

MANUAL TÉCNICO DE MANUTENÇÃO DE USINAS DE MICROPAVIMENTO ASFÁLTICO SR MP SCONTROL



**EQUIPAMENTOS
RODOVIÁRIOS**

EFICIÊNCIA E TECNOLOGIA A SEU FAVOR



SÉRIE SR SCONTROL (MODELOS SR 7000MP A SR 25000MP)

PREFÁCIO

TÉCNICO

Este manual foi desenvolvido com o rigor técnico, destinado a operadores especialistas, técnicos em eletromecânica, mecânicos de manutenção e gestores de frota. O objetivo desta obra não é apenas instruir sobre o “como fazer”, mas fundamentar o “porquê fazer”. A compreensão profunda da hidráulica, da eletrônica e da mecânica dos fluidos envolvidas na operação das Usinas SR SControl é o que diferencia um mero operador de um verdadeiro especialista em pavimentação.

Anotações:

(Nota de Integração: Este material atua como o complemento técnico e estrutural definitivo ao Manual de Operações. Enquanto o Manual de Operações foca no passo a passo da interface do usuário e nas rotinas de campo, este Tratado mergulha nas entranhas mecânicas, hidráulicas e eletrônicas do equipamento. Recomendamos a leitura simultânea de ambos os documentos).

1

FUNDAMENTOS DA ENGENHARIA DE EQUIPAMENTOS SR

1.1 Posicionamento Institucional e Excelência em Engenharia

A SR Equipamentos Rodoviários consolidou-se como a vanguarda tecnológica na fabricação de equipamentos para conservação viária. A Engenharia da SR é o pilar central de uma inovação contínua, garantindo que cada equipamento entregue não seja apenas uma máquina, mas uma solução integrada de alta performance. O suporte de pós-vendas atua em sinergia com o desenvolvimento, assegurando que o conhecimento técnico chegue ao campo com clareza, precisão e velocidade.

1.2 Liderança de Mercado



Com orgulho, a SR Equipamentos detém o título de fabricante da maior Usina de Micropavimento Asfáltico Móvel da América Latina. Esta liderança não é fruto do acaso, mas de um compromisso inabalável com a robustez estrutural, a precisão volumétrica e a confiabilidade operacional em condições extremas de trabalho, suportando as severas exigências climáticas e topográficas do nosso continente.

1.3 Arquitetura e Versatilidade dos Modelos SR SControl

A linha SControl foi projetada para cobrir todo o espectro de necessidades da pavimentação moderna, desde intervenções urbanas cirúrgicas até a construção de grandes rodovias. A escolha do equipamento ideal baseia-se no dimensionamento de carga, na logística da obra e no rendimento quilométrico desejado.

Análise de Capacidades Volumétricas: Para compreender a autonomia de cada equipamento e planejar a logística de reabastecimento da obra, é fundamental analisar a tabela de capacidades de insumos:

Modelo	Agregado Miúdo (Raso / Coroador)	Emulsão Asfáltica	Água de adição	Fíler Mineral
SR 7000MP	7 m ³ / 9 m ³	2.500 Litros	2.000 Litros	300 Litros
SR 9000MP	9 m ³ / 12 m ³	3.800 Litros	3.000 Litros	300 Litros
SR 17000MP	17 m ³ / 20 m ³	4.300 Litros	4.300 Litros	300 Litros
SR 25000MP	22 m ³ / 25 m ³	4.700 Litros	4.700 Litros	300 Litros

Anotações:

Diretrizes de Aplicação:

■ **SR 7000MP e SR 9000MP**

(Configuração Truck):

Montadas sobre chassi de caminhão rígido.

São os equipamentos de eleição para manutenções urbanas, tapa-buracos mecanizado e obras de médio porte. O seu grande diferencial reside na combinação de uma excelente capacidade produtiva com alta manobrabilidade em vias estreitas, retornos e perímetros urbanos adensados.



■ **SR 17000MP** (Semi-reboque 2 eixos):

Projetada para obras de maior envergadura.

Oferece alta performance e autonomia estendida, sendo ideal para projetos rodoviários onde a logística de reabastecimento precisa ser otimizada para evitar juntas de construção desnecessárias.



■ **SR 25000MP** (Semi-reboque 3 eixos):

O ápice da linha.

Este modelo consagra a SR Equipamentos.

Destaca-se pela sua robustez estrutural inigualável e pela maior capacidade de armazenamento do mercado, permitindo a execução de trechos extensos de rodovias com o mínimo de interrupções, maximizando a produtividade diária da equipe de pavimentação.



2

A CIÊNCIA DO MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO (MRAF)

2.1 Definição e Princípios Físico-Químicos

O Microrrevestimento Asfáltico a Frio (**MRAF**) representa a inovação na engenharia de conservação viária preventiva e corretiva. Trata-se de uma mistura usinada a frio, no próprio local de aplicação, que promove a impermeabilização do pavimento antigo (selando trincas e evitando a infiltração de água na base), o rejuvenescimento da camada de rolamento e o aumento drástico do coeficiente de atrito (macro e microtextura), traduzindo-se em segurança viária imediata.

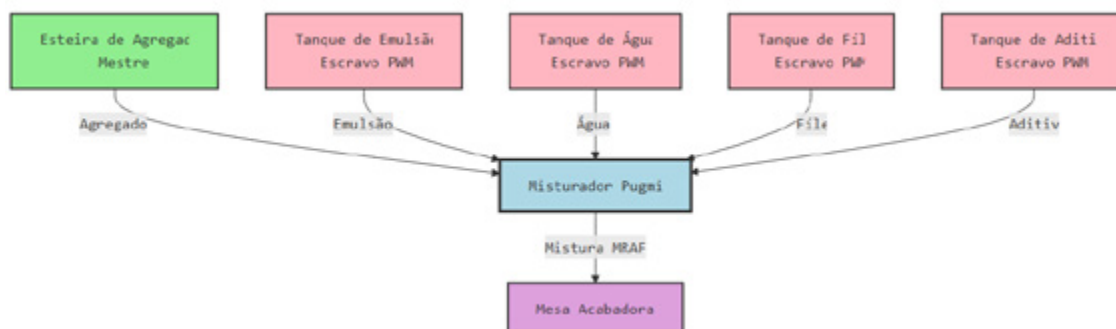


2.2 Evolução Tecnológica: Micro vs. Lama Asfáltica

É um erro técnico primário **confundir o MRAF com a tradicional “lama asfáltica”**. Enquanto a lama asfáltica utiliza emulsões convencionais e tem um tempo de cura (ruptura) prolongado, dependendo fortemente da evaporação da água (o que pode levar horas), o Microrrevestimento utiliza emulsões modificadas por polímeros (**SBR ou SBS**). Esta modificação química permite uma ruptura controlada e rápida (frequentemente química, e não apenas por evaporação), garantindo a liberação da via para o tráfego em tempo recorde (geralmente em menos de uma hora) e oferecendo uma resistência mecânica à abrasão infinitamente superior.

2.3 A Dinâmica da Mistura: Componentes e Interações

A Usina SControl atua como um laboratório químico sobre rodas, unindo cinco elementos simultaneamente no misturador (**Pugmill**). A precisão milimétrica na dosagem destes elementos é o que garante o sucesso da aplicação e a não exsudação (sangramento) do asfalto.



1. Agregado Mineral Seco (Pó de pedra/pedrisco): Representa o esqueleto estrutural da mistura. Corresponde a 100% da matriz de cálculo. Todos os outros insumos são calculados em percentual sobre o peso seco do agregado.
2. Emulsão Asfáltica Modificada por Polímero: O ligante que une os agregados. A dosagem padrão varia de 10,0% a 12,0%. Fornece a flexibilidade, a coesão e a impermeabilização.
3. Água de Adição: Atua como veículo para facilitar a mistura no Pugmill e o espalhamento na mesa acabadora, além de pré-umedecer o agregado para evitar que ele "roube" a água da emulsão prematuramente. Varia de 6,0% a 10,0%.
4. Fíler Mineral (Geralmente Cimento Portland CP-II ou CP-V): Atua como catalisador químico para o controle da ruptura da emulsão e preenche os vazios microscópicos da mistura, aumentando a estabilidade. Dosagem estrita entre 0,5% a 2,0%.
5. Aditivo Controlador de Ruptura (Químico): Utilizado em condições climáticas extremas (muito calor ou muito frio) para retardar ou acelerar a cura. Varia de 0,0% a 0,5%.

TRAÇO		
BRITA 1/2"	PEDREIRA SETEL	20,0%
PÓ DE PEDRA	PEDREIRA SETEL	79,0%
CAL HIDRATADA CH 1	FERBASA	1,0%
UMIDADE (ÁGUA) +/- (VARIÁVEL)	-	15,0%
ADITIVO LÍQUIDO PETRODOPE WV - 50	BRASIL ASFALTOS	()
EMULSÃO MICRO RC 1C - E (+ / - 0,5%)	BRASIL ASFALTOS	10,5%
DNIT ES 035/2018		
ISSA A 143		
RESULTADOS		

AVISO IMPORTANTE: RESPONSABILIDADE SOBRE O TRAÇO: A SR Equipamentos NÃO fornece, indica ou se responsabiliza pelo traço (receita) do microrrevestimento. A definição exata da mistura é de responsabilidade exclusiva do laboratorista ou engenheiro da obra. Todos os valores e porcentagens apresentados neste manual são APENAS EXEMPLOS DIDÁTICOS criados para ensinar o operador a inserir os dados no painel da máquina. Nunca os utilize como receita real para aplicação na pista.

(Consulte o Manual de Operações na seção de "Inserção de Traço" para entender como imputar essas porcentagens no painel IHM da usina).

3 A PADRONIZAÇÃO INTELIGENTE SCONTROL

3.1 A Filosofia SControl

Agencialidade da linha SR reside na “Padronização Inteligente”. Independentemente do tamanho da usina (de 7 a 25 metros cúbicos), o núcleo tecnológico, os menus do painel e a lógica hidráulica são idênticos. Isso significa que um operador treinado em uma SR 7000MP pode assumir o comando de uma SR 25000MP sem a necessidade de reaprender a operar o equipamento. A curva de aprendizado é drasticamente reduzida, facilitando a gestão de frotas.



Anotações:

Diretrizes de Aplicação:

■ Interface IHM Avançada:

O controle é centralizado em um processador IHM colorido de 7 polegadas (Touch Screen) instalado na plataforma traseira. Esta interface traduz comandos complexos de engenharia em operações intuitivas através de menus visuais.

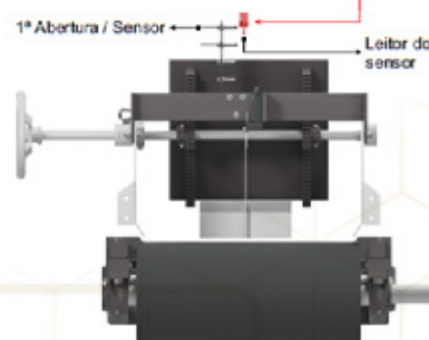
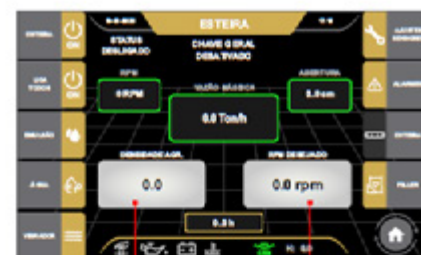
■ Operação Dual:

O equipamento oferece a flexibilidade de operar em modo 100% automático (onde o CLP gerencia as vazões baseado na velocidade do caminhão lida pelo encoder e no traço inserido) ou em modo manual, garantindo que a obra não pare em caso de falhas em sensores específicos.

■ Lógica Mestre-Escravo:

O sistema utiliza sinais PWM (Pulse Width Modulation). A esteira de agregados atua como o "Mestre". Todos os outros insumos (emulsão, água, fíler) são "Escravos" que ajustam suas vazões instantaneamente e proporcionalmente à quantidade de agregado que está sendo processada, garantindo a fidelidade do traço em qualquer velocidade de produção do caminhão.

Anotações:

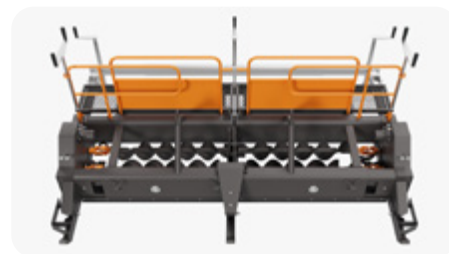


3.3 Componentes Mecânicos Padronizados

Para otimizar a manutenção e o estoque de peças de reposição (almoxarifado), componentes vitais são padronizados em toda a linha:

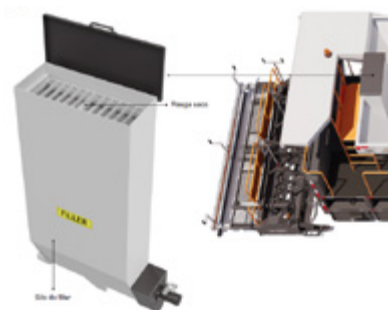
- **Mesa Acabadora Extensível Hidráulica:**

Estrutura de extrema robustez, construída em chapa de aço A36 de 1/4 de polegada, garantindo estabilidade no nivelamento e suportando o peso da massa sem torções.



- **Depósito de Fíler:**

Fixado em 300 litros de capacidade para todos os modelos, equipado com eixo destorreador interno.



- **Sistema de Autocarregamento:**

Todas as máquinas possuem sistemas integrados de sucção por engrenagem para agilizar o abastecimento de emulsão no canteiro de obras, dispensando bombas externas.



- **Misturador Pug Mill:**

Sistema de dois eixos paralelos com palhetas intercambiáveis de alta eficiência, projetado para garantir a homogeneidade perfeita da mistura asfáltica em questão de segundos.



3.4 Normas de Segurança e Meio Ambiente

A operação de equipamentos rodoviários exige tolerância zero com falhas de segurança e contaminações ambientais.

- **Válvulas de Segurança e Contenção:**

Os compartimentos bipartidos (água/emulsão) são equipados com válvulas de segurança, prevenindo vazamentos acidentais e contaminação do solo durante o transporte.



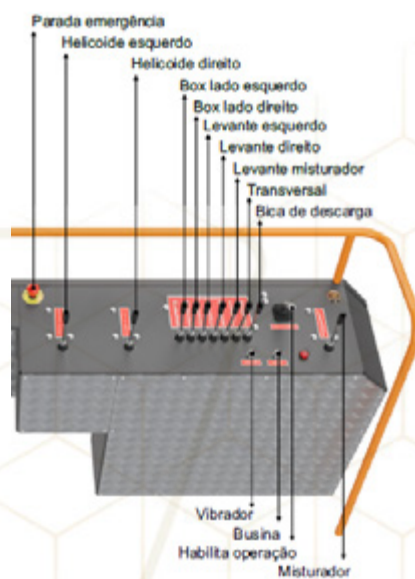
- **Sistema de Limpeza Duplo:**

Toda usina é equipada com um tanque pressurizado de 120 litros de óleo diesel, dedicado exclusivamente à limpeza do sistema de emulsão e da mesa acabadora após o término da jornada. A limpeza imediata é inegociável para evitar o entupimento das tubulações pela cura do asfalto.



- **Parada de Emergência (E-Stop):**

Botões de emergência estrategicamente posicionados (tipo cogumelo) cortam imediatamente a força hidráulica e o funcionamento do motor em caso de risco iminente de esmagamento ou falha grave.



4

UNIDADE DE POTÊNCIA - MOTOR MWM SÉRIE 229.4T

4.1 Visão Geral e O Ambiente Hostil

O motor diesel MWM D229.4T (105 CV) é o coração pulsante da Usina SControl. É imperativo compreender que este motor não opera em condições normais de rodovia (onde há fluxo de ar frontal constante); ele trabalha de forma estacionária, frequentemente travado em 1800 RPM para garantir fluxo hidráulico constante às bombas, em um ambiente extremamente hostil, caracterizado por poeira abrasiva (pó de pedra), partículas em suspensão (cimento/fíler) e intenso calor irradiado pelo asfalto recém-usinado.



4.2 Diretrizes Críticas de Operação

- Protocolo de Desligamento (Proteção do Turbocompressor): Regra de Ouro: Nunca desligue o motor de forma abrupta (de soco). O turbocompressor gira a altíssimas rotações (frequentemente acima de 80.000 RPM) impulsionado pelos gases de escape. Desligar o motor subitamente corta a pressão do óleo lubrificante enquanto o eixo do turbo ainda está girando por inércia. Isso causa atrito a seco, desgaste prematuro ou a fundição imediata do mancal do turbo. Deixe o motor em marcha lenta por 3 a 5 minutos antes do corte de combustível para estabilizar a temperatura e a rotação.

4.3 Cronograma de Manutenção Mecânica Extrema

Inspecões Diárias (Pré-Operação):

- Drenagem do Filtro de Combustível (Separador de Água): Drenar diariamente a água condensada e as impurezas decantadas no copo do filtro. A água é fatal para as agulhas dos bicos injetores e para a bomba injetora.
- Nível do Óleo Lubrificante: Verificar sempre com o equipamento perfeitamente nivelado e o motor frio (ou após 15 minutos de desligado para o retorno do óleo ao cárter).
- Nível do Líquido de Arrefecimento: Checar o reservatório de expansão. Nunca abra a tampa do radiador com o motor quente (risco de queimaduras graves por vapor pressurizado).
- Inspecção Visual: Buscar ativamente por vazamentos de óleo, diesel ou água no bloco, juntas e mangueiras.

Anotações:

Manutenção a cada 250 Horas (ou 6 meses):

- Substituição do Óleo Lubrificante e Filtro: A drenagem deve ser realizada com o motor na temperatura de trabalho (morno), pois o óleo aquecido flui melhor, é menos viscoso e carrega consigo as micropartículas em suspensão. O filtro de óleo deve ser obrigatoriamente substituído a cada troca.

Manutenção a cada 500 Horas:

- Sistema de Admissão (O Pulmão): Substituir o elemento do filtro de ar. O pó do fíler satura o filtro de papel rapidamente; em obras muito poeirentas, esta troca deve ser antecipada. Um filtro entupido aumenta o consumo de diesel e gera fumaça preta.
- Sistema de Combustível: Substituição de todos os filtros de diesel (primário e secundário).
- Sistema de Válvulas: Ajuste (regulagem) da folga das válvulas do cabeçote com calibre de lâminas, garantindo a respiração correta do motor e o tempo de ignição perfeito.
- Reaperto Geral: Verificação de torques em coxins, tubos e mangueiras submetidos à vibração constante.

Manutenção a cada 1.000 Horas (ou 12 meses):

- Sistema de Arrefecimento: Drenagem total, limpeza química (flush) e substituição completa do líquido de arrefecimento (água desmineralizada + aditivo na proporção correta para evitar cavitação nas camisas dos cilindros).
- Correias: Substituição preventiva de todas as correias de acionamento (alternador, bomba d'água).
- Sistema de Injeção: Remoção, teste em bancada (bombista) e limpeza/calibração da bomba injetora e dos bicos injetores.
- Amortecedor de Vibrações (Damper): Inspeção rigorosa do estado da borracha vulcanizada da polia do damper do virabrequim.

4.4 Parâmetros Técnicos para Diagnóstico Rápido

O operador de excelência monitora os sinais vitais do equipamento através do painel. Qualquer desvio destes parâmetros exige parada imediata para investigação.

- **Temperatura de Trabalho do Óleo:**
 - Faixa Nominal: 90 °C a 110 °C
 - Máxima Permitida (Alarme): 125 °C
- **Pressão do Óleo Lubrificante (Com Motor Quente):**
 - Em Marcha Lenta: Mínimo absoluto de 1,0 bar
 - Em Rotação Nominal (1800 RPM): Entre 3,5 bar e 4,5 bar

Nota de Diagnóstico: Uma queda repentina na pressão do óleo indica falha na bomba de óleo, pescador do cárter entupido ou diluição do óleo por diesel. Pare o motor imediatamente para evitar o travamento do virabrequim.



4.5 Procedimento de Sangria (Escorva) do Sistema de Combustível

A “pane seca” (falta de diesel no tanque) ou a simples troca dos filtros introduz ar na linha de combustível. O motor diesel não comprime ar; portanto, o ar atua como uma rolha elástica, impedindo a injeção do diesel pulverizado na câmara de combustão. O procedimento de sangria é obrigatório nestes casos.

Fase 1: Sangria de Baixa Pressão (Bomba Alimentadora)

1. Localize a bomba manual (geralmente acoplada à bomba alimentadora mecânica) e desrosqueie o manípulo.



2. Afrouxe o parafuso de sangria localizado no topo do cabeçote do filtro de combustível ou na lateral da própria bomba injetora.
3. Bombeie o manípulo vigorosamente (puxando e empurrando).
4. Observe o combustível saindo pelo parafuso afrouxado. Continue bombeando até que o diesel flua de forma contínua, sem nenhuma bolha de ar.
5. Mantendo a pressão no manípulo (pressionado para baixo), aperte firmemente o parafuso de sangria.
6. Rosqueie o manípulo de volta à sua posição de travamento. O sistema de baixa pressão está escorvado.

Fase 2: Sangria de Alta Pressão (Tubos dos Injetores)

Realize esta fase apenas se o motor não entrar em funcionamento após a Fase 1.

1. Com uma chave fixa, afrouxe levemente a porca de conexão do tubo metálico de alta pressão na entrada de um ou dois bicos injetores (no cabeçote).



2. Acione a partida do motor (motor de arranque) por no máximo 15 segundos contínuos (para não superaquecer e queimar o induzido do motor de arranque).
3. Observe a conexão afrouxada. Assim que o combustível espirrar sob alta pressão e sem bolhas, pare a partida.
4. Aperte as porcas dos tubos firmemente.
5. Dê a partida novamente. Se o motor falhar, repita o processo nos cilindros restantes. Atenção: Após o procedimento, lave e seque bem as partes do motor onde o diesel escorreu para evitar acúmulo de poeira e risco de incêndio.

Anotações:

5

GERENCIAMENTO ELÉTRICO E ELETRÔNICO

A estabilidade da automação (CLP, IHM, válvulas proporcionais) depende de uma rede elétrica impecável. Quedas de tensão causam leituras erráticas nos sensores (como o encoder da roda ou sensor de rotação da esteira) e falhas graves na dosagem do asfalto.

5.1 Bateria e Alternador

- **Bateria (150 Ah / 12V):** É o acumulador químico. Fornece a altíssima corrente (Amperes) necessária para o motor de arranque vencer a inércia do motor a diesel e estabiliza a tensão do sistema quando o motor está desligado ou em baixa rotação.
- **Alternador:** É o gerador de energia da usina. Movido por correia ligada ao virabrequim, transforma energia mecânica em elétrica (corrente contínua) assim que o motor entra em funcionamento, alimentando todos os sistemas eletrônicos e recarregando a bateria simultaneamente.



5.2 Metodologia de Diagnóstico com Multímetro

O multímetro é a ferramenta definitiva e obrigatória para o diagnóstico elétrico em campo.

Configuração do Instrumento:

1. Sonda Preta (Negativa) no borne "COM" (Comum).
2. Sonda Vermelha (Positiva) no borne "VΩmA".
3. Chave seletora na escala de Corrente Contínua (V ou DCV).
4. Selecione a escala de 20V (pois o sistema trabalha em 12V nominais).

Teste 1: Saúde da Bateria (Motor Desligado)

- Posicione as sondas nos respectivos polos da bateria (+ no +, - no -).

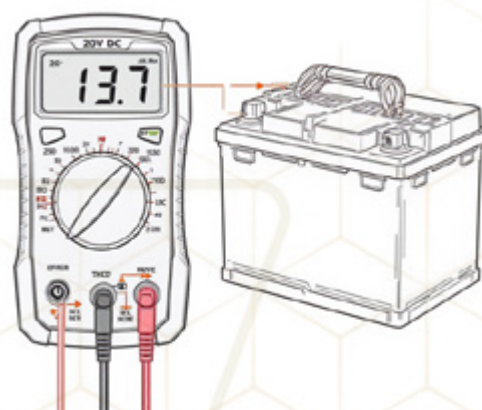
Diagnóstico: Uma bateria saudável e com carga plena, em repouso, deve apresentar uma leitura entre 12,4V e 12,8V. Valores abaixo de 12,0V indicam bateria descarregada, alternador ineficiente no ciclo anterior ou células internas danificadas.

Teste 2: Eficiência do Alternador (Motor em Funcionamento)

- Dê a partida no motor e estabilize a rotação em 1800 RPM.
- Mantenha as sondas nos polos da bateria.

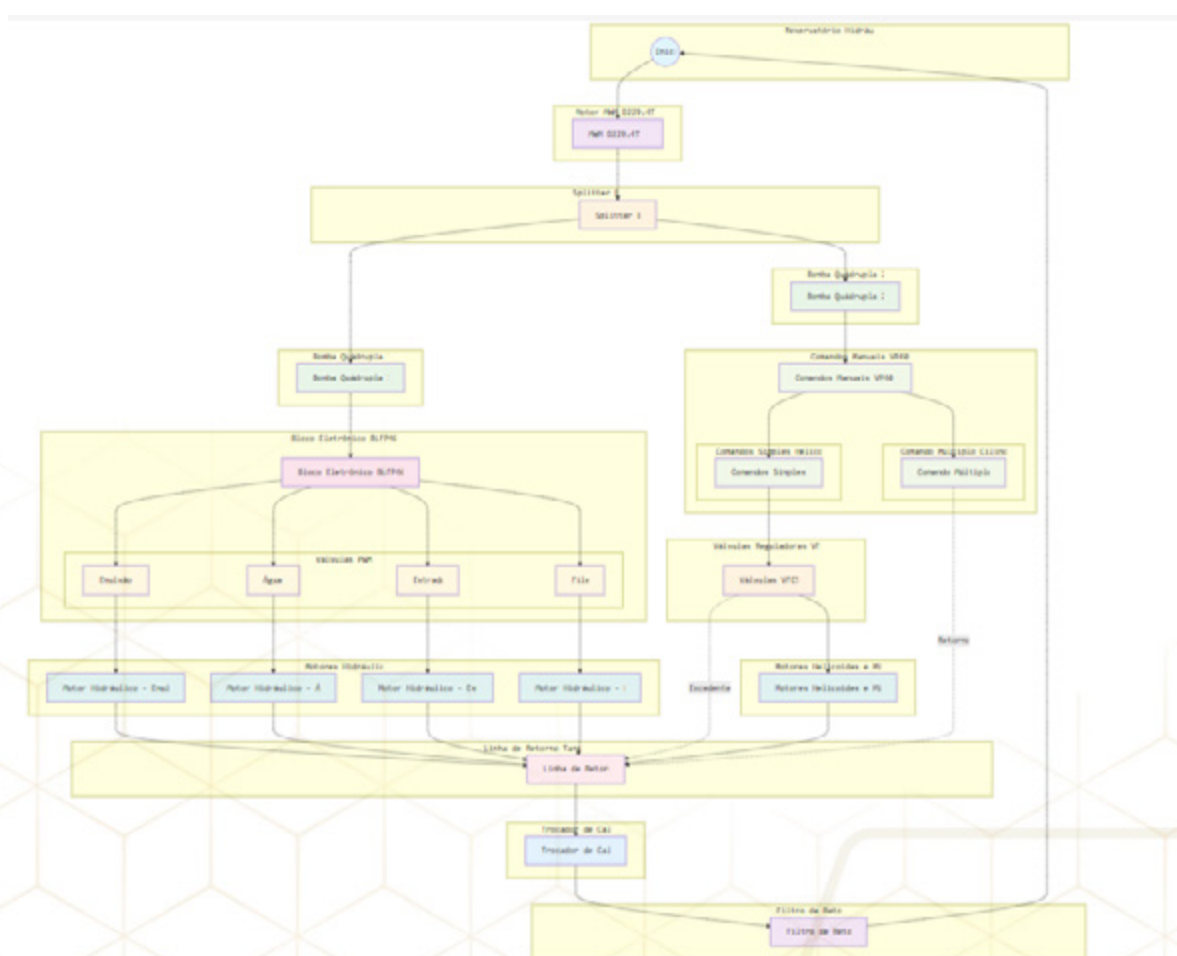
Diagnóstico: A leitura deve subir imediatamente para a faixa de 13,5V a 14,5V.

- Se a tensão permanecer na casa dos 12V, o alternador não está gerando carga (verifique correia partida, regulador de voltagem queimado ou escovas gastas).
- Se a tensão ultrapassar 14,8V, o regulador de voltagem está defeituoso (em curto), causando sobrecarga que "ferverá" o ácido da bateria e poderá queimar irreversivelmente os módulos eletrônicos sensíveis (CLP e IHM).



6 ARQUITETURA DO SISTEMA HIDRÁULICO E DE FORÇA

O sistema hidráulico é a musculatura implacável da Usina SControl. Compreender a sua arquitetura, fluxos e pressões é o passo mais importante para a resolução de problemas complexos. A hidráulica transforma a energia mecânica do motor diesel em força fluida, e depois novamente em força mecânica nos atuadores.



6.1 Geração, Armazenamento e Bombeamento

- Reservatório Hidráulico: Um tanque massivo de 450 Litros, projetado não apenas para armazenar o fluido (Óleo ISO VG 68), mas para atuar como um radiador passivo dissipando o calor, e como um decantador, permitindo que micropartículas assentem no fundo e bolhas de ar subam à superfície antes do fluido ser sugado novamente.
- Transmissão de Força (Splitter Box): O motor MWM (1800 RPM) é acoplado a uma caixa de transmissão (Splitter Box) com relação de engrenagens de 1:1. Esta caixa divide a força mecânica do motor em duas saídas independentes, sem perda de rotação.
- Bombas Quádruplas de Engrenagem: Em cada uma das duas saídas da caixa de transmissão, está acoplado um conjunto de Bombas Quádruplas.
 - Deslocamento Volumétrico: Cada corpo (estágio) destas bombas succiona volumes precisos de fluido por revolução: $40 \text{ cm}^3 / 32 \text{ cm}^3 / 32 \text{ cm}^3 / 16 \text{ cm}^3$.
 - Geração de Pressão: Estas bombas são responsáveis por pressurizar as linhas de alimentação (Linhas P - Pressure), sendo calibradas pelas válvulas de alívio do sistema para entregar até 180 bar de pressão de trabalho contínuo.

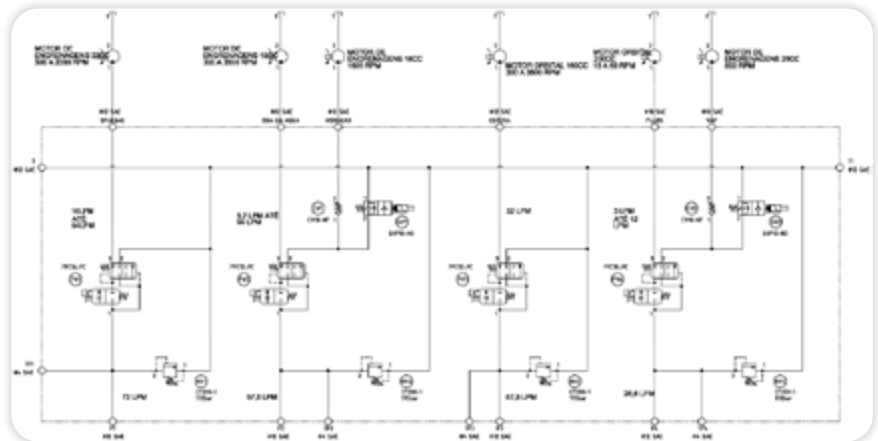
6.2 A Regra de Ouro da Distribuição: Eletrônico vs. Manual

O grande diferencial de engenharia da série SControl é a separação absoluta entre os circuitos de dosagem (eletrônicos) e os circuitos de posicionamento mecânico (manuais). Um técnico jamais deve confundir estas linhas durante um diagnóstico.

Anotações:

A. O Cérebro da Dosagem: Bloco de Comando Eletrônico (BLFP4052)

Este bloco, usinado em alumínio de alta resistência aeronáutica, é o coração da automação. Ele recebe o fluxo de alta pressão das bombas e o distribui exclusivamente para os motores hidráulicos que controlam a receita (o traço) do asfalto.



- Parâmetros de Resistência: Suporta vazões de entrada de até 75 LPM (Litros Por Minuto) e picos de pressão de até 245 bar.
- Segurança Interna: Para proteger o sistema, a engenharia da SR calibrou as quatro válvulas de alívio internas deste bloco (denominadas RV1 a RV4) cirurgicamente em 175 bar. Se a pressão em qualquer linha exceder este valor (por exemplo, uma pedra travando a esteira ou asfalto curado travando a bomba de emulsão), a válvula abre, desviando o óleo imediatamente para o tanque (linha T) e protegendo o sistema contra o rompimento de mangueiras ou quebra dos eixos dos motores.

- Atuação Proporcional (PWM): O bloco possui 4 linhas controladas por válvulas proporcionais. Elas não abrem e fecham de forma binária (sim/não), mas de forma gradativa, respondendo aos pulsos elétricos (sinais PWM) enviados pelo computador (CLP). Quanto maior a largura do pulso, mais a válvula abre, e mais rápido o motor gira.
- As 4 Funções Exclusivas do Bloco Eletrônico:
 1. **Motor Hidráulico da Bomba de Emulsão.**
 2. **Motor Hidráulico da Bomba de Água e sistema de lavagem (VAP).**
 3. **Motor Hidráulico da Esteira Transportadora (Agregados - O "Mestre").**
 4. **Motor Hidráulico do Fíler / Vibrador.**

B. A Força Bruta e o Controle Fino Mecânico:

Comandos Manuais (VP40) e Válvulas Reguladoras (VFC51)



Enquanto o bloco eletrônico cuida da precisão da receita, os comandos manuais (Série VP40, com capacidade nominal de 40 LPM) cuidam do trabalho pesado de posicionamento estrutural e mistura da massa. Eles direcionam o fluxo de óleo mecanicamente, sob a demanda física do operador nas alavancas da plataforma. No entanto, a engenharia da SR compreende que a mistura e o espalhamento da massa asfáltica exigem ajustes finos de velocidade (RPM) que não podem depender apenas da aceleração do motor a diesel (que deve permanecer em 1800 RPM).

Para garantir esta precisão mecânica, o sistema integra Válvulas Reguladoras de Vazão Compensadas na Pressão (Modelo VFC51 / VFCR51) em pontos estratégicos de altíssima exigência.

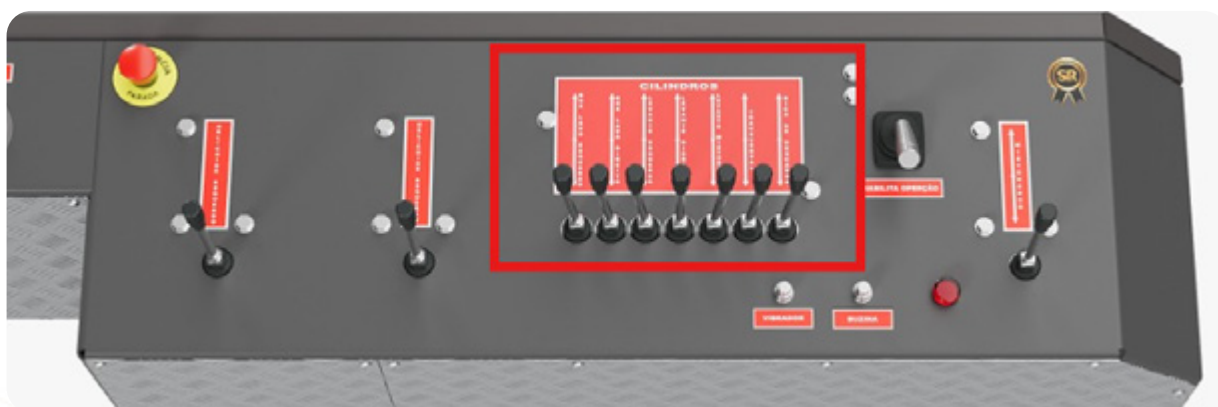
Estas válvulas (construídas em aço fundido, suportando até 200 bar de pressão e 114 L/min de vazão) possuem a característica vital de manter a regulação da vazão constante, independentemente das variações de pressão e temperatura do óleo. O fluxo entra pelo pórtico IN (Entrada), a quantidade exata desejada sai pelo pórtico CF (Fluxo Controlado) para o motor hidráulico, e o excedente é desviado pelo pórtico EF (Fluxo Excedente).

A distribuição mecânica ocorre da seguinte forma:

1. Comando Múltiplo (07 Alavancas): Responsável por enviar fluxo de óleo em dupla ação (Linhas A e B, para avanço e recuo da haste) para todos os cilindros hidráulicos (atuadores lineares) do equipamento. A designação exata e didática de cada estágio (alavanca) obedece à seguinte lógica operacional:

- Alavanca 1 - Levante da Mesa (Lado Esquerdo): Aciona o cilindro vertical esquerdo, controlando a altura e a pressão de trabalho do patim esquerdo sobre o pavimento.
- Alavanca 2 - Levante da Mesa (Lado Direito): Aciona o cilindro vertical direito, controlando a altura e a pressão de trabalho do patim direito.
- Alavanca 3 - Extensão da Mesa (Lado Esquerdo): Aciona o cilindro horizontal que expande ou retrai a largura de pavimentação do lado esquerdo da caixa acabadora.
- Alavanca 4 - Extensão da Mesa (Lado Direito): Aciona o cilindro horizontal que expande ou retrai a largura de pavimentação do lado direito.
- Alavanca 5 - Comporta de Agregados (Guilhotina): Controla o cilindro que abre e fecha a comporta principal do silo de agregados, permitindo o fluxo de material para a esteira.

- Alavanca 6 - Bica de Descarga (Desvio de Bica): Atua no cilindro direcional da calha do misturador, permitindo direcionar a queda da massa asfáltica para a esquerda ou direita dentro da mesa acabadora, compensando desníveis da via.
- Alavanca 7 - Deslocador Transversal da Mesa: Aciona o cilindro responsável por movimentar toda a estrutura da mesa acabadora lateralmente (para a esquerda ou direita) em relação ao chassi do caminhão, fundamental para alinhar a pavimentação em curvas ou refazimento de faixas sem precisar manobrar o caminhão.



(Consulte o Manual de Operações para visualizar o layout físico destas alavancas na plataforma do operador).

PROCEDIMENTO TÉCNICO COMPLETO: Regulagem de Pressão do Comando Múltiplo (VP40 - 7 Alavancas)

A pressão de trabalho do bloco de comandos manuais (Série VP40) é controlada por uma Válvula de Alívio Principal (Relief Valve - RV), localizada na tampa de entrada do comando (junto ao pòrtico "P" - Pressure). Esta válvula atua como o "fusível mecânico" do sistema de cilindros, abrindo e desviando o óleo para o tanque caso a pressão exceda o limite calibrado. Isso protege as mangueiras, as vedações dos cilindros e a própria bomba contra rupturas.



PREMISSAS DE SEGURANÇA E PREPARAÇÃO:

- Temperatura do Fluido: A regulagem deve ser feita OBRIGATORIAMENTE com o óleo hidráulico na temperatura normal de trabalho (entre 50°C e 70°C).

O óleo frio (mais viscoso) gera leituras de pressão falsamente elevadas, o que resultará em uma máquina sem força quando o óleo aquecer.

- EPIs: Utilize óculos de proteção e luvas, pois o sistema opera em altíssima pressão e há risco de injeção de fluido na pele em caso de vazamento.

Passo a Passo para Calibração:

1. Instalação do Manômetro (Aferição):

- Localize o ponto de tomada de pressão (engate rápido tipo Mini-mess) na linha de entrada "P" do comando de 7 alavancas.
- Conecte um manômetro analógico ou digital aferido, com escala de leitura de pelo menos 0 a 250 bar (ou 0 a 4000 PSI).

2. Preparação da Unidade de Potência:

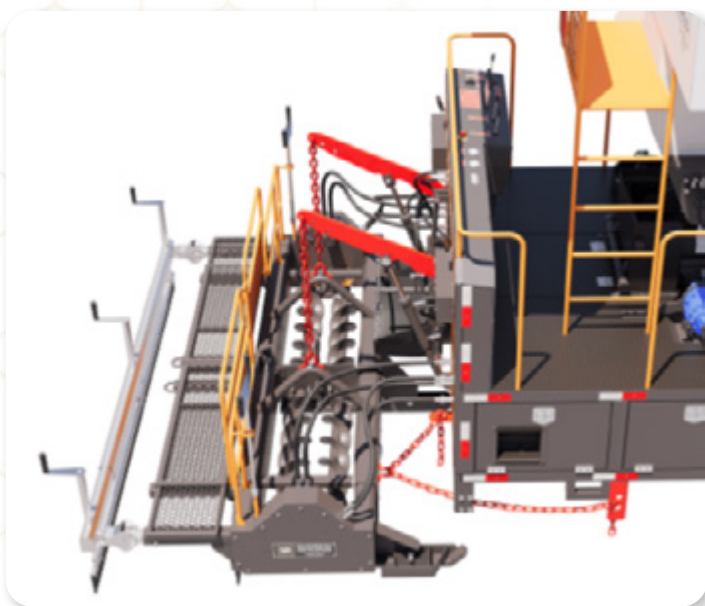
- Dê a partida no motor a diesel MWM D229.4T.
- Acelere e trave o motor na rotação nominal de trabalho da usina (1800 RPM). Isso garante que a bomba quádrupla esteja enviando o fluxo máximo (40 LPM) para o bloco, simulando a condição real de operação.

3. Identificação da Válvula de Alívio (RV):

- Na lateral da fatia de entrada do bloco VP40, localize o cartucho da válvula de alívio.
- Ela é composta por uma porca de travamento externa (geralmente sextavada) e um parafuso de regulagem central (que pode ser fenda, allen ou sextavado, dependendo do lote de fabricação).

4. O Teste de “Fim de Curso” (Geração de Pico de Pressão):

- Para que o manômetro registre a pressão máxima de alívio, o óleo precisa encontrar uma barreira total no sistema.
- Acione uma das alavancas de cilindro de maior curso (ex: Levante da Mesa ou Extensão da Mesa) até que o cilindro chegue ao seu final de curso mecânico (totalmente aberto ou totalmente fechado).
- Mantenha a alavanca acionada (pressionada). Neste momento, o óleo não tem para onde ir, a pressão atinge o pico máximo e a mola da válvula de alívio é forçada a recuar, abrindo a passagem para o tanque.
- Leia a pressão de pico indicada no manômetro.



5. Execução da Regulagem (Calibração a 180 bar):

- Com a alavanca ainda acionada no fim de curso (peça para um auxiliar mantê-la acionada):
- Afrouxe cuidadosamente a porca de travamento da válvula de alívio.
- Com a ferramenta adequada no parafuso central, faça a regulagem:
 - Para AUMENTAR a pressão: Gire o parafuso no sentido HORÁRIO (apertando a mola interna).
 - Para DIMINUIR a pressão: Gire o parafuso no sentido ANTI-HORÁRIO (aliviando a mola interna).
- Faça ajustes finos (1/4 de volta por vez) e observe a resposta imediata no manômetro.
- **PARÂMETRO CRÍTICO DE ENGENHARIA:** A pressão deve ser rigorosamente calibrada em 180 bar. Esta pressão específica não é arbitrária; ela é o requisito mecânico exato para que os cilindros de levante tenham força suficiente para erguer a pesada mesa de acabamento, que pesa em torno de 1 tonelada (1.000 kg). Uma pressão inferior a esta fará com que a mesa não suba ou suba com extrema lentidão, enquanto uma pressão superior causará fadiga prematura nas vedações dos cilindros.

6. Travamento e Validação Final:

- Ao atingir a marca exata de 180 bar no manômetro, segure firmemente o parafuso central com a chave (para garantir que ele não gire e perca o ajuste) e aperte a porca de travamento com a outra chave.
- Solte a alavanca do comando. A pressão no manômetro deve cair imediatamente para próximo de zero (pressão residual de linha).
- Acione a alavanca novamente até o fim de curso para confirmar se o pico de pressão estabiliza exatamente nos 180 bar calibrados.
- Desligue o motor MWM, despressurize o sistema movimentando as alavancas (com o motor desligado) para aliviar qualquer pressão residual, e remova o manômetro em segurança.

2. Circuitos de Rotação de Alto Torque (Mistura e Espalhamento): A usina possui três linhas independentes dedicadas a girar os motores hidráulicos de maior exigência. É nestas linhas que o controle fino de RPM atua:

- Circuito do Misturador (Pugmill): O fluxo de óleo sai da bomba e passa obrigatoriamente por uma Válvula VFC51 antes de chegar ao motor do misturador. Esta válvula permite ao operador realizar a regulagem manual milimétrica do RPM do Pugmill, garantindo o tempo de mistura (homogeneização) perfeito para diferentes tipos de traço e condições climáticas, sem alterar a rotação do motor diesel.
- Circuito do Helicoide da Mesa - Lado Esquerdo: O fluxo passa pelo comando simples (01 alavanca) de acionamento e, logo em seguida (depois do comando), passa por uma Válvula VFC51. Isso permite o controle manual independente da velocidade (RPM) do caracol esquerdo, vital para a distribuição homogênea e o nivelamento perfeito da massa na pista.
- Circuito do Helicoide da Mesa - Lado Direito: De forma idêntica ao lado esquerdo, o fluxo passa pelo seu respectivo comando simples e, na sequência, por outra Válvula VFC51, garantindo a regulagem manual e independente da velocidade do caracol direito.

6.3 Retorno, Filtragem e Fechamento do Ciclo

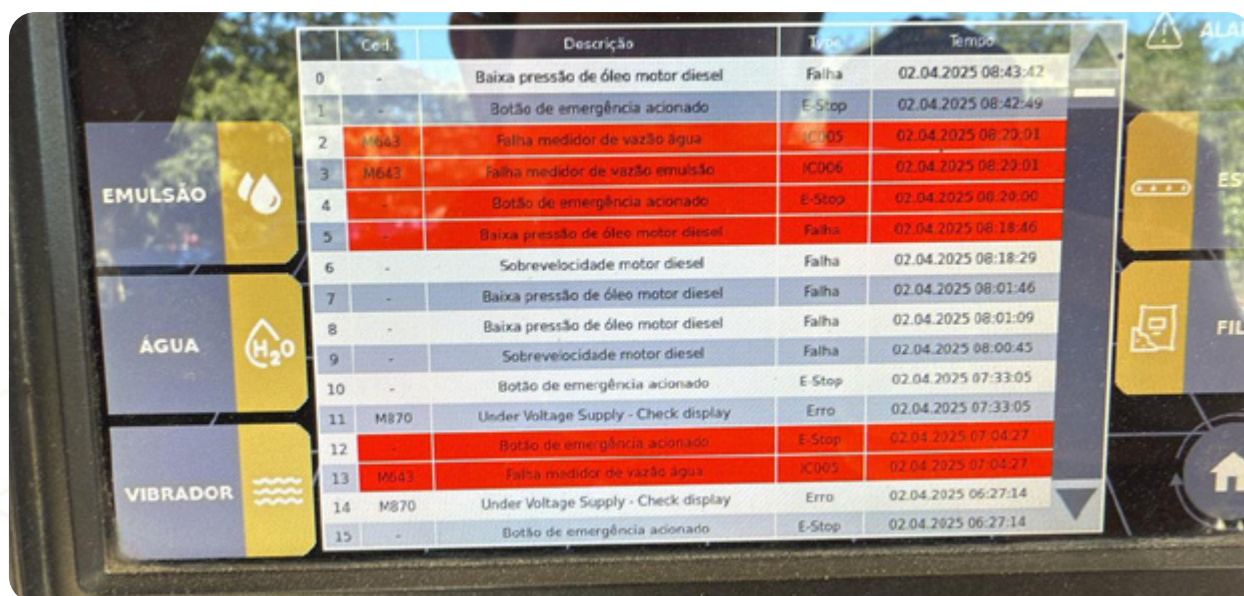
Após o fluido hidráulico realizar o trabalho mecânico (girar um motor ou expandir um cilindro), ele perde sua pressão. Todo este óleo de retorno converge para a linha de Tanque (Linha T). Antes de retornar ao reservatório de 450 litros, o fluido passa obrigatoriamente por um trocador de calor (radiador de óleo) e por filtros de retorno de alta eficiência (absolutos), garantindo que impurezas geradas pelo desgaste natural dos componentes não voltem a circular pelo sistema, protegendo as bombas e as sensíveis válvulas proporcionais na próxima volta do ciclo.

7

DIAGNÓSTICO DE FALHAS E MODO DE EMERGÊNCIA (TROUBLESHOOTING)

A inteligência do sistema SControl inclui uma rede de sensores que monitora a operação em tempo real. Quando uma anomalia é detectada, a IHM exibe alarmes específicos. O técnico deve saber interpretar estes sinais, não apenas apagar o erro.

7.1 Grupos de Alarmes



Cod.	Descrição	Tipo	Tempo
0	Baixa pressão de óleo motor diesel	Falha	02.04.2025 08:43:42
1	Botão de emergência acionado	E-Stop	02.04.2025 08:42:49
2	M643 Falha medidor de vazão água	IC005	02.04.2025 08:29:01
3	M643 Falha medidor de vazão emulsão	IC006	02.04.2025 08:29:01
4	Botão de emergência acionado	E-Stop	02.04.2025 08:29:00
5	Baixa pressão de óleo motor diesel	Falha	02.04.2025 08:18:46
6	Sobrevelocidade motor diesel	Falha	02.04.2025 08:18:29
7	Baixa pressão de óleo motor diesel	Falha	02.04.2025 08:01:46
8	Baixa pressão de óleo motor diesel	Falha	02.04.2025 08:01:09
9	Sobrevelocidade motor diesel	Falha	02.04.2025 08:00:45
10	Botão de emergência acionado	E-Stop	02.04.2025 07:33:05
11	M870 Under Voltage Supply - Check display	Erro	02.04.2025 07:33:05
12	Botão de emergência acionado	E-Stop	02.04.2025 07:04:27
13	M643 Falha medidor de vazão água	IC005	02.04.2025 07:04:27
14	M870 Under Voltage Supply - Check display	Erro	02.04.2025 06:27:14
15	Botão de emergência acionado	E-Stop	02.04.2025 06:27:14

Os alarmes são divididos em categorias lógicas para facilitar o diagnóstico rápido em campo:

1. Alarmes Operacionais: Relacionados ao processo físico (ex: falta de agregado no silo detectada por sensor capacitivo, falta de emulsão, falha na rotação do Pugmill).

2. Alarmes Elétricos: Relacionados a quedas de tensão, curtos-circuitos em bobinas ou falhas de comunicação na rede CAN (Controller Area Network).
3. Alarmes do Controlador (CLP): Falhas internas de processamento, perda de parâmetros de calibração ou falha de memória.
4. Alarmes do Display (IHM): Problemas de comunicação entre a tela touch e o processador central (cabo rompido ou mal conectado).

(A lista completa de códigos de erro e suas respectivas soluções primárias encontra-se no apêndice de Troubleshooting do Manual de Operações).

7.2 Análise de Cenários Críticos

A metodologia de diagnóstico exige pensamento lógico e eliminação de variáveis. Exemplo prático:

Sintoma: A bomba de emulsão não gira, mas a IHM não acusa erro elétrico.

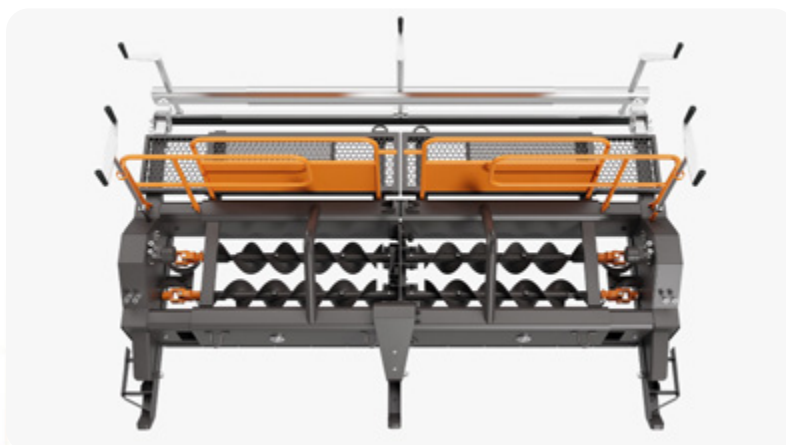
▪ Raciocínio Técnico Passo a Passo:

1. A bomba hidráulica principal está gerando pressão? (Verificar o manômetro analógico da linha P).
2. O sinal PWM está chegando à válvula proporcional no Bloco BLFP4052? (Verificar se o LED da bobina acende ou medir a tensão com multímetro).
3. A válvula de alívio interna (RV) está abrindo prematuramente? (Aferir a pressão específica daquela linha).
4. Existe um travamento mecânico na própria bomba de emulsão? (Asfalto curado internamente devido a falha na limpeza do dia anterior).

8

ENGENHARIA E DINÂMICA DA MESA ACABADORA (CAIXA DISTRIBUIDORA)

A Mesa Acabadora é o componente terminal do processo de microrrevestimento. Enquanto o motor gera força, a hidráulica transmite potência e o misturador (Pugmill) garante a homogeneidade química, é a Mesa Acabadora que define a qualidade física, a espessura, o nivelamento e a macrotextura do pavimento entregue à sociedade. Trata-se de uma estrutura onde a mecânica pesada se encontra com a precisão milimétrica.



8.1 Arquitetura Estrutural e Resistência à Torção

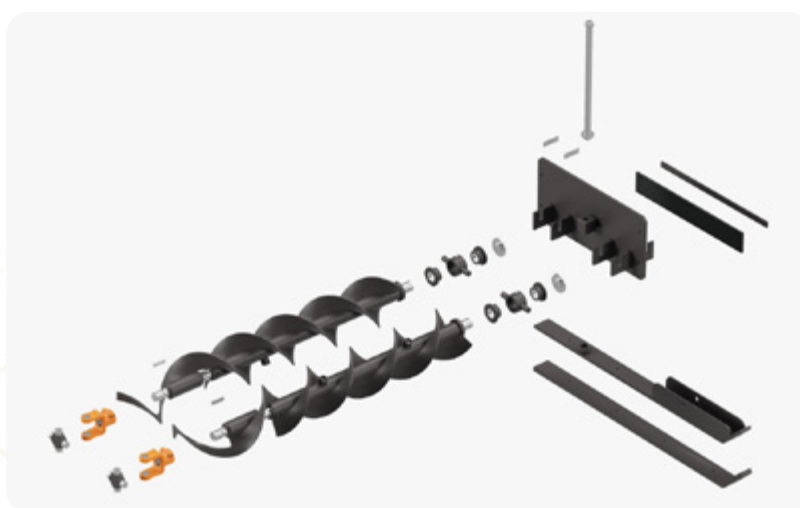
Projetada para suportar condições extremas de arraste, a mesa acabadora da série SControl é uma estrutura de extrema robustez, pesando aproximadamente 1 tonelada (1.000 kg).

- Material Construtivo: Fabricada em chapas de aço estrutural A36 de 1/4 de polegada, sua geometria é calculada para resistir à severa tensão de torção e cisalhamento gerada pelo atrito constante contra o pavimento irregular, somado ao peso dinâmico de até 2 toneladas de massa asfáltica fluida em seu interior.

- Cinemática de Flutuação: A mesa não é rigidamente fixada ao chassi do caminhão durante a aplicação; ela é tracionada e opera em regime de “flutuação” sobre os patins de deslizamento (skids). Isso permite que a estrutura copie as irregularidades longitudinais da via, garantindo um espalhamento uniforme sem transferir os solavancos do caminhão para o acabamento do asfalto.

8.2 Sistema de Distribuição Ativa: Helicoides (Caracóis)

A massa asfáltica de microrrevestimento tem um tempo de ruptura (cura) extremamente rápido. Se o material ficar estático dentro da caixa, ele curará antes de tocar o solo, inutilizando o equipamento. Para evitar isso e garantir a distribuição lateral, a mesa é equipada com um sistema de distribuição ativa.



- **Independência Operacional:** O sistema é composto por dois eixos helicoidais (esquerdo e direito), acionados por motores hidráulicos independentes de alto torque.
- **A Ciência da Distribuição:** Os helicoides recebem a massa que cai da bica direcional do Pugmill e a empurram do centro para as extremidades da caixa. O giro constante mantém a mistura em agitação (cisalhamento dinâmico),

retardando a ruptura química da emulsão até o exato momento em que o material passa sob a borracha de acabamento.

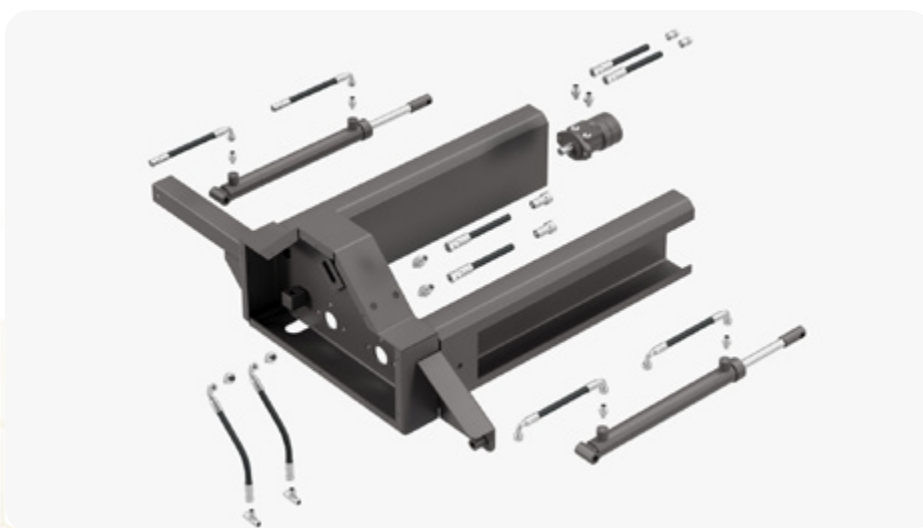
- **Controle Fino de Rotação (Válvulas VFC51):** Como detalhado no Capítulo 6, a velocidade (RPM) de cada helicoide é controlada individualmente pelas Válvulas Reguladoras de Vazão Compensadas na Pressão (VFC51).
- **Aplicação Prática:** Em curvas acentuadas ou alargamentos de pista, o operador pode aumentar a rotação do helicoide do lado externo da curva (que exige mais material) e reduzir a do lado interno, garantindo que a caixa esteja sempre preenchida de forma homogênea, sem transbordamentos ou falhas de cobertura.



8.3 O Sistema de Extensão e Posicionamento Hidráulico

A versatilidade da mesa SControl reside na sua capacidade de se adaptar à geometria da via em tempo real, sem a necessidade de paradas para montagem de calços físicos. Toda a movimentação é governada pelo Comando Múltiplo de 7 Alavancas (calibrado a 180 bar).

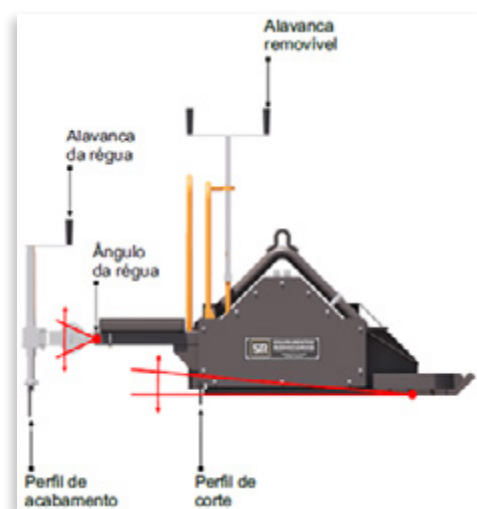
- 1.** Cilindros de Extensão (Abertura): Permitem a variação da largura de pavimentação em movimento. O operador pode abrir ou fechar as “asas” da mesa hidraulicamente para desviar de obstáculos (bocas de lobo, sarjetas) ou acompanhar o alargamento da faixa de rolamento.
- 2.** Deslocador Transversal (Side-Shift): Um cilindro mestre permite que toda a estrutura da mesa deslize lateralmente em relação ao chassi do caminhão. Isso é vital para alinhar a junta longitudinal do asfalto com precisão cirúrgica, corrigindo pequenas variações na trajetória do motorista do caminhão.
- 3.** Cilindros de Levante: Responsáveis por erguer a estrutura de 1 tonelada para o modo de transporte ou manutenção. Durante a operação, estes cilindros são colocados em posição de “alívio” ou flutuação.



Anotações:

8.4 Cinemática de Acabamento: O Sistema de Borrachas (Strike-off)

O segredo de um microrrevestimento perfeito, sem exsudação e com excelente atrito pneu-pavimento, reside no ajuste do conjunto de borrachas traseiras. A mesa atua com um sistema duplo de contenção e texturização:



- Borracha Primária (Interna/Estrutural): Fabricada em material de alta dureza (frequentemente neoprene ou poliuretano reforçado). Sua função é estrutural: ela segura o volume principal da massa dentro da caixa, forçando o material a preencher as trilhas de roda e as depressões do pavimento antigo. Ela define a espessura nominal da camada.
- Borracha Secundária (Externa/Texturizadora): Mais flexível que a primária, atua logo em seguida. Sua função não é reter peso, mas sim "pentear" os agregados maiores, conferindo a macrotextura final ao pavimento. É esta borracha que deixa o aspecto visual rugoso e uniforme, essencial para a drenagem de água (evitando aquaplanagem).
- Regulagem de Ângulo e Pressão: O operador possui manivelas mecânicas (fusos roscados) para ajustar a pressão e o ângulo de ataque destas borrachas. Um ângulo muito agressivo "rapa" o material, deixando a

camada fina e pobre em asfalto; um ângulo muito solto deixa a camada espessa, correndo o risco de ondulações (corrugações) e tempo de cura excessivo.

8.5 Ajuste de Abaulamento (Crown Adjustment)

As rodovias não são planas; elas possuem uma inclinação do centro para as bordas (abaulamento) para escoamento da água da chuva (geralmente entre 1,5% e 2,5%). A mesa acabadora SControl é bipartida e articulada no centro. Através de tensores mecânicos superiores, o operador pode “quebrar” a mesa, ajustando seu ângulo central para copiar perfeitamente o abaulamento da pista (formato em “V” invertido). Ignorar este ajuste resulta em pavimentos planos que acumulam água no centro da faixa.

8.6 Protocolo Crítico de Limpeza

A mesa acabadora é o ambiente de maior risco de acúmulo de material curado. O polímero da emulsão, ao secar, adere ao aço com uma força comparável à de soldas estruturais.

- Obrigação Operacional: Imediatamente após o término da carga, a mesa deve ser erguida e lavada com o sistema pressurizado de óleo diesel (VAP).
- Os helicoides devem ser girados enquanto recebem o jato de diesel para dissolver qualquer resíduo de asfalto nas palhetas e nos mancais. A negligência neste protocolo resulta no travamento dos eixos e na quebra prematura dos motores hidráulicos na jornada seguinte.

(Nota de Integração: Consulte o Manual de Operações, na seção “Ajustes de Pista”, para visualizar as ilustrações dos fusos de regulação das borrachas e o passo a passo de abertura das extensões).

CONCLUSÃO: A SINERGIA ENTRE A ENGENHARIA E A OPERAÇÃO

A excelência na pavimentação não é alcançada apenas com bons equipamentos, mas com equipes que compreendem profundamente a ferramenta que têm em mãos. Este Manual Técnico Avançado foi concebido para ser a ponte entre a prancheta de engenharia da SR Equipamentos e a realidade implacável do canteiro de obras.

A Importância da Complementaridade: É vital compreender que este material não substitui o Manual de Operações, mas o eleva a um novo patamar.

- O Manual de Operações é o seu guia de navegação diária: ele ensina como ligar a máquina, onde apertar os botões, como inserir o traço na tela e como realizar a limpeza.
- Este Tratado Técnico, por sua vez, ensina o que acontece dentro das mangueiras, blocos e fios quando você aperta aquele botão. Ele fornece o embasamento físico, químico e mecânico para que, diante de um imprevisto, o operador e o mecânico não ajam por tentativa e erro, mas por diagnóstico lógico e preciso.

Um equipamento da magnitude da linha SR SControl, dotado de automação de ponta e hidráulica de alta pressão, exige respeito e conhecimento. Ao dominar os conceitos aqui expostos — desde a química da ruptura da emulsão até a regulação fina das válvulas VFC51 e a arquitetura do bloco eletrônico —, o profissional deixa de ser um mero apertador de botões e torna-se um verdadeiro gestor do processo de pavimentação, garantindo a máxima produtividade, a segurança da equipe e a longevidade do equipamento.



**EQUIPAMENTOS
RODOVIÁRIOS**

EFICIÊNCIA E TECNOLOGIA A SEU FAVOR

EFICIÊNCIA E TECNOLOGIA A SEU FAVOR!

Rodovia PR 862 Km 9 Contorno Norte - Ibiporã / PR.
Fone (43) 3158-3838
srequipamentos.com.br