendado) para evitar surtos de tensão no equipamento;
 - Seccionamento visível e bloqueável.

5.7 Motor Elétrico

- 5.7.1 Os requisitos para o uso de motor elétrico em bomba de hidrojateamento são rigorosos porque o sistema opera com altas pressões, cargas mecânicas elevadas e funcionamento contínuo e intermitente.
- 5.7.2 A especificação do motor devem atender as normas NR-10 - Segurança em Instalações Elétricas), NR-12 - Segurança em Máquinas e Equipamentos, NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão e NBR 60529 - Máquinas Elétricas Rotativas.
- 5.7.3 Os motores devem possuir potência compatível com a bomba, fator de serviço adequado para aplicação, torque suficiente para acionamento da bomba com carga requerida.
- 5.7.4 Os motores devem possuir proteção contra sobrecarga, curto circuito, falta de inversão de fase, subtensão, sobretensão, fuga de corrente e desarme por superaquecimento.

5.8 Motor Diesel

- 5.8.1 Os requisitos técnicos para uso de motor diesel em unidades de hidrojateamento são rigorosos devido à operação em alta potência, regime contínuo, ambientes severos e risco elevado. O motor é a fonte primária de energia e deve garantir segurança, confiabilidade e conformidade normativa no Brasil.
- 5.8.2 Motores estacionários são considerados potenciais fontes de ignição (calor, faíscas). A NR-20 exige o controle dessas fontes próximos a locais com inflamáveis, tornando obrigatória a proteção contra incêndio nas proximidades.
- 5.8.3 Se o motor diesel estiver ligado a um tanque de combustível, a área de armazenamento e operação deve ter sinalização ("Proibido Fumar", "Inflamável") e extintores de incêndio instalados de forma visível e acessível.
- 5.8.4 Conforme NR-12, as partes girantes do equipamento devem possuir proteção contra esmagamento ou contato acidental, assim como as áreas quentes devem possuir isolamento térmico, para proteção de queimaduras ou contato com combustíveis que possam levar a incêndios ou explosões.

5.9 Filtro Bag

- 5.9.1 O sistema de água deve ser equipado com filtro para evitar que partículas obstruam os orifícios do bico e evitem desgaste precoce no equipamento, conforme a recomendação do manual do equipamento.
- 5.9.2 O filtro deve ser capaz de remover partículas de tamanho menor que o menor orifício do bico e, usualmente menores ainda para proteger a bomba. Recomenda-se a malha máxima de 50 micra para bombas que operam

na classe de alta pressão. Para as bombas que operam na condição de trabalho Ultra Alta Pressão, recomenda-se uso de filtros com malha de 1 micra, devido a forma construtiva do equipamento.

- 5.9.3 Os filtros bag devem possuir projeto específico para atender as pressões e vazões solicitadas em processo, e em caso de enquadramento NR-13 - Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanques Metálicos de Armazenamento deve possuir data book com prontuário de vaso de pressão, relatório de inspeção validado por profissional habilitado e placa de identificação contendo o nome do fabricante, número de identificação, ano de fabricação, PMTA – Pressão Máxima de Trabalho Admissível, TH – Teste Hidrostático e código de projeto e ano de edição.

5.10 Instrumentação

- 5.10.1 A instrumentação de uma bomba de hidrojateamento (hidrojato) no Brasil deve atender simultaneamente requisitos de segurança operacional, confiabilidade, proteção do equipamento e conformidade normativa, pois trata-se de sistema de altíssima pressão e risco elevado.
- 5.10.2 O sistema de hidrojateamento deve possuir monitoramento para pressão de trabalho, através de manômetros calibrados e certificados, e transmissores de pressão, o sistema deve possuir ainda monitoramento para da linha de ar comprimido quando aplicável e monitoramento da pressão e temperatura da água na linha de sucção. O equipamento deve possuir monitoramento da pressão e temperatura de óleo da caixa de engrenagem da bomba.
- 5.10.3 É recomendado que o sistema de hidrojateamento possua sistema de intertravamento/dispositivos automáticos (exemplo: desligamento automático da bomba em caso de rompimento de mangueira, desligamento da bomba em caso de fluido ou temperatura acima do especificado, desligamento da bomba em caso de pressão acima do especificado), para que em caso de falhas evitar avarias nos componentes que fazem parte do conjunto de hidrojateamento. O equipamento deve possuir lógicas de segurança que parem o equipamento, quando a pressão de trabalho exceder a pressão requerida de operação, assim como para condições de riscos operacionais como excesso de temperatura de óleo, temperatura de água, pressão baixa de água ou falta de água.
- 5.10.4 O Sistema deve ser equipado com um Manômetro que indique a pressão desejada. Ele deve ter uma escala que atinja pelo menos 50% acima da pressão máxima de trabalho do sistema.

5.11 Acessórios

- 5.11.1 Os acessórios de hidrojateamento são componentes críticos para a segurança e eficiência operacional. Eles conduzem energia hidráulica extremamente elevada e, por isso, devem atender a requisitos técnicos normativos, projeto e fabricação.
- 5.11.2 Todos os acessórios e equipamentos utilizados no Hidrojato devem seguir o padrão de fabricação, possuir as especificações originais do fabricante e certificado de fabricação, possuírem certificado de teste de conformidade do fabricante do produto e estarem dentro do período de validade.
- 5.11.3 Antes da definição dos acessórios a serem utilizados, deve ser realizada uma análise completa do local de trabalho, contemplando acessos, escadas, andaimes e demais condições existentes, a fim de garantir e, quando necessário, adequar a segurança do local para a execução da atividade.
- 5.11.4 Abaixo estão os requisitos técnicos essenciais, organizados por tipo de acessório:

a) Mangueira

- 5.11.4.1 As mangueiras utilizadas nos serviços de hidrojateamento, devem atender aos seguintes requisitos técnicos para o uso industrial:
- Pressão – A pressão máxima de operação da mangueira deve ser maior ou igual à pressão do sistema. Surto de pressão ou “picos” do sistema que excedam a pressão operacional máxima reduzirão a vida útil da mangueira e devem ser evitados.
 - Temperatura – As temperaturas ambiente do fluido não devem exceder a temperatura nominal do projeto das mangueiras/conexões. Tente direcionar a mangueira para longe de fontes de alta temperatura ou protegê-la.
 - Tamanho – Dimensionamento deve ser feito adequadamente para evitar danos e avarias nas mangueiras e conexões, a escolha do tamanho da mangueira não deve permitir turbulência excessiva ou acúmulo de calor, mantendo, ao mesmo tempo, o fluxo e a pressão adequados.
 - Compatibilidade dos fluidos – Não deve ser usado fluidos ou mistura de vários materiais incompatíveis com os materiais da mangueira.
 - Meio ambiente – Condições como ozônio, luz UV, produtos químicos agressivos, água salgada e outros contaminantes transportados pelo ar podem degradar a mangueira e encurtar sua vida útil.

- Comprimento – O comprimento da mangueira muda com a pressão podendo diminuir o seu comprimento em até 2%. Sendo necessário prever o dimensionamento correto, juntamente com o movimento do equipamento.
- Conexões adequadas – Siga sempre as especificações dos fabricantes e não misture componentes de fabricantes diferentes, para evitar riscos de falha de funcionamento.
- Cargas mecânicas – Condições como cargas de tração e laterais, vibração, flexão excessiva e torção reduzirão a vida útil da mangueira. Use conexões giratórias e adaptadores para evitar dobras* e torção da mangueira (Anexo 6). Teste a mangueira se a sua aplicação for potencialmente problemática ou incomum.
- Condutividade elétrica – Determine se a mangueira deve ser ou não condutiva, para evitar o fluxo de corrente elétrica ou condutiva, e assim poder dissipar a eletricidade estática. Escolha a mangueira e as conexões adequadas.

*As dobras não devem exceder o limite do raio de curvatura da mangueira.

- 5.11.4.2 A mangueira deve ter pressão mínima de ruptura de 2.5 vezes a pressão de trabalho. A mangueira deve receber gravação com o símbolo do fabricante, número de serie, máxima pressão de operação e pressão de ruptura.
- 5.11.4.3 As mangueiras de hidrojateamento devem ser submetidas a testes hidrostáticos com pressão de testes de 1.5 vezes a máxima pressão de trabalho requerida, sendo que o certificado de testes devem estar válidos.
- 5.11.4.4 As mangueiras utilizadas no serviço de hidrojateamento em Alta Pressão e Ultra Alta Pressão devem serem dotadas de revestimento em malha de aço e fabricadas conforme a norma EN 1829-2 (Safety Requirements for High Pressure). Para operações em Média e Baixa Pressão, devem ser observadas as recomendações do fabricante.

b) Pistola

- 5.11.4.5 As atividades de hidrojateamento devem ser realizadas com o uso de pistola, uma vez que esse dispositivo proporciona maior controle do jato, melhor ergonomia ao operador e resposta mais rápida em situações de anormalidade, por meio do acionamento direto do gatilho.
- 5.11.4.6 As pistolas utilizadas nos serviços de hidrojateamento em Alta Pressão e Ultra Alta Pressão, devem ser do tipo fluxo aberto. Para operações em Média e Baixa Pressão, devem ser observadas as recomendações do fabricante, sendo recomendado, sempre que tecnicamente viável, a utilização de pistolas do tipo fluxo aberto.
- 5.11.4.7 A pistola deve possuir pressão máxima de trabalho admissível 2.5 vezes a pressão de operação, conforme previsto na ASTM 1575.
- 5.11.4.8 A pistola de média, alta e ultra alta pressão, devem possuir no mínimo o comprimento de 1,2 metros entre o bico da lança e o gatilho, sendo que em casos de pistolas de duplo gatilho deve se adotar como referencia a distancia entre o bico da pistola e o primeiro gatilho.



Figura 06 – Pistola duplo gatilho – comprimento lança.

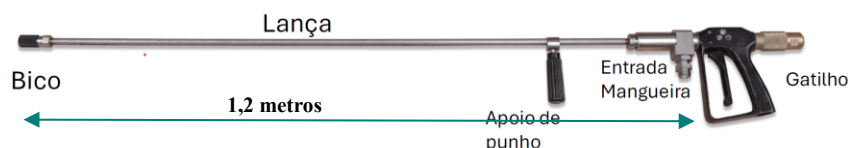


Figura 07 – Pistola gatilho único – 1,20 metros.

- 5.11.4.9 Para os serviços com pistolas a força de recuo não deve ultrapassar 150N para pistolas sem apoio de ombro e 250N para pistolas com apoio de ombro. Força de Recuo detalhada no item 3 – Definições.
- 5.11.4.10 Para atividades em Alta Pressão, recomenda-se apoio de ombro para pistolas (localizado no ombro do operador).
- 5.11.4.11 As atividades com pistolas devem possuir protetor de mangueiras para evitar riscos de acidentes por vazamento de água, e também devem ser utilizados laços de segurança ou malha de segurança para evitar o chicoteamento em caso de falha da mangueira.

- 5.11.4.12 As pistolas devem possuir certificados de conformidade do fabricante dentro do período de validade, e devem sempre possuir placa de identificação com modelo, dados de operação e número de série para rastreamento do produto.
- 5.11.4.13 O dispositivo de segurança (trava) da pistola deve ser acionado quando da interrupção do trabalho, sobretudo durante a mudança de nível ou compartimento.
- 5.11.4.14 É proibido o travamento ou amarração do gatilho da pistola do equipamento.

c) Válvula de Pé ou Pedal

- 5.11.4.15 A válvula deve possuir pressão máxima de trabalho admissível 2.5 vezes a pressão de operação (pressão de projeto), conforme previsto na ASTM 1575. A válvula deve possuir placa de identificação com modelo, nome do fabricante, classe de pressão de trabalho, número de série para rastreamento do produto.
- 5.11.4.16 A válvula de pé deve ser utilizada em com os laços de segurança ou malha de segurança para evitar o risco de chicoteamento em caso de falha da mangueira, sendo necessário ainda o uso da capa de proteção da mangueira para mitigar riscos de acidente em caso de vazamentos em mangueira ou conexão.
- 5.11.4.17 O vigia/operador de hidrojateamento não deverá operar pedal hidráulico. Para fins de segurança, o vigia deve dispor exclusivamente de um dispositivo elétrico de emergência, como pedal elétrico ou botão de emergência, capaz de despressurizar imediatamente a bomba em caso de situação anormal ou emergência.
- 5.11.4.18 A utilização conjunta de pistola com válvula de pé (pedal hidráulico) não é recomendada, uma vez que exige do operador o acionamento simultâneo do gatilho manual e do pedal, aumentando o esforço físico, a fadiga e o risco de perda de controle do equipamento. O vigia deverá contar com pedal elétrico ou botão de emergência independente.

d) Bicos Rotativos

- 5.11.4.19 Os bicos rotativos devem ser projetados com pressão máxima de trabalho admissível 2.5 vezes a pressão de operação (pressão de projeto), conforme previsto na ASTM 1575 e pela WJTA. Os bicos devem possuir gravação com indicação da pressão de trabalho, e número de rastreamento do produto.
- 5.11.4.20 Para os caso de serviços em tubulações com diâmetros superiores a ferramenta (bico) poderá retornar rapidamente em direção ao operador, sendo assim recomendamos a utilização de prolongador com o comprimento igual a 150% do diâmetro($1,5 \times \varnothing$) do tubo a ser limpo para evitar tal possibilidade, como mostra a figura abaixo:

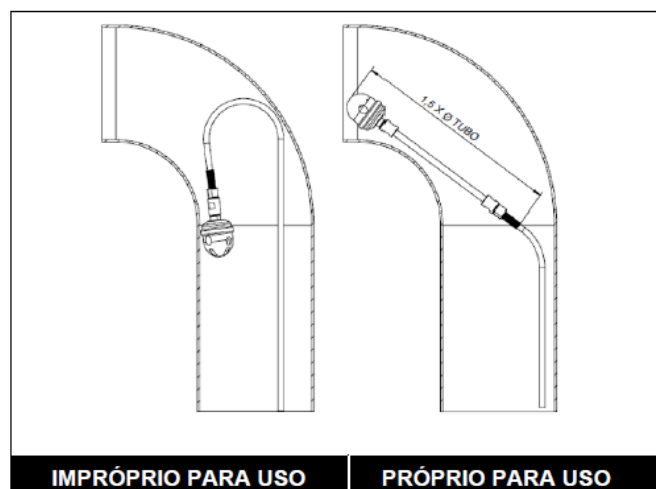


Figura 08. Utilização de prolongador para diâmetro superior 150% a ferramenta (bico).

- 5.11.4.21 Para tubulações com diâmetro inferiores a 150%, as mangueiras com bicos, para desobstrução de linhas ou tubos, devem ser marcadas a 2 (dois) metros do bico, para verificar a profundidade do mesmo, a fim de garantir a segurança quando da saída do bico do sistema, a marcação não pode diminuir a resistência mecânica da mangueira.

5.12 Medidas de Emergência

- 5.12.1 As medidas de emergência devem estabelecer ações imediatas para proteger os trabalhadores, as instalações e o meio ambiente diante de qualquer situação anormal identificada durante a operação.
- 5.12.2 Interrupção Imediata da Operação - A atividade deve ser imediatamente paralisada quando ocorrer qualquer uma das situações abaixo:
- Rompimento ou deslocamento de mangueira;
 - Falha no sistema de controle, incluindo sistema tipo "homem- morto";

- Vazamentos significativos;
 - Perda de visibilidade ou ventilação insuficiente;
 - Presença de pessoas não autorizadas na área isolada;
 - Condições climáticas adversas (para operações externas);
 - Qualquer condição insegura identificada pelo operador ou pela equipe.
- 5.12.3 Despressurização Segura do Sistema - Após a parada da operação:
1. Fechar a alimentação do equipamento (ar, água ou fonte motriz conforme o sistema);
 2. Acionar o dispositivo de alívio de pressão;
 3. Garantir pressão zero antes de qualquer intervenção;
 4. Nunca desconectar mangueiras ou acessórios com o sistema pressurizado.
- 5.12.4 Atendimento em Caso de Acidentes Pessoais - Em caso de lesão ou incidente:
- Interromper imediatamente o hidrojateamento;
 - Garantir a segurança da área e isolar o equipamento
 - Acionar a equipe de emergência e/ou primeiros socorros
 - Notificar a supervisão e o setor de Segurança do Trabalho
 - Registrar o incidente conforme procedimento interno aplicável
- 5.12.5 A equipe deverá ter cartão de emergência individualmente - Anexo 3.

5.13 Manutenção dos Equipamentos

- 5.13.1 A Bomba deve receber manutenção de acordo com as instruções do fabricante. Deverá incluir a verificação dos seguintes itens:
- Unidade de acionamento - óleo lubrificante, água, fluido hidráulico e nível de combustível;
 - Unidade de bombeio - óleo lubrificante e nível de óleo das engrenagens;
 - Carretel hidráulico - óleo lubrificante e nível dos fluidos;
 - Condições das proteções do sistema de pressão (válvulas) e de partes girantes;
 - Verificar se existem vazamento da linha de descarga;
 - Verificar se o sistema possui pulsação elevada, que possa comprometer a operação do equipamento;
 - Verificar se todos os dispositivos de segurança estão funcionais;
 - Verificar se manutenção esta de acordo com o plano de manutenção indicado pelo fabricante.
- 5.13.2 Os filtros de linha devem ser verificados em intervalos regulares, dependendo das condições do suprimento de água e de acordo com as recomendações do fabricante da bomba.
- 5.13.3 Serviços de manutenção e reparo devem ser efetuados apenas por profissionais qualificados para executar o serviço. Deverá verificar seu correto funcionamento, nos intervalos recomendados pelo fabricante:
- Válvula de Segurança;
 - Discos Ruptura, se utilizados;
 - Válvula Reguladora de Pressão;
 - Válvulas de Fluxo Aberto, operadas manualmente (pistola) ou Válvula de Pé;
 - Válvula Divisora de Fluxo.
- 5.13.4 Caminhão conjugado com bomba de hidrojateamento, deverão ter plano de manutenção com rastreabilidade dos componentes, preservando a integridade física e de segurança: Mangueiras, pistolas, bombas, onde poderão ser rastreados em inspeções futuras.
- 5.13.5 Os sistemas de hidrojateamento são constituídos por diversos equipamentos e acessórios que, quando integrados, formam um conjunto operacional destinado a uma finalidade específica. Por esse motivo, a manutenção de cada componente deve seguir rigorosamente as orientações fornecidas no manual do fabricante de cada equipamento que compõe o sistema.
- 5.13.6 Os pontos listados anteriormente representam requisitos mínimos e não substituem as instruções de manutenção estabelecidas pelos fabricantes dos equipamentos periféricos utilizados no sistema de hidrojateamento.
- 5.13.7 Deve ser desenvolvido e implementado um programa de manutenção contendo tarefas, critérios, responsáveis e periodicidades claramente definidos. Esse programa deve incluir registros formais de todas as manutenções realizadas, para garantir rastreabilidade, conformidade normativa e controle de integridade do sistema.

5.13.8 O programa deve contemplar, no mínimo, as recomendações dos fabricantes para todos os equipamentos e acessórios que compõem o sistema, tais como:

- bomba de alta pressão;
- filtros de linha;
- mangueiras;
- bicos;
- pistolas e lanças;
- válvulas de alívio e de bloqueio;
- conexões, engates e adaptadores;
- demais componentes mecânicos, hidráulicos e de segurança.

5.14 Inspeção do Sistema de Hidrojateamento

- 5.14.1 Antes de iniciar a operação na empresa pela primeira vez, os equipamentos de hidrojateamento devem passar por uma inspeção de primeiro acesso e inspeções periódicas trimestrais – conforme Anexo 2 – a serem realizadas pelo Gestor/Fiscal do contrato.
- 5.14.2 Para atividades em Média, Alta e Ultra Alta Pressão os equipamentos de hidrojateamento devem ser inspecionados diariamente pelos operadores, antes do início da atividade, para garantir que estão em condições de realizar as atividades previstas atendendo a performance desejada e segurança operacional – preenchimento do **Anexo 01** e mensalmente conforme Anexo 07.
- 5.14.3 Atividades em Baixa Pressão devem ser inspecionadas mensalmente, conforme Anexo 07.
- 5.14.4 Com base nestas premissas os executantes da atividade devem fazer uma avaliação do equipamento, acessórios, e a área em que será realizada as atividades.
- 5.14.5 O preenchimento do Anexo 1 deve ser realizado atentamente, considerando que pequenas avarias podem evoluir para falhas irreversíveis durante a operação.
- 5.14.6 Não é permitido operar o sistema de hidrojateamento quando forem identificadas falhas durante o processo de inspeção/verificação. Caso qualquer anomalia seja detectada, os trabalhos não devem ser iniciados até que o equipamento seja reparado e considerado seguro para uso.

5.15 JATEAMENTO texto em desenvolvimento.

5.16 Procedimento (Jateamento e hidrojateamento)

- 5.16.1 Pessoas com conhecimento do equipamento a ser limpo, ou do material a ser cortado, ambiente de trabalho (local de realização da atividade), devem reunir com os executantes da atividade, e realizar uma avaliação de riscos conforme PGS-MOS-EHS-003 – Ferramentas de Avaliação de Riscos, avaliando os possíveis riscos da área, aspectos e impactos ambientais, padrões de segurança e procedimentos de emergência.
- 5.16.2 A Permissão de Trabalho (PT) deve ser emitida em conformidade com a atividade a ser desenvolvida para atividades em alta pressão, ou seja, maior que 70 bar. O executante do serviço deverá preencher o Anexo 01 - Check list - Atividades com jateamento e hidrojateamento a fim de contemplar que todas as ações necessárias para a execução da atividade foram tomadas. O Check List deve ser validado pelo encarregado da contratada e verificado pelo emitente da PT.
- 5.16.3 Quando possível, é recomendado que componentes a serem jateados/hidrojateados sejam removidos das áreas operacionais para áreas específicas e liberadas para realização de atividades de hidrojateamento/jateamento.
- 5.16.4 O sistema de hidrojato somente poderá ser pressurizado após autorização do hidrojatista. Antes do início da operação de jateamento/hidrojateamento, os membros da equipe, deve garantir e manter o contato visual entre operadores e jatista/hidrojatista, ou empregar um observador imediato, quando necessário.
- 5.16.5 Locais onde o trabalho não permitir comunicação verbal direta – espaço confinado e espaço restrito, é obrigatório adotar uma forma de comunicação, a utilização de sinais ou rádios de comunicação (operador de hidrojato e hidrojatista). Durante a execução da atividade o local deve ser monitorado e observado se apresentar as características de espaço confinado ou restrito.
- 5.16.6 Os limites da área onde ocorrerão os trabalhos de hidrojateamento deverão ser definidos e a equipe deverá demarcar e isolar estes limites através de barreiras e avisos para impedir o acesso a outras pessoas. As barreiras deverão ter placas de avisos de perigo, “PERIGO – MANTENHA DISTÂNCIA. HIDROJATO A ALTA PRESSÃO EM OPERAÇÃO” – Anexo 04. Nesta avaliação, deve ser analisado os pisos inferiores e superiores, assim como atividades realizadas simultaneamente em relação ao local de realização da atividade de jateamento/hidrojateamento.

- 5.16.7 O encarregado deve informar a todas as pessoas que desejarem ingressar na área, que está em execução do serviço de hidrojateamento. Essas pessoas devem aguardar até que o jateamento/hidrojateamento pare e que a sua presença seja percebida pelos executantes. Pessoas desejando que o jateamento/hidrojateamento pare, devem aproximar-se do operador de hidrojato (operador da máquina). O jatista/hidrojatista não deve ter sua atenção distraída, até que o paralise a atividade.
- 5.16.8 A área na qual o trabalho será executado deverá ser mantida livre de peças e outros materiais que possam causar riscos de quedas, escorregões, tropeços e impactos. Os serviços de jateamento e hidrojateamento devem ser realizados em plataformas de trabalho liberadas, conforme procedimento PGS-MOS-EHS-302 - Trabalho em Altura.
- 5.16.9 Ao pressurizar o sistema, a pressão deve ser aumentada vagarosamente no sistema, enquanto seus componentes são inspecionados para a verificação de vazamentos ou defeitos, conforme descritos no item 5.14 - Inspeção do Sistema de Hidrojateamento – Anexo 01.
- 5.16.10 Todos os vazamentos ou defeitos deverão ser reparados ou as peças trocadas antes de iniciar a atividade. Não é permitido operar o sistema de hidrojateamento quando forem identificadas falhas durante o processo de teste/verificação. Caso qualquer anomalia seja detectada, os trabalhos não devem ser iniciados até que o equipamento seja reparado e considerado seguro para uso.
- 5.16.11 As operações de hidrojateamento devem ter pelo menos 02 operadores (Operador de Hidrojateamento/vigia e Hidrojatista/Jatista), de acordo com o equipamento usado e a natureza do serviço, estes devem trabalhar em equipe, com um dos membros como vigia (observador). O hidrojatista/jatista deve assumir o principal papel, enquanto o hidrojateamento estiver em andamento.
- Hidrojatista/Jatista sua tarefa é direcionar o jato/hidrojato.
 - Operador do hidrojato/vigia – deve atender à bomba, manter atenta observação do hidrojatista/jatista quanto a sinais de dificuldades ou fadiga, observar a área circundante quanto a pessoas intrusas e/ou situações inseguras e atentar-se a comunicação visual. Se necessário, o operador deverá desligar a pressão até que seja seguro continuar. Deve-se tomar cuidado para desligar a pressão rapidamente, se o hidrojatista/jatista vier a escorregar ou cair.
 - Operadores Adicionais – mais operadores são necessários nas seguintes circunstâncias:
 - para auxiliar o hidrojatista/jatista no manuseio da lança, caso ela seja muito longa ou pesada – hidrojatista adicional;



Figura 09 – Operador adicional para auxiliar hidrojatista com manuseio da lança.

- b) para providenciar comunicação se o hidrojatista estiver fora do alcance da visão do operador de hidrojateamento – distância máxima 6 metros – vigia adicional. Exemplo: em espaço confinado, espaço restrito, sobrepiso, distância mangueira.

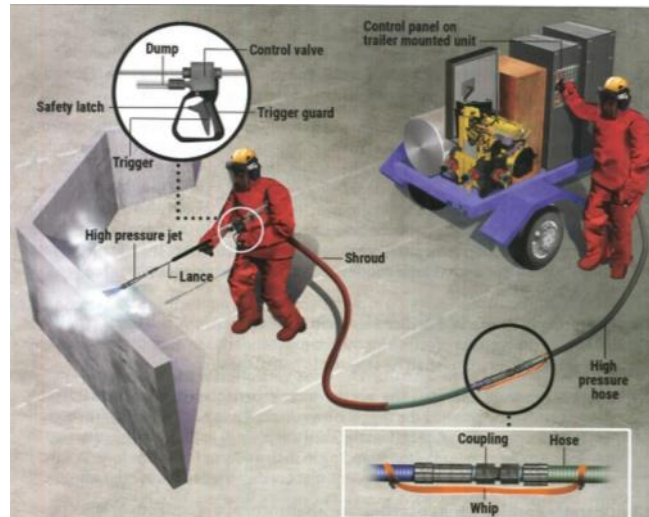


Figura 10 – Distanciamento Hidrojetista e Operador (Vigia).

- 5.16.12 Todas as operações de hidrojateamento deverão ser orientadas e fiscalizadas por supervisor da área executante ou designado pelo supervisor, no caso de prestadores de serviço, a responsabilidade é do requisitante do serviço, todos estes deverão ter conhecimento mínimo da atividade de hidrojateamento e sua aplicação na área executante e deverão serem treinados neste procedimento.
- 5.16.13 A equipe deverá realizar revezamento das funções durante qualquer trabalho, para minimizar a fadiga do operador que manipula a lança ou pistola.
- 5.16.14 A atividade de hidrojateamento de alta pressão e ultra alta pressão (acima 275 bar) devem ser realizadas em tempo contínuo de até uma hora; com intervalos de igual período, em jornada de trabalho máxima de oito horas.
- 5.16.15 Em ambiente confinado, entrar com a bomba desligada (sistema despressurizado), cumprindo com os padrões de segurança estabelecidos em PGS-MOS-EHS-305 - Trabalho em Espaço Confinado. Em serviço de hidrojateamento deve ser utilizada iluminação estanque alimentada por extra baixa tensão.
- 5.16.16 Em caso de contratação de serviços, a empresa contratada deverá possuir procedimento(s) de operação específicos para cada equipamento baseado no manual do fabricante, que contemple todas as etapas de montagem, pré-operação, operação e ações em caso de emergência.
- 5.16.17 Deverá ser avaliado o Anexo 02 - Diretrizes por tipo de operação durante o planejamento das atividades, anterior as operações.
- 5.16.18 As peças a serem jateadas devem ser fixadas para evitar a sua movimentação indevida. Não é permitido jatear/hidrojatear rolamentos montados, devido ao risco de projeção das peças internas no rolamento.
- 5.16.19 Todo o sistema deve ser despressurizado/bloqueado quando o equipamento estiver fora de uso, em manutenção ou limpeza.

5.17 Equipamentos de Proteção

5.17.1 Equipamento de Proteção Individual

- 5.17.1.1 Devem ser definidos e especificados os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários para todos os trabalhadores envolvidos nas atividades de jateamento e hidrojateamento (média, alta e ultra alta pressão), garantindo proteção adequada para cabeça, pescoço, olhos/face, tronco, membros superiores e inferiores, vias respiratórias e audição, conforme avaliação de riscos.
- 5.17.1.2 Os trabalhadores envolvidos na atividade devem estar devidamente protegidos contra todos os riscos inerentes às atividades, especialmente os riscos mecânicos decorrentes da pressão, impacto de partículas, projeção de fragmentos, movimentação de mangueiras e operação de pistolas e bicos de jateamento e hidrojateamento.
- 5.17.1.3 Para evitar e/ou minimizar o risco em caso de acidente, abaixo listamos os EPI's básicos obrigatórios para o Hidrojetista:
 - A. Alta e Ultra Alta Pressão (> 275 bar) - hidrojetista:
 - Proteção para o corpo: Traje de segurança com revestimento adequado a pressão de trabalho.
 - Proteção para cabeça: Capacete e balaclava - A balaclava poderá ser substituída por jaqueta com capuz.
 - Proteção para os olhos: Óculos de segurança com ampla visão.
 - Proteção para face: Protetor facial
 - Proteção para as mãos: Luvas de segurança – aramida/Kevlar

- Proteção para os pés: Bota de segurança para serviços de hidrojateamento ou bota de segurança com capa de proteção para hidrojateamento.
- Proteção auditiva: Protetor auricular com abafador.

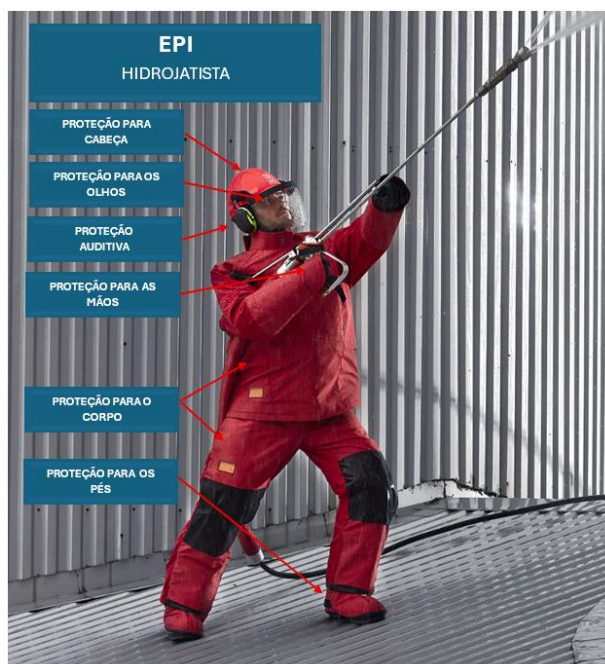


Figura 11 – EPI's – Equipamento de Proteção Individual para Hidrojatista.

B. Média Pressão (> 70 até 275 bar) - hidrojatista:

- Proteção para o corpo: Traje de segurança contra umidade/água/produto químico, a depender do risco.
- Proteção para cabeça: Capacete.
- Proteção para os olhos: Óculos de segurança.
- Proteção para face: Protetor facial
- Proteção para as mãos: Luvas de segurança, a depender do risco.
- Proteção para os pés: Bota de segurança para serviços de hidrojateamento ou bota de segurança com capa de proteção para hidrojateamento, a depender do risco.
- Proteção auditiva: Protetor auricular com abafador.

NOTA: Para baixa pressão os EPI's deverão ser definidos com base na avaliação de riscos da área operacional e atividade executada.

5.17.2 Equipamento de Proteção Coletiva

5.17.2.1 Os equipamentos de proteção coletiva são importante para o operação de hidrojateamento, pois ajudam a criar uma rotina de trabalho segura e a mitigar riscos de falhas operacionais que possam levar a incidentes e acidentes.

5.17.2.2 Os serviços com o uso de pistolas e válvula de pé devem ser utilizados proteções de mangueira para evitar o risco do jato de água alcance o hidrojatista em falha com vazamento. Nos serviços de hidrojateamento devem ser usados os EPC's laços de segurança e malha de aço para evitar o chicoteamento da mangueira em caso de rompimento.

5.17.2.3 Deve ser realizado o isolamento da área em que irá ser realizado o serviço de hidrojateamento ou jateamento, com o uso de EPC's barreira de segurança e placa de advertência.

5.17.2.4 Os sistema que são pressurizados no equipamento de hidrojato devem possuir sistema de alívio de pressão com válvulas de alívio ou disco de ruptura. Os equipamentos de jateamento e hidrojateamento devem possuir sistema de desligamento através de botões de emergência que despressurizam o sistema e desligam.

5.17.2.5 É recomendado que o sistema de hidrojateamento possua sistema de intertravamento/dispositivos automáticos (exemplo: desligamento automático da bomba em caso de rompimento de mangueira, desligamento da bomba em caso de fluido ou temperatura acima do especificado, desligamento da bomba em caso de pressão acima do especificado), para que em caso de falhas evitar avarias nos componentes que fazem parte do conjunto de hidrojateamento. O equipamento deve possuir lógicas de segurança que parem

o equipamento, quando a pressão de trabalho exceder a pressão requerida de operação, assim como para condições de riscos operacionais como excesso de temperatura de óleo, temperatura de água, pressão baixa de água ou falta de água.

5.18 Controle Ambiental

- 5.18.1 Em alguns Estados, a atividade de jateamento é passível de licenciamento ambiental. A equipe de Meio Ambiente de cada unidade deverá avaliar e garantir o cumprimento legal, quando aplicável.
- 5.18.2 Todas as atividades de jateamento e hidrojateamento devem garantir a proteção do solo e da água subterrânea. Deve ser mantido sistema de drenagem para retirar a água liberada durante o hidrojateamento.
- 5.18.3 O efluente gerado deve ser:
 - Direcionado para a drenagem existente na unidade, em local previamente avaliado e liberado pelo responsável da área; ou
 - Contido e drenado para destinação adequada, conforme diretrizes do procedimento de destinação de resíduos local.
- 5.18.4 Projeções de efluentes e resíduos devem ser contidas e gerenciadas conforme os critérios mencionados acima.
- 5.18.5 É obrigatório realizar análise de riscos, considerando o cenário ambiental. Em caso de dúvidas, envolver a área de Meio Ambiente local para avaliação.
- 5.18.6 Caso a peça a ser jateada/hidrojateada esteja contaminada com produto ou resíduo perigoso, materiais corrosivos ou tóxicos, os controles devem garantir a segurança ambiental e a segurança das pessoas envolvidas, inclusive avaliar os EPI's dos executantes.
- 5.18.7 Os resíduos gerados devem ser gerenciados conforme sua classificação, seguindo as diretrizes do procedimento de Gestão de Resíduos da Unidade.

6. TREINAMENTO

6.1 Geral

- 6.1.1 Todos os empregados, próprios ou contratados, que executem, monitorem ou supervisionem atividades de hidrojateamento devem ser treinados neste procedimento.
- 6.1.2 Adicionalmente, todos os empregados, próprios ou contratados, que executem diretamente as atividades em Alta e Ultra Alta Pressão, devem ser treinados no procedimento operacional específico do Sistema de Hidrojateamento utilizado em sua empresa.
- 6.1.3 Deve ser estabelecida e mantida uma sistemática formal para assegurar, registrar e rastrear que todos os empregados envolvidos nas atividades de hidrojateamento estejam adequadamente treinados, reciclados e certificados, conforme os requisitos aplicáveis.

6.2 Treinamento Alta e Ultra Alta Pressão (> 275 bar):

- 6.2.1 Empregados próprios e contratados designados para a execução de atividades de hidrojateamento em **Alta e/ou Ultra Alta Pressão** devem obrigatoriamente ser treinados e capacitados pelo fabricante do equipamento ou por representante oficialmente autorizado pelo fabricante, atendendo ao conteúdo mínimo previsto no Guia de Capacitação Mosaic.
- 6.2.2 A reciclagem do treinamento deverá ser realizada com periodicidade anual (a cada 1 ano). A reciclagem poderá ser ministrada por empregados da própria empresa, desde que esses profissionais comprovem experiência mínima de 3 (três) anos na atividade de hidrojateamento e possuam capacitação compatível.
- 6.2.3 Empregados próprios com experiência superior a 3 (três) anos em atividades de hidrojateamento poderão realizar autotreinamento, desde que não haja disponibilidade de um profissional com maior experiência para conduzir a capacitação. Sempre que possível, o treinamento ministrado por profissional mais experiente deverá ser priorizado em relação ao autotreinamento.

6.3 Treinamento Média Pressão (> 70 até 275 bar)

- 6.3.1 Empregados próprios e contratados designados para a execução de atividades de hidrojateamento em **Média Pressão** devem obrigatoriamente ser treinados e capacitados pelo fabricante/representante autorizado pelo fabricante ou por profissionais com experiência mínima de 3 (três) anos na atividade de hidrojateamento, atendendo ao conteúdo mínimo previsto no Guia de Capacitação Mosaic.

6.3.2 A reciclagem do treinamento é opcional, porém deverá ser realizada sempre que houver modificações significativas na operação da máquina/equipamento ou troca de métodos/processos que impliquem em novos riscos, conforme previsto na NR-12.

6.4 Treinamento Baixa Pressão (≤ 70 bar)

6.4.1 Empregados próprios e contratados designados para a execução de atividades de hidrojateamento/lavagem em pressão (**Baixa Pressão**), devem ser treinados/orientados sobre operação segura da lavadora – conforme manual do fabricante, EPI's quando necessário.

6.4.2 A reciclagem do treinamento é opcional, porém deverá ser realizada sempre que houver modificações significativas na operação da máquina/equipamento ou troca de métodos/processos que impliquem em novos riscos, conforme previsto na NR-12.

7. REFERÊNCIAS

66574270_Programa Global MOC - Mudança de Processo

PGS-MOS-EHS-003 – Ferramentas de Avaliação de Riscos

PGS-MOS-EHS-001 – Gerenciamento de Riscos de EHS

PGS-MOS-EHS-207 – Gestão dos Equipamentos de Proteção Individual e Uniformes.

PGS-MOS-EHS-305 – Trabalho em Espaço confinado

PGS-MOS-EHS-303 – Bloqueio e etiquetagem

NR-12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

NR-13 Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanques Metálicos.

NR-10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade

NR-34: Condição e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval.

Orange Book – WJTA, segunda edição 2021.

ASTM 1575-08 Limpeza e Corte com Água Pressurizada.

WJTA – WaterJet Technology Association – Práticas Recomendadas para Hidrojateamento a Alta Pressão

Comet do Brasil Industrial e Comercio de Equipamentos Ltda

8. CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Armazenamento	Proteção	Recuperação	Tempo Mínimo Retenção	Disposição
Anexo 01 – Checklist Diário Atividades com Hidrojateamento	Área usuária	Pasta e/ou arquivo	Ordem crescente de data	6 meses	Descarte
Anexo 07 – Checklist Mensal e Trimestral Sistema de Hidrojateamento	Área usuária	Pasta e/ou arquivo	Ordem crescente de data	6 meses	Descarte

9. HISTÓRICO DE REVISÃO

Data da Revisão	Número da Revisão	Descrição das atualizações
31/03/2026	00	Substitui o PGS-3209-46-36; Reestruturação de todo o conteúdo do procedimento referente a Hidrojateamento: 4. Papéis e Responsabilidades 4.3 Gestor do Contrato: - Contratar empresa especializada e com experiencia comprovada; realizar vistoria inicial (1º acesso) e vistorias periódicas, mínimo trimestral; 4.4 Executante da atividade: - Disponibilizar e manter atualizado no caminhão e/ou junto ao equipamento Sistema de Hidrojateamento, book com documentação/registros (check-list, certificados, plano de manutenção) do sistema de hidrojateamento fiscalizações. 5. Requisitos – 5.1 Hidrojateamento - Descrição do sistema de hidrojateamento, equipamentos, inspeção e manutenção; - Classes de pressão em serviços de hidrojateamento; - Pressão ≥ 70 bar (Alta Pressão): É obrigatória a emissão de Permissão de Trabalho (PT).

	- Pressão < 70 bar: Geralmente caracteriza lavagem ou limpeza sob pressão; entretanto, quando o produto pressão × vazão ultrapassar 5.600 bar·L/min, aplica-se integralmente este procedimento. - Casos abaixo de 70 bar e ≤ 5.600 bar·L/min: O procedimento é aplicável com exceção da PT e dos EPIs específicos do hidrojetista, devendo ser realizada avaliação para definição dos EPIs necessários. 5.1.2 - Equipamentos - Deve-se priorizar a execução remota ou robotizada das atividades de hidrojateamento, sempre que viável, a fim de reduzir a exposição dos empregados aos riscos. - Equipamentos e acessórios devem ser adquiridos de empresas especializadas em hidrojateamento. 5.1.2.1 Bomba - Quando a operação exigir pressão inferior à pressão máxima de trabalho da bomba, é obrigatório realizar o ajuste do equipamento por meio da válvula reguladora de pressão. 5.1.2.3 Painel de Controle - Os equipamentos devem possuir dispositivo de parada de emergência (tipo Shut-Off), capaz de interromper o fluxo de água, despressurizar o sistema e parar imediatamente a bomba. - Para caminhões combinados com acionamento por PTO, não é exigido o dispositivo de parada de emergência; contudo, deve existir mecanismo de despressurização emergencial do sistema. - Na ausência de solução técnica para despressurização emergencial, a pressão de trabalho deve ser limitada a 150 bar. 5.1.2.8 Acessórios - Os acessórios de hidrojateamento são componentes críticos para a segurança e a eficiência operacional, devendo atender a requisitos técnicos, normativos, de projeto e fabricação, devido à elevada energia hidráulica envolvida. - Antes da definição dos acessórios, deve ser realizada análise completa do local de trabalho (acessos, escadas, andaimes e condições gerais), garantindo ou adequando a segurança do ambiente. a) Pistolas - As atividades devem ser realizadas com pistola, por proporcionar maior controle do jato, melhor ergonomia e resposta rápida em situações anormais. - É obrigatório o uso de pistolas de fluxo aberto. Comprimento mínimo exigido de 1,2 m entre o bico e o gatilho (ou até o primeiro gatilho, no caso de duplo gatilho). b) Bicos rotativos - Devem ser projetados para pressão admissível mínima de 2,5 vezes a pressão de operação; - Devem possuir identificação gravada, indicando pressão de trabalho e número de rastreabilidade. 5.1.5 Inspeção do Sistema de Hidrojateamento - Os equipamentos também devem ser inspecionados e testados diariamente pelos operadores (Anexo 1), antes do início das atividades, garantindo condições adequadas de desempenho e segurança operacional. 5.3 Procedimento - Antes do início das atividades, deve ser realizada avaliação de riscos, com participação de pessoas com conhecimento do equipamento, do material a ser tratado e do ambiente de trabalho, conforme o PGS-MOS-EHS-003, considerando riscos operacionais, ambientais e procedimentos de emergência. - Para atividades de alta pressão (≥ 70 bar), é obrigatório a emissão da Permissão de Trabalho (PT). - As operações de hidrojateamento devem contar com no mínimo dois operadores, sendo um hidrojetista/jatista e um operador de hidrojateamento/vigia, trabalhando de forma integrada. - Operadores adicionais são exigidos quando necessário para auxílio no manuseio da lança ou para garantir comunicação e vigilância, especialmente quando não houver contato visual direto – distância máxima 6 metros.
--	---

		- As atividades de hidrojateamento de alta pressão devem respeitar tempo contínuo máximo de 1 hora, com intervalos equivalentes, em jornada diária máxima de 8 horas. 5.4.1 – Equipamento de Proteção Individual - Uso obrigatório de EPIs específicos para reduzir e/ou minimizar o risco de cortes e lesões. - Inclui proteção corporal completa, com traje de segurança adequado à pressão de trabalho, capacete, proteção facial e ocular, luvas resistentes (aramida/Kevlar), botas de segurança e proteção auditiva. - Para atividades de Alta Pressão, é exigido traje SAP (Super Alta Pressão). - Para atividades de Ultra Alta Pressão, deve ser utilizado traje UAP (Ultra Alta Pressão), adequado ao nível de risco da operação. 5.4.2 Equipamentos de Proteção Coletiva - Os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) são essenciais para garantir uma rotina de trabalho segura e reduzir riscos de incidentes e acidentes. - Devem ser utilizadas proteções de mangueira, laços de segurança e malha de aço para evitar exposição ao jato e o chicoteamento em caso de falha ou rompimento. - A área de trabalho deve ser isolada e sinalizada, com barreiras de segurança e placas de advertência. - Os sistemas pressurizados devem possuir alívio de pressão (válvulas ou discos de ruptura) e botões de emergência para despressurização e desligamento imediato 6. Treinamento - Todos os empregados próprios e contratados devem ser treinados e capacitados pelo fabricante do equipamento ou representante autorizado, conforme o Guia de Capacitação Mosaic. - A reciclagem é obrigatória e anual, podendo ser ministrada por profissional interno com mínimo de 3 anos de experiência e capacitação compatível. - Todos os envolvidos na execução, monitoramento ou supervisão das atividades devem ser treinados neste procedimento. - Os executantes diretos também devem receber treinamento no procedimento operacional específico do sistema de hidrojateamento utilizado.
18/08/2026	01	Alterações: - Classes de Pressões: Lavagem em pressa – baixa pressão (≤ 70 bar); Média pressão (> 70 até 275 bar); Alta pressão (>275 até 1.378 bar); Ultra Alta pressão (> 1.378 até 6.894 bar); - Permissão de trabalho obrigatório para média, alta e ultra alta pressão; - EPI's hidrojatista conforme classe de pressão; - Treinamento conforme classe de pressão; - Anexo 01 – Checklist Diário Atividades com Hidrojateamento; - Anexo 05 – Guia Rápido Inspeção de Segurança para Hidrojateamento; Novos Anexos: - Anexo 07 – Checklist Mensal e Trimestral Sistema de Hidrojateamento; - Anexo 08 – Matriz de Aplicabilidade por Classe de Pressão.

10. ANEXOS

Anexo 01 – Checklist Diário Atividades com Hidrojateamento

Anexo 02 – Diretrizes por tipo de Operação

Anexo 03 – Modelo Cartão de Aviso Médico

Anexo 04 – Modelo de Sinalização

Anexo 05 – Guia Rápido de Inspeção de Hidrojateamento

Anexo 06 – Cuidados e Utilização de Mangueiras de Alta Pressão

Anexo 07 – Checklist Mensal e Trimestral Sistema de Hidrojateamento

Anexo 08 – Matriz de Aplicabilidade por Classe de Pressão

11. CONSENSADORES

COE
EHS Operações CIU
EHS Operações CMA
EHS Operações CMC

EHS Operações CMT
EHS Operações CAJ
EHS Operações Fospar