

MotroLink

Guia Rápido de

Combustível Calibração da tabela VE e dosagem de combustível

MOTROLINK

Sumário

1	Antes de Começar	1
1.1	Compatibilidade	1
1.2	Segurança	1
2	Calibração de Combustível	2
2.1	Conceitos Essenciais	2
2.2	Configurar Injetores	3
2.3	Definir Alvos de Lambda/AFR	5
2.4	Calibrar a Tabela VE	6
2.5	Correção de Aquecimento	7
2.6	Controle em Malha Fechada — STFT	8
2.7	Enriquecimento de Aceleração	10
2.8	Corte na Desaceleração — DFCO	11
2.9	Referência Rápida	12
2.10	Próximos Passos	14

1 Antes de Começar

Este é um dos **Guias Rápidos evoTech** — documentos práticos e focados que cobrem um aspecto específico da calibração. Eles extraem e condensam os procedimentos do *Manual de Calibração evoTech*, eliminando a teoria aprofundada e focando na ação prática.

Teoria e detalhes completos

Para explicações teóricas detalhadas, fundamentos e informações avançadas sobre cada parâmetro, consulte o **Manual de Calibração evoTech** completo.

1.1 Compatibilidade

Este guia aplica-se a toda a família de centralinas evoTech (evoTech4, evoTech8 e evoTech12). Diferenças entre modelos são indicadas ao longo do texto quando aplicável.

1.2 Segurança

Nunca calibre sozinho e cuide da ventilação

Tenha sempre pelo menos uma segunda pessoa presente durante calibração com motor em funcionamento. Nunca opere o motor em ambiente fechado sem ventilação forçada — monóxido de carbono (CO) é inodoro e **letal**. Mantenha um extintor de incêndio ao alcance imediato.

Checklist de segurança

- Extintor de incêndio presente e dentro da validade.
- Segunda pessoa presente e instruída sobre emergências.
- Ventilação adequada no ambiente.
- *Kill switch* funcional e acessível.
- Nenhum vazamento visível de combustível, óleo ou líquido de arrefecimento.
- Alarmes de temperatura e AFR configurados no MotroLink Manager .

2 Calibração de Combustível

Este guia condensa os procedimentos práticos de calibração do sistema de combustível da ECU MotroLink Manager. A calibração de combustível é o coração de qualquer acerto de motor a injeção eletrônica — ela determina potência, consumo, emissões e, acima de tudo, a integridade mecânica do motor.

! Pré-requisitos obrigatórios

Antes de iniciar a calibração de combustível, confirme que:

- O motor dá partida e funciona (mesmo que de forma instável).
- Os sensores de MAP, TPS, CLT e IAT estão calibrados e lendo valores coerentes.
- A sonda lambda **wideband** está instalada, conectada e funcional — verifique no datalog que a leitura de lambda responde a mudanças de carga.
- A configuração do motor (número de cilindros, cilindrada, tipo de ignição, sensor de fase) já foi realizada. Consulte o Manual de Calibração MotroLink Manager, capítulo Configuração do Motor.
- A ignição tem um mapa base funcional. Consulte o Manual de Calibração MotroLink Manager, capítulo Ignição.

2.1 Conceitos Essenciais

2.1.1 Modelo Speed Density

A ECU MotroLink Manager utiliza o modelo **Speed Density** como método primário de cálculo de combustível. Em vez de medir diretamente o fluxo de ar (como um sensor MAF), a ECU *estima* a massa de ar a partir de:

- **MAP** — pressão absoluta no coletor de admissão (kPa).
- **RPM** — rotação do motor.
- **IAT** — temperatura do ar de admissão.
- **VE** — tabela de Eficiência Volumétrica (o fator de correção que você irá calibrar).

A equação simplificada é:

$$\dot{m}_{ar} = \frac{VE \times MAP \times V_d}{R \times T}$$

Uma vez conhecida a massa de ar, a ECU calcula o tempo de injeção:

$$t_{inj} = \frac{\dot{m}_{ar}}{AFR_{alvo} \times \dot{m}_{inj}} + t_{dead}$$

Na prática, **alterar os valores da tabela VE altera diretamente a quantidade de combustível injetado**. Calibrar a VE é calibrar o combustível.

2.1.2 AFR e Lambda — Escala Universal

A relação ar-combustível (AFR) depende do tipo de combustível:

Combustível	AFR Estequiométrico
Gasolina pura (E0)	14,7:1
Gasolina brasileira (E27)	13,1:1
Etanol puro (E100)	9,0:1 a 9,8:1
Metanol (M100)	6,4:1

A escala **Lambda** (λ) normaliza a AFR: $\lambda = AFR_{real} / AFR_{stoich}$.

- $\lambda = 1,0$ — mistura **estequiométrica**. Referência para emissões.
- $\lambda < 1,0$ — mistura **rica** (excesso de combustível).
- $\lambda > 1,0$ — mistura **pobre** (excesso de ar).

Sempre trabalhe em Lambda

Recomenda-se utilizar **Lambda** como escala primária. Um alvo de $\lambda = 0,85$ em WOT funciona igualmente para gasolina, etanol ou qualquer mistura — a ECU converte internamente para a AFR correta com base no tipo de combustível configurado.

2.1.3 Rica para Proteção vs Pobre para Economia

- **Plena carga (WOT):** Use mistura **rica** ($\lambda = 0,82$ a $0,88$). O combustível excedente resfria o cilindro por evaporação e reduz a temperatura dos gases de escape, protegendo pistões, válvulas e turbo contra detonação e superaquecimento.
- **Cruzeiro (carga parcial):** Use mistura levemente **pobre** ($\lambda = 1,05$ a $1,10$). Em cargas moderadas, o risco térmico é baixo e a combustão com leve excesso de ar é mais eficiente e econômica.

Mistura pobre em plena carga — RISCO DE DANOS

Uma mistura pobre ($\lambda > 1,0$) em plena carga é uma das condições mais destrutivas para um motor. Pode causar detonação severa, pré-ignição, fusão de pistões e queima de válvulas em questão de segundos. **Nunca opere o motor em plena carga com lambda acima de 1,0.**

2.2 Configurar Injetores

Configure os injetores **antes** de qualquer calibração de combustível. Dados incorretos aqui causam erros sistemáticos em toda a calibração.

2.2.1 Vazão Nominal (cc/min)

Informe a vazão nominal dos injetores conforme especificação do fabricante (medida a 3 bar / 43,5 psi de pressão diferencial de referência). Se os injetores foram testados em bancada, use o valor medido — pode diferir do nominal em 5–10%, especialmente em injetores usados.

2.2.2 Dead Time (Tabela Tensão × Pressão)

O dead time é o atraso eletromecânico entre o pulso elétrico e a abertura efetiva do injetor. A ECU utiliza uma **tabela bidimensional**:

- **Colunas:** Tensão da bateria (6V a 16V).
- **Linhas:** Pressão diferencial de combustível (kPa ou bar).

Fontes de dados (em ordem de confiabilidade):

1. Dados do fabricante do injetor (Bosch, Injector Dynamics, DeatschWerks, FuelTech, etc.).
2. Medição em bancada de injetores.
3. Bancos de dados da comunidade (usar com cautela).

Dead time incorreto

Um dead time errado causa erros de dosagem que variam com a tensão da bateria. Se estiver muito baixo, o motor fica pobre em baixas tensões (partida, carga elétrica alta). Se estiver muito alto, fica rico. Sempre use dados do fabricante ou medição em bancada.

2.2.3 Tipo de Injeção

- **Sequencial** (recomendado): cada injetor é acionado individualmente no momento correto. Requer sensor de fase. Máxima precisão.
- **Semi-sequencial (Batch Fire)**: injetores acionados em pares. Não requer sensor de fase.
- **Simultânea**: todos os injetores juntos. Modo de emergência.

2.2.4 Limitador de Duty Cycle

Configure o duty cycle máximo entre **85% e 90%**. Isso protege contra sobreposição de pulsos, superaquecimento do injetor e queda de pressão de combustível.

Injetores subdimensionados

Se o duty cycle em plena carga e rotação máxima ultrapassa 80%, os injetores estão subdimensionados. Considere injetores de maior vazão ou injeção escalonada. Consulte o Manual de Calibração MotroLink Manager , capítulo Combustível, seção

Injeção Escalonada.

2.3 Definir Alvos de Lambda/AFR

A tabela de Lambda Alvo define a mistura desejada para cada condição operacional. É uma **tabela bidimensional** com RPM nas colunas e carga (MAP) nas linhas.

2.3.1 Valores Típicos por Região

Região	Lambda Alvo	Observação
Marcha lenta	1,00	Estequiométrico. Estabilidade e emissões. Em alguns motores, $\lambda = 0,98$ melhora a suavidade.
Cruzeiro	1,05 a 1,10	Mistura pobre para economia. Seguro em cargas moderadas.
Transição	1,00 a 0,95	Enriquecer progressivamente ao se aproximar de plena carga.
WOT (plena carga)	0,82 a 0,88	Rica para proteção. Potência máxima tipicamente entre 0,85 e 0,88.

 Diferenças entre combustíveis

Os valores de Lambda acima são **universais** — aplicam-se igualmente a gasolina, etanol ou qualquer mistura. A ECU converte Lambda para AFR internamente com base no combustível configurado. Por isso, sempre configure corretamente o tipo de combustível na ECU antes de calibrar.

2.3.2 Procedimento

1. Preencha a tabela inteira com valores **seguros** antes de dar partida:
 - Região de marcha lenta e cruzeiro: $\lambda = 1,0$.
 - Região de WOT: $\lambda = 0,85$ (conservador e seguro).
2. Após calibrar a tabela VE (próxima subseção), refine os alvos:
 - Empobrecça a região de cruzeiro gradualmente até $\lambda = 1,05$ a $1,10$.
 - Ajuste a região de WOT entre $\lambda = 0,82$ e $0,88$ buscando o melhor compromisso entre potência e segurança.

 Calibre a VE primeiro

A tabela VE define a massa de ar estimada e a tabela de Lambda Alvo define a mistura desejada. Se a VE estiver incorreta, o lambda real não corresponderá ao alvo, independentemente do valor configurado. Sempre calibre a VE primeiro.

2.4 Calibrar a Tabela VE

A tabela VE (Eficiência Volumétrica) é o elemento mais importante de toda a calibração de combustível. Ela é uma matriz bidimensional de RPM $\times$ MAP que define, para cada condição, a eficiência com que o motor aspira ar.

2.4.1 Estrutura e Valores Típicos

- **Colunas (eixo X):** RPM — de 500 RPM (marcha lenta) até a rotação máxima.
- **Linhas (eixo Y):** MAP em kPa — de ~ 20 kPa (desaceleração) até 100 kPa (WOT aspirado) ou 200–300+ kPa (turbo).

Região de Operação	VE Típica (%)
Marcha lenta / carga mínima	15 a 30
Carga parcial média	50 a 70
Plena carga (aspirado, RPM médio)	70 a 95
Pico de torque (aspirado)	80 a 100+
Sob boost (turbo)	100 a 180+

2.4.2 Interpretação Prática

Alterar VE = alterar combustível. Se o lambda medido está *pobre* (acima do alvo), a VE naquele ponto está baixa — aumente-a. Se está *rico* (abaixo do alvo), a VE está alta — diminua-a.

2.4.3 Metodologia de Calibração em 3 Fases

Fase 1 — Ajuste Grossoiro (dar partida)

1. Obtenha uma tabela VE base para um motor similar (cilindrada, aspiração, número de cilindros). Tabelas base estão disponíveis na comunidade MotroLink .
2. Carregue a tabela base na ECU.
3. Dê partida no motor. Se necessário, multiplique toda a tabela por um fator global até obter funcionamento estável.
4. Ajuste a região de marcha lenta até que o lambda lido corresponda ao lambda alvo.

Fase 2 — Ajuste Fino com Sonda Wideband e Datalog

1. Configure o datalogger para gravar: RPM, MAP, Lambda Alvo, Lambda Medido, VE atual.
2. Percorra **todas** as faixas operacionais do motor:
 - Marcha lenta estabilizada.
 - Baixa carga em diversas rotações (1500, 2000, 2500, 3000 RPM...).
 - Carga parcial progressiva.

- WOT (**com cuidado e monitoramento!**).
3. Para cada ponto, compare Lambda medido vs. Lambda alvo:
 - Lambda medido > alvo (pobre): **aumente a VE.**
 - Lambda medido < alvo (rico): **diminua a VE.**
 4. Repita até que toda a tabela esteja calibrada e o lambda corresponda ao alvo em todas as condições.

Fase 3 — Refinamento com STFT/LTFT

1. Ative o controle em malha fechada (STFT) com a sonda wideband.
2. Dirija em diversas condições (cidade, estrada, subida) por tempo suficiente para acumular dados de LTFT.
3. Analise a tabela de LTFT:
 - Correções positivas significativas (>3–5%): VE **baixa demais** — aumente.
 - Correções negativas significativas: VE **alta demais** — diminua.
4. Incorpore as correções do LTFT na tabela VE (some o % do LTFT ao valor de VE correspondente).
5. Zere o LTFT e repita até que as correções fiquem consistentemente abaixo de $\pm 2-3\%$.

! Segurança em WOT

Nunca faça ajustes de VE em plena carga sem monitoramento em tempo real da sonda wideband e da detonação (knock). Comece com VE mais alta que o esperado (mistura rica) e reduza gradualmente. Tenha sempre uma segunda pessoa monitorando os dados, ou configure alarmes para lambda fora da faixa segura.

2.5 Correção de Aquecimento

Quando o motor está frio, o combustível não vaporiza adequadamente — parte condensa nas paredes do coletor e não participa da combustão. A ECU compensa aplicando um **multiplicador de enriquecimento** baseado na temperatura do líquido de arrefecimento (CLT).

2.5.1 Estrutura da Curva

A correção é uma **curva unidimensional**: CLT (eixo X) → Multiplicador (eixo Y).

Temperatura CLT	Multiplicador Típico
Acima de 60–70°C	1,00 (sem correção)
40°C	1,05 a 1,10
20°C	1,10 a 1,20
0°C	1,20 a 1,30
-20°C	1,30 a 1,40

O combustível entregue é: $t_{inj_final} = t_{inj_base} \times multiplicador_{warmup}$.

2.5.2 Ajuste Prático

1. Dê partida com o motor completamente frio (temperatura ambiente).
2. Monitore a sonda lambda wideband e a temperatura CLT simultaneamente.
3. Se a mistura está **pobre** durante o aquecimento (lambda acima do alvo): aumente o multiplicador nas faixas de temperatura correspondentes.
4. Se a mistura está **rica** (fumaça preta, lambda muito abaixo do alvo): reduza o multiplicador.
5. A transição deve ser suave — evite degraus bruscos na curva.

Interação com enriquecimento de partida

A correção de aquecimento atua **após** a partida, durante a fase de aquecimento. O enriquecimento de partida (cranking enrichment) é uma calibração separada. Consulte o Manual de Calibração MotroLink Manager , capítulo Partida.

2.6 Controle em Malha Fechada — STFT

O **Short Term Fuel Trim (STFT)** é o sistema de malha fechada que compara continuamente o lambda medido pela sonda wideband com o lambda alvo e aplica correções instantâneas ao tempo de injeção.

2.6.1 Princípio de Funcionamento

1. A ECU calcula o tempo de injeção base (VE + lambda alvo + vazão + dead time).
2. O combustível é injetado e queimado.
3. A sonda wideband mede o lambda real no escape.
4. A ECU compara: se há diferença (erro), aplica correção percentual:
 - Lambda medido > alvo (pobre): correção positiva (mais combustível).
 - Lambda medido < alvo (rico): correção negativa (menos combustível).

2.6.2 Condições de Ativação

Configure as condições nas quais o STFT opera:

Condição	Valor Típico	Motivo
CLT mínima	40°C	Warmup deve atuar sem interferência.
Tempo após partida	10 s	Aguardar aquecimento da sonda.
Deadband	0,1–0,3%	Faixa de erro ignorada (evita micro-oscilações).
AFR mínimo	12:1	Não corrigir em mistura extremamente rica.
AFR máximo	16:1	Não corrigir em mistura extremamente pobre.

2.6.3 Regiões de Correção

A MotroLink Manager divide o mapa em **quatro regiões** independentes, cada uma com seus próprios limites de correção e velocidade de resposta:

Região	Critério
Idle	RPM abaixo do limiar de idle configurado.
Overrun	Carga abaixo do limiar de overrun (desaceleração).
Power	Carga acima do limiar de potência (WOT).
Normal	Todas as demais condições (cruzeiro).

2.6.4 Limites de Correção e Constante de Tempo

Para cada região, configure:

- **Limite positivo (max add):** +15% a +25% (máxima adição de combustível).
- **Limite negativo (max remove):** -15% a -25% (máxima remoção de combustível).
- **Constante de tempo:** controla a velocidade de convergência da correção. Valores menores = resposta mais rápida; valores maiores = mais suave. Valores típicos: 5–20 s para idle, 10–30 s para cruzeiro.

! STFT como diagnóstico, não como muleta

Se o STFT está constantemente no limite (>15%), a tabela VE está significativamente incorreta naquela região. Corrija a VE manualmente. O STFT deve fazer apenas ajustes finos ($\pm 5\%$ ou menos em uma calibração bem feita).

2.6.5 Ajuste Prático

1. Configure limites conservadores iniciais: max add = 15%, max remove = 15%.
2. Use constantes de tempo maiores (15–20 s) para evitar oscilação.
3. Monitore o STFT em marcha lenta — se oscila, aumente a constante de tempo.
4. Se demora para convergir ao alvo, reduza a constante de tempo gradualmente.
5. Teste em transientes (aceleração e desaceleração). O STFT deve reagir sem overshoots excessivos.
6. A região de Power (WOT) pode ser configurada com limites mais apertados ou desabilitada, dependendo de como deseja operar a plena carga.

2.7 Enriquecimento de Aceleração

O **enriquecimento de aceleração (AE)** é uma correção transitória que adiciona combustível extra durante aberturas rápidas da borboleta. Sem ele, o motor apresenta hesitação momentânea (“flat spot”) ao acelerar.

2.7.1 Por que o AE é Necessário

Quando a borboleta abre rapidamente:

1. O sensor MAP tem um leve atraso na resposta — a ECU calcula combustível com pressão defasada.
2. O aumento de fluxo de ar altera o equilíbrio do filme de combustível nas paredes do coletor (*wall wetting*) — parte do combustível injetado é “absorvida” pelo filme em crescimento, empobrecendo a mistura no cilindro.

2.7.2 Tabela TPS From/To

A ECU utiliza uma tabela bidimensional indexada por **TPS de origem** (linhas) e **TPS de destino** (colunas). Cada célula define quanto combustível extra injetar para aquela transição. A diagonal principal é zero (sem mudança de TPS = sem AE). Valores acima da diagonal representam aceleração.

Exemplo: célula TPS from = 10%, TPS to = 80% define o enriquecimento extra ao pisar rapidamente de 10% para 80% de borboleta.

2.7.3 Correção por RPM

O AE é modulado pela rotação:

- **Baixas rotações** (marcha lenta): mais AE necessário — fluxo baixo, wall wetting pronunciado.
- **Altas rotações**: menos AE necessário — fluxo alto, melhor atomização.

2.7.4 Correção por Temperatura (CLT)

Motor frio requer mais AE (pior vaporização):

Temperatura CLT	Multiplicador AE Típico
Acima de 70°C	1,0
20°C	1,5 a 2,0
-10°C	2,0 a 3,0

2.7.5 Ajuste Prático

1. Aqueça o motor à temperatura operacional.
2. Configure o datalogger para gravar: RPM, TPS, Lambda medido, Lambda alvo, pulso de AE.
3. Em marcha lenta, faça aberturas rápidas de borboleta (“tip-in”) de diferentes magnitudes (10% → 30%, 10% → 60%, 10% → 100%).
4. Observe o lambda durante o transiente:
 - **Pico pobre** (lambda sobe acima do alvo): aumente o AE.
 - **Pico rico** (lambda cai abaixo do alvo): reduza o AE.
5. Teste em diferentes RPMs e repita com motor frio para ajustar a correção CLT.
6. Um AE bem calibrado mantém o lambda praticamente constante durante acelerações, sem hesitação perceptível.

2.8 Corte na Desaceleração — DFCO

O **Deceleration Fuel Cut-Off (DFCO)** corta completamente a injeção de combustível quando o motorista solta o acelerador e o motor é arrastado pelas rodas (freio motor). Economiza combustível e reduz emissões.

2.8.1 Condições de Ativação

O DFCO ativa quando **todas** as condições são verdadeiras simultaneamente:

Condição	Valor Típico
RPM acima de	1500 a 2000 RPM
TPS abaixo de	1–3%
CLT acima de	60°C

2.8.2 Condições de Desativação (Reativação da Injeção)

A injeção é reativada quando **qualquer** condição ocorre:

- **RPM cai abaixo do limiar de desativação:** tipicamente 200–500 RPM abaixo do limiar de ativação (histerese). Exemplo: ativa em 1800 RPM, desativa em 1400 RPM.
- **TPS sobe acima do limiar:** o motorista voltou a pressionar o acelerador.

2.8.3 Temporização de Reativação

- **Atraso de ativação:** 0,5 a 1,0 s — as condições devem permanecer satisfeitas antes de cortar. Evita cortes intermitentes em trânsito urbano.
- **Rampa de reativação:** ao reativar, a ECU pode usar rampa progressiva (0 a 100% em ~200 ms) para evitar o “tranco” de retomada brusca de torque.

Histerese adequada

A histerese entre RPM de ativação e desativação é crucial. Se for muito pequena, o sistema fica ligando e desligando rapidamente, causando “empurrões”. Recomenda-se histerese mínima de 300–500 RPM.

2.9 Referência Rápida

Tabelas consolidadas com os valores típicos para consulta durante a calibração.

2.9.1 Alvos de Lambda por Região

Região	Lambda	AFR (Gasolina E27)
Marcha lenta	1,00	13,1:1
Cruzeiro leve	1,05 a 1,10	13,8:1 a 14,4:1
Transição	1,00 a 0,95	13,1:1 a 12,4:1
WOT (plena carga)	0,82 a 0,88	10,7:1 a 11,5:1
Limite pobre prático	1,10 a 1,15	—
Limite rico seguro WOT	0,82	—

2.9.2 Faixas de VE Típicas

Condição	VE (%)
Marcha lenta / carga mínima	15 a 30
Carga parcial média	50 a 70
WOT aspirado (RPM médio)	70 a 95
Pico de torque aspirado	80 a 100+
Turbo sob boost	100 a 180+

2.9.3 Dead Time Típico

Condição	Dead Time (ms)
Injetor alta impedância @ 14V	0,5 a 1,0
Injetor alta impedância @ 10V	1,0 a 1,5
Injetor baixa impedância	Pode ser maior

2.9.4 Correção de Aquecimento (Warmup)

Temperatura CLT	Multiplicador
> 60–70°C	1,00
40°C	1,05 a 1,10
20°C	1,10 a 1,20
0°C	1,20 a 1,30
-20°C	1,30 a 1,40

2.9.5 STFT — Limites e Configuração

Parâmetro	Valor
Max add (por região)	+15% a +25%
Max remove (por região)	-15% a -25%
Constante de tempo (idle)	5–20 s
Constante de tempo (cruzeiro)	10–30 s
Deadband	0,1–0,3%
CLT mínima de ativação	40°C
Tempo após partida	10 s

2.9.6 DFCO — Condições

Parâmetro	Valor Típico
RPM de ativação	1500 a 2000 RPM
RPM de desativação	1200 a 1500 RPM
Histerese mínima	300 a 500 RPM
TPS máximo	1 a 3%
CLT mínima	60°C
Atraso de ativação	0,5 a 1,0 s
Rampa de reativação	~200 ms

2.9.7 AE — Multiplicadores por CLT

Temperatura CLT	Multiplicador AE
> 70°C	1,0
20°C	1,5 a 2,0
-10°C	2,0 a 3,0

2.10 Próximos Passos

Com a calibração de combustível concluída, os próximos passos recomendados são:

1. **Calibrar o enriquecimento de partida (cranking):** consulte o Manual de Calibração MotroLink Manager , capítulo Partida.
2. **Refinar a ignição:** com o combustível calibrado, o mapa de ignição pode ser otimizado com mais segurança. Consulte o Manual de Calibração MotroLink Manager , capítulo Ignição.
3. **Ajustes avançados de combustível:** correção barométrica, correção por IAT, temperatura de carga estimada, timing de injeção (ângulo de injeção), injeção escalonada e trim por cilindro. Consulte o Manual de Calibração MotroLink Manager , capítulo Combustível.
4. **Calibrar proteções e limites:** limitador de rotação, limitador de boost, corte por temperatura. Consulte o Manual de Calibração MotroLink Manager , capítulo Proteções.
5. **Rodar em condições reais:** após a calibração em bancada ou dinamômetro, dirija o veículo em condições reais (cidade, estrada, subida, variações de temperatura) e monitore o STFT/LTFT para identificar regiões que necessitam de ajuste fino.

! Ordem de calibração resumida

1. Configurar injetores (vazão, dead time, tipo de injeção).
2. Definir alvos de Lambda com valores seguros.
3. Carregar tabela VE base e dar partida.
4. Calibrar VE: marcha lenta → carga parcial → WOT.
5. Calibrar correção de aquecimento (partida a frio).
6. Ativar e ajustar STFT/LTFT.
7. Calibrar enriquecimento de aceleração (AE).
8. Configurar DFCO.
9. Ajustes avançados (IAT, barométrica, injeção escalonada).

Sempre trabalhe com sonda lambda wideband funcional e datalogger ativo. Nunca faça ajustes em WOT sem monitoramento em tempo real.