



COMBUSTÍVEL AUTOMOTIVO -
DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE
OCTANO MOTOR
(MOTOR OCTANE NUMBER - MON)

Método de Ensaio

N-2292

EMENDA

AGO/1991

Esta é a primeira Emenda da N-2292, devendo ser grampeada na frente da Norma, e se destina a modificar o seu texto na seguinte parte:

10.1.2.1 Corrigir na 4ª linha do parágrafo cst (mm^2/s) para mm^2/s (cSt).

CONTEC - Subcomissão nº 20 - Técnicas Analíticas de Laboratório.

COMBUSTÍVEL AUTOMOTIVO – DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE OCTANO MOTOR (MOTOR OCTANE NUMBER – MON)

Método de Ensaio

CONTEC

Comissão de Normas
Técnicas

SC – 20

Técnicas Analíticas
de Laboratório

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos itens da mesma.

Requisito Mandatório: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada (não-mandatória): Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o aprimoramento da mesma, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno na Companhia, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

Apresentação

As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho – GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelos Representantes Locais (representantes das Unidades Industriais, Empreendimentos de Engenharia, Divisões Técnicas e Subsidiárias), são aprovadas pelas Subcomissões Autoras – SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando os Órgãos da Companhia e as Subsidiárias) e aprovadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Superintendências dos Órgãos da Companhia e das suas Subsidiárias, usuários das normas). Uma norma técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 (cinco) anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as normas técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.



COMBUSTÍVEL AUTOMOTIVO -
DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE
OCTANO MOTOR
(MOTOR OCTANE NUMBER - MON)
Método de Ensaio

N-2292
AGO/1991

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma prescreve o método para a determinação das características de detonação de combustíveis automotivos e gasolina de aviação apropriados para uso em motores de ignição por centelha.

1.2 As características de detonação de combustíveis automotivos são reportadas em termos de número de octano motor.

1.3 As características de detonação de gasolinas de aviação são reportadas em termos de número de octano motor para número de octano abaixo de 100 e em termos de número de desempenho para número de octano acima de 100.

2 NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- N-2290 - Combustível automotivo - determinação do número de octano pesquisa (Reserch Octane Number - RON) - Método de Ensaio;
- N-2398 - manutenção e inspeção de unidade para determinação do número de octano (ASTM-CFR) - Procedimento;
- ASTM D 439 - Specification for automotive gasoline;
- ASTM D 843 - Specification for nitration grade xylene;
- ASTM D 2268 - Method for analisys of high-purity n-heptane and isooctane;
- ASTM D 2360 - Test method for trace impurities in monocyclic aromatic hydrocarbons by gas chromatography;
- ASTM D 4057 - Practice for manual sampling of petroleum and petroleum products;
- ASTM E 542 - Standard practice for calibration of volumetric ware.

Origem: CONTEC - Subcomissão nº 20 - Técnicas Analíticas de Laboratório.
Baseada no método ASTM D 2700/90.

Toda Norma é dinâmica, estando sujeita a revisões. Comentários e sugestões, para seu aprimoramento, devem ser encaminhados à Comissão de Normas Técnicas da PETROBRAS - CONTEC.

Palavras-chave: combustível automotivo - número de octano motor MON
- gasolina de aviação.

3 RESUMO

O número de octano motor de um combustível é determinado por comparação de sua tendência de detonação com as apresentadas por misturas de combustíveis de referência de número de octano conhecido, sob condições normalizadas. Variando-se a taxa de compressão para a amostra, obtém-se a intensidade de detonação avaliada por um medidor de detonação eletrônico. O resultado é obtido por cálculo das leituras do indicador de detonação para a amostra e os combustíveis de referência.

4 SIGNIFICADO E USO

4.1 O ensaio do método motor corresponde a um motor ciclo OTTO em regime de altas velocidades. Em conjunto com o método pesquisa (ver norma PETROBRAS [N-2290](#)) define a qualidade antidetonante de um combustível automotivo. O ensaio de laboratório utiliza um motor monocilíndrico e requer um ajuste perfeito da relação combustível/ar e da taxa de compressão para produzir a condição de intensidade de detonação. A qualidade antidetonante de um combustível automotivo é determinada por comparação deste com as misturas de combustíveis de referência com composição volumétrica estabelecida por uma escala de número de octano.

4.2 Correlações empíricas permitem o cálculo do desempenho antidetonante de um combustível automotivo baseado na seguinte equação geral:

$$\text{Índice de octano} = (K1 \times \text{N.O.Pesquisa}) + (K2 \times \text{N.O.Motor}) + K3$$

(Nota 1)

4.2.1 Os valores de K1, K2 e K3 variam de veículo para veículo, dependendo das condições de uso, bem como, das características da transmissão e do motor. Os coeficientes são baseados em determinações do número de octano realizadas em estradas para combustíveis representativos dos usados nos ensaios de laboratório.

4.2.2 É comum simplificar-se a equação acima para representar o desempenho antidetonante médio do universo total de veículos. A equação simplificada do ASTM D 439 é:

$$\text{Índice de octano} = 0,5 \text{ do N.O.Pesquisa} + 0,5 \text{ do N.O.Motor} + 0,0$$

Também apresentada comumente:

$$\text{Índice de octano} = \frac{\text{RON} + \text{MON}}{2}$$

Onde:

RON = N.O.Pesquisa;
MON = N.O.Motor.

Nota 1: O índice de octano é também chamado de índice antidetonante.

4.3 A qualidade antidetonante dos combustíveis automotivos é também importante na operação de motores estacionários e outras aplicações de motores não automotivos.

4.4 O número de octano pelo método Motor é, também, usado para determinar a qualidade antidetonante de gasolina de aviação em condições operacionais de mistura pobre. Resultados obtidos por este método podem ser convertidos em um número equivalente à determinação anterior pelo método de aviação, por correlação empírica derivada.

4.5 Este método é usado por fabricantes de motores, refinarias de petróleo e distribuidores como uma medida de especificação principal, para assegurar que o combustível atende as exigências do motor.

5 DEFINIÇÕES

Para fins desta Norma são adotadas as seguintes definições:

5.1 Taxa de compressão

Relação entre o volume da câmara de combustão quando o pistão está no ponto morto inferior (PMI) e o volume quando o pistão está no ponto morto superior (PMS). Neste método relaciona-se diretamente com a altura do cilindro.

5.1.1 Altura do cilindro

Posição relativa do cilindro do motor em relação ao pistão. É indicada por um micrômetro ou contador digital (Figura 1).

5.2 Sensor de detonação (pick-up)

Transdutor do tipo magnetostritivo, fixado ao cilindro do motor. Exposto à pressão da câmara de combustão fornece um sinal de tensão ao medidor de detonação (detonation meter), que é proporcional à taxa de alteração da pressão do cilindro.

5.3 Medidor de detonação (detonation meter)

Equipamento condicionador de sinal/amplificador eletrônico. Recebe o sinal do sensor de detonação e fornece um sinal elétrico para leitura em um indicador de detonação (knockmeter) ou registro em gráficos. Os medidores de detonação podem ser encontrados nos modelos 501-A, 502-AP, 501-T e 501-C. Instruções para ajuste do medidor de detonação (Figura 2) são encontradas na norma PETROBRAS [N-2398](#).

5.4 Tabela de altura do cilindro x número de octano

Relação, em intensidade de detonação especificada, entre a altura do cilindro (taxa de compressão) e o número de octano de combustíveis de referência primária. Os valores da Tabela referem-se à pressão barométrica normal - 101,3 kPa (22,92 in Hg).

5.5 Intensidade de detonação

Medida do nível de detonação produzida quando o combustível é avaliado na unidade de teste, sob condições normalizadas.

5.6 Indicador de detonação (knockmeter)

Escala com divisões de 0 a 100, que indica a intensidade da detonação fornecida pelo medidor de detonação (detonation meter).

5.7 Relação combustível/ar para intensidade máxima de detonação

É a proporção de combustível para ar que produz a maior intensidade de detonação para cada combustível nas condições normalizadas. É definido no visor do nível de combustível o carburador, segundo os limites estabelecidos de 17,8 a 43,2 mm (0,7 a 1,7 in).

5.8 Leitura no micrômetro

Indicação da altura do cilindro, graduada para um ajuste básico a uma determinada compressão, quando o motor é ligado. Leitura equivalente pode ser obtida no contador digital.

5.9 número de octano

Medida da resistência de um combustível à detonação. É determinada, por comparação, da intensidade de detonação de um combustível teste com a de misturas específicas de combustível de referência primária.

5.10 Combustíveis de referência primária

Isooctano, n-heptano, misturas volumétricas de isooctano e n-heptano ou misturas de chumbo tetraetila diluído em isooctano.

5.10.1 Combustíveis de referência primária de número de octano acima de 100

Volume de chumbo tetraetila (mℓ) diluído em 400 mℓ de isooctano que caracteriza número de octano acima de 100, de acordo com uma relação empiricamente determinada (Tabela 9).

5.10.2 Combustíveis de referência primária de número de octano abaixo de 100

Valor do volume percentual de isooctano em n-heptano que identifica o número de octano da mistura. Ao isooctano é atribuído o valor igual a 100 e ao n-heptano o valor igual a zero.

5.11 Abetura do medidor de detonação (spread)

Sensibilidade do medidor de detonação (detonation meter), expressa em divisões do indicador de detonação (knockmeter), por número de octano.

5.12 Misturas de calibração com tolueno

Misturas volumetricamente dosadas de dois ou mais dos seguintes compostos: tolueno, n-heptano, iso octano e chumbo tetraetila diluído, que possuem número de octano empiricamente determinado e tolerância com variação especificada. Estas misturas são sensíveis às condições operacionais do motor. Definem se a unidade de teste encontra-se em condições aceitáveis como um pré-requisito, para determinar a característica de detonação de um combustível para qualquer faixa de número de octano.

5.13 Conversão para o método de aviação, baseado no número de octano motor

Relação empírica, entre o número de octano motor e conversão pelo método de aviação (mistura pobre), conforme fornecida na Tabela 10 e definido como número de octano para combustíveis abaixo de 100 e número de desempenho para combustíveis acima de 100.

5.14 Tabelas e figuras

Todas as Tabelas e Figuras mencionadas neste método encontram-se relacionadas nos ANEXOS "A" e "B", respectivamente. As Tabelas são divididas em função da altitude em que os laboratórios estão localizados.

6 APARELHAGEM (Nota 2)

6.1 A unidade de teste, montada numa base estacionária, conforme Figura 1, consiste dos seguintes componentes.

6.1.1 Componente mecânico

Consiste de um motor monocilíndrico de taxa de compressão variável.

6.1.2 Componente elétrico

Motor síncrono com frequência fixa em 60 Hz, acoplado ao volante do motor monocilíndrico através de correias, que o mantém com rotação estabilizada em 900 ± 9 rpm.

6.1.3 Componente eletrônico

Consiste de uma malha destinada a transformar em sinal elétrico as ondas de choque produzidas no ensaio do combustível. Os principais integrantes dessa malha são:

- a) sensor de detonação (pick-up) - montado no cabeçote do motor monocilíndrico;

- b) medidor de detonação (detonation meter) - montado no painel;
- c) indicador de detonação (knockmeter) - montado sobre o painel.

Nota 2: A sala onde está instalada a unidade de teste deve possuir temperatura controlada, pois esta pode influenciar os resultados dos ensaios.

6.2 Componentes volumétricos

6.2.1 Buretas

6.2.1.1 Para medição de combustíveis de referência primária e de misturas de calibração com o tolueno, recomenda-se a utilização de buretas com zero automático, conforme especificações na Figura 6. Devem ser calibradas conforme a norma ASTM E 542.

6.2.1.2 Para medição de CTE diluído, utilizar bureta conforme especificação descrita na Figura 7. Deve ser calibrada de acordo com a norma ASTM E 542.

6.2.2 Recipientes para combustíveis de referência primária e misturas de calibração com tolueno

Frascos de vidro com boca esmerilhada e capacidade de 500 a 1000 ml.

7 MATERIAIS

7.1 Combustíveis de referência primária.

7.1.1 Isooctano, 2, 2, 4 - trimetilpentano, com grau de pureza mínima de 99,75% em volume, determinado de acordo com o método ASTM D 2268 (Nota 3).

7.1.2 Normal-heptano com grau de pureza mínima de 99,75% em volume, determinado de acordo com o método ASTM D 2268 (Nota 3).

7.2 Combustíveis de calibração

7.2.1 Tolueno com grau de pureza mínima de 99,50% em volume, determinado de acordo com o método ASTM D 2360 (Nota 3).

7.2.2 Misturas de calibração com tolueno como especificadas na Tabela 8. Estas misturas não devem ser utilizadas como combustíveis de referência primária nas determinações do número de octano (Nota 3).

Nota 3: Estocar em recipientes inertes, pois são excelentes solventes e podem ser contaminados.

7.3 Chumbo tetraetila (CTE)

7.3.1 Diluído

O ingrediente ativo chumbo tetraetila é fornecido diluído em latas de 1 ℓ especialmente preparadas para uso em laboratório. Qualquer lata aberta há mais de 6 meses deve ser descartada.

7.3.2 Concentrado

O CTE quando adquirido na forma concentrada, deve ser diluído com solvente que consiste de 70 volumes de xileno, grau nitração (conforme método ASTM D 843), e 30 volumes de n-heptano. Essa mistura diluente deve ser adicionada à mistura antidetonante concentrada, de modo que 1 ml de fluido diluído adicionado a 400 ml de combustível seja equivalente a 1 ml de CTE por 3,785 ℓ de combustível.

8 PRECAUÇÕES DE SEGURANÇA

8.1 Antes de iniciar qualquer manuseio com reagentes, materiais e equipamentos, consultar e aplicar os procedimentos apropriados de segurança e os de operação dos equipamentos.

8.2 O ANEXO C contém algumas informações de segurança referentes à operação e reagentes a serem utilizados pelo método.

9 AMOSTRAGEM

Amostrar de acordo com o procedimento descrito no método ASTM D 4057.

10 EXECUÇÃO DO ENSAIO

10.1 Pré-operação (motor parado)

Verificar e/ou ajustar, antes de colocar o motor em funcionamento, os itens descritos a seguir.

10.1.1 Sistema de controle da umidade do ar de admissão

10.1.1.1 Desumidificador

Ligar o desumidificador 30 minutos antes de dar partida no motor. Verificar o nível da solução do reservatório (3/4 do volume com o desumidificador em funcionamento), completando, se necessário, com uma solução contendo etileno glicol em água destilada (1:5).

10.1.1.2 Torre de gelo

A altura da carga de gelo deve estar, no mínimo, 91 cm acima da tela. As condições de enchimento de gelo são importantes, pois afetam o escoamento de ar. Os pedaços de gelo, em lascas ou cubos, não devem aglomerar-se a ponto de restringir a admissão de ar no motor e nem formar anéis que impeçam o controle adequado da umidade. Evitar que isso ocorra, revolvendo a carga de gelo várias vezes durante o dia. Um vácuo superior a 12,5 mm de água, medido por manômetro de água ligado à tubulação de compensação de entrada do ar de admissão (Figura 1), indica uma restrição indevida do escoamento de ar. Esta restrição pode ser resultante de uma condição imprópria do gelo ou de entupimento da tela no fundo da torre.

10.1.2 Óleo lubrificante

10.1.2.1 Verificar o nível no visor do carter (Figura 5), completando-o caso esteja abaixo do meio. Com o motor parado, o nível deve estar ligeiramente acima do meio. Utilizar óleo SAE 30 com viscosidade cinemática de 9,62 a 12,93 cst (mm²/s) a 98,9°C (210°F) e com índice de viscosidade não menor que 85. Não usar óleos contendo melhorador de índice de viscosidade ou multiviscosos. Trocar a cada 50 horas de operação.

10.1.2.2 Ligar o aquecedor do óleo do carter (oil heater) (Figura 2). Aguardar que a temperatura atinja 57,0 ± 8,5°C (135 ± 15°F).

10.1.3 Sistema de refrigeração

Usar no condensador (Figura 1), como líquido refrigerante, água destilada com um inibidor de corrosão adequado, tal como 5 g de cromato de sódio ou de potássio em 1600 ml de água. Completar o nível, quando necessário, apenas com água destilada. Quando exigido pela baixa pressão barométrica, usar como líquido refrigerante, água destilada com etileno glicol em quantidade suficiente para manter a temperatura de operação especificada. Adicionar, em tais casos, 5 g de nitrito de sódio ou fosfato de trietanolamina como agente inibidor de corrosão. Os cromatos não são satisfatórios em presença de etileno glicol.

10.1.4 Pontos de lubrificação

10.1.4.1 Lubrificar com o mesmo óleo usado no carter, os seguintes pontos:

- a) mancais dos balancins (Figura 4);
- b) semi-esferas dos balancins (Figura 4);
- c) parafuso de regulagem da abertura das válvulas (Figura 4);
- d) eixo do distribuidor (Figura 5);
- e) eixo sem-fim de acionamento da coroa (Figura 4);
- f) parte externa do cilindro (Figura 4).

10.1.5 Outras verificações e/ou ajustes

10.1.5.1 Verificar e ajustar, se necessário, o zero mecânico do indicador de detonação (knockmeter). Ver Figura 2.

10.1.5.2 Ligar o medidor de detonação (interruptor power) (Figura 2).

10.1.5.3 Verificar e ajustar, se necessário, a taxa de compressão (altura do cilindro), até a leitura de 0,825 no micrômetro ou 264 no contador digital, utilizando a manivela acoplada ao eixo sem fim, ou o acionador do motor elétrico localizado no painel.

10.1.5.4 Coincidir a fenda da lâmpada neon com o zero da escala do avanço da centelha, com o motor no PMS (Ponto Morto Superior) (Figura 5).

10.1.5.5 Folga de vela

Verificar e ajustar, se necessário, a folga entre os eletrodos em $0,51 \pm 0,13$ mm ($0,020 \pm 0,005$ in).

10.1.5.6 Folga do platinado

Verificar e ajustar, se necessário, a folga entre os contatos em 0,51 mm (0,020 in). Para um sistema de ignição eletrônica, a medida básica da folga entre o transdutor e o rotor (palheta) é de 0,08 a 0,13 mm (0,003 a 0,005 in).

10.1.5.7 Manuseio da amostra

- a) observar seu aspecto visual. Verificar se os resultados dos ensaios de destilação e de goma atual estão de acordo com a especificação para combustível automotivo;
- b) resfriar a amostra a uma temperatura entre 2 e 10°C (35 e 50°F), antes de abrir o recipiente;

- c) usar, para amostras muito voláteis, cuba do carburador com camisa externa de refrigeração. A refrigeração pode ser realizada por mangueiras ligadas ao reservatório do líquido refrigerante do desumidificador ou qualquer banho apropriado, desde que a temperatura não seja inferior a 0,5°C (33°F).

10.1.5.8 Abastecer uma das cubas com o combustível para aquecimento (Notas 4 e 5). Utilizar combustível com baixo teor de goma e número de octano suficientemente alto para evitar pré-ignição.

Nota 4: Nunca utilizar recipiente metálico para verter combustíveis nas cubas do carburador (ANEXO C).

Nota 5: Ao verter o combustíveis na cuba do carburador, é boa prática deixar a válvula do dreno aberta durante um curto período de tempo, a fim de eliminar os resíduos remanescentes do recipiente e condutos. Purgar o sistema, abrindo e fechando a válvula de dreno algumas vezes, para liberar quaisquer bolhas existentes.

10.2 Operação (motor em funcionamento)

na primeira vez em que o motor for acionado, ou após cada revisão, girar o volante manualmente de forma a dar duas ou três revoluções completas, para verificar se todas as partes se movimentam livremente.

10.2.1 Partida

10.2.1.1 Acionar e manter o interruptor de partida, em posição "start", até a pressão do óleo atingir a faixa de 134 kPa (20 psi) a 239 kPa (35 psi) (Figura 2).

10.2.1.2 Abrir as válvulas da água:

- a) de refrigeração do condensador;
- b) do "spray";
- c) do tubo flexível do escape.

10.2.1.3 Verificar se a pressão do óleo manteve a faixa de de 134 kPa (20 psi) a 239 kPa (35 psi). Caso contrário, parar o motor e consultar a norma PETROBRAS [N-2398](#).

10.2.1.4 Acionar os interruptores de ignição (ignition), aquecedor do ar (air heater), aquecedor do mistura (mixture heater), controlador de temperatura (temperature controller), operação (operate) e posicionar a válvula seletora de combustível (Figura 3) para a cuba do carburador, previamente abastecida com o combustível para aquecimento (Figura 2).

10.2.1.5 Ajustar a altura da cuba (relação combustível/ar) em 1,2 na escala do visor do nível de combustível do carburador (Figura 3). Se não ocorrer detonação em 30 segundos, girar a válvula seletora de combustível para uma posição intermediária e consultar a norma PETROBRAS [N-2398](#).

10.2.1.6 Verificar a ocorrência de vazamentos, examinando os seguintes fluidos:

- a) líquido refrigerante: no cabeçote do motor e no condensador;
- b) óleo lubrificante: em torno do carter do motor, tubulações e bomba de óleo lubrificante;
- c) combustível: no sistema de cubas para abastecimento do carburador;
- d) água: no sistema externo do condensador, no tubo flexível do escape e no sistema de "spray" do escape.

10.2.1.7 Verificar a ocorrência de ruído estranho, especialmente ruído mecânico. Se positivo, avaliá-lo, e proceder à(s) correção(ões) necessária(s).

10.2.2 Aquecimento

São descritos, a seguir, procedimento para as verificações e/ou ajustes necessários à operação do motor, durante o período de aquecimento.

10.2.2.1 Rotação

Verificar, com auxílio de um tacômetro, se o valor está em 900 ± 9 rpm. Caso contrário, consultar a norma PETROBRAS [N-2398](#).

10.2.2.2 Pressão do óleo

Ler no manômetro sobre o painel (Figura 2) e, se necessário, ajustar a válvula reguladora de pressão de acordo com as instruções constantes na norma PETROBRAS [N-2398](#). O valor deve ser de 170 a 200 kPa (25 a 30 psi).

10.2.2.3 Temperatura do óleo

Ler no termômetro e, se necessário, ajustar no termostato, ambos localizados sobre o painel. O valor deve estar na faixa de $57,0 \pm 8,5^{\circ}\text{C}$ ($135,0 \pm 15^{\circ}\text{F}$) com o sensor completamente imerso no óleo do carter (Figura 2).

10.2.2.4 Temperatura do líquido refrigerante

Ler no termômetro (ASTM 82F ou 82C) localizado no tubo curvo junto ao condensador (Figura 4). O valor deve estar na faixa de $100 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ ($212 \pm 3^{\circ}\text{F}$), com tolerância de $0,5^{\circ}\text{C}$ (1°F) durante o ensaio. O controle é feito, mantendo-se o nível do líquido refrigerante na marca "level hot", a sua concentração constante e a vazão suficiente de água de refrigeração do condensador.

10.2.2.5 Umidade do ar de admissão

Assegurar o cumprimento das condições do item 10.1.1. O valor deve ser de 0,00356 a 0,00712 kg de água/kg de ar seco (25 a 50 grãos de água/lb de ar seco).

10.2.2.6 Temperatura do ar de admissão

Ler no termômetro (ASTM 83C ou 83F) fixado no tubo de admissão de ar (Figura 1). Utilizar essa temperatura para calibração do motor e determinação de amostras. O valor deve ser de $38 \pm 2,8^{\circ}\text{C}$ ($100 \pm 5^{\circ}\text{F}$).

10.2.2.7 Temperatura da mistura combustível/ar

Ler no termômetro (ASTM 86C ou 86F) fixado ao aquecedor da mistura combustível/ar. O valor deve ser de $149,0 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ ($300 \pm 2^{\circ}\text{F}$). Se uma mistura de calibração com tolueno com número de octano entre 79,0 e 93,0 não se encontrar dentro das tolerâncias especificadas na Tabela 8, é permissível ajustar a temperatura da mistura combustível/ar na faixa de 141°C (285°F) a 157°C (315°F), de modo que se obtenha o valor especificado (Nota 8).

10.2.2.8 Avanço da centelha

Observar na escala graduada montada sobre o disco fixado na extremidade frontal do eixo de manivelas, com o auxílio da lâmpada neon fixada no mesmo ponto. Para ajustar, mover a mesa do distribuidor até obter o valor especificado - 26 graus antes do ponto morto superior APMS (BTDC) - para uma leitura do micrômetro igual a 0,825 ou 264 no contador digital, não corrigidos em função da pressão barométrica.

10.2.2.9 Ajuste básico do braço de controle da mesa do distribuidor

O braço digital deve estar na posição horizontal, quando a leitura, no micrômetro, indicar 0,825 ou 264 no contador digital.

10.2.2.10 Variação do avanço da centelha em função da taxa de compressão (altura do cilindro)

É controlada automaticamente para fornecer:

QUADRO 1 - Variação do avanço da centelha

Leitura do micrômetro (pol)	Leitura do contador digital	Avanço da centelha (graus APMS (BTDC))
0,825	264	26
0,773	337	25
0,721	410	24
0,669	484	23
0,617	556	22
0,565	630	21
0,513	704	20
0,461	777	19
0,408	851	18
0,356	925	17
0,304	998	16
0,252	1072	15
0,200	1145	14

10.2.2.11 Folga de válvulas

Verificar com o motor em operação, utilizando um combustível de número de octano igual a 100, nas condições normalizadas. Introduzir a lâmina de um calibre entre a meia esfera do balancim e a ponta da haste da válvula. O valor deve ser $0,20 \pm 0,03$ mm ($0,008 \pm 0,001$ in). Ajustar, se necessário, o parafuso do balancim, até a folga atingir o valor especificado acima (Figura 4). Consultar a norma PETROBRAS [N-2398](#).

10.2.2.12 Vácuo do carter

Ler no manômetro (Figura 2) e, se necessário, ajustar na válvula de alívio da pressão do carter, conforme norma PETROBRAS [N-2398](#). O valor deve estar entre 25,4 mm H₂O (1 in H₂O) e 254 mm H₂O (10 in H₂O).

10.2.2.13 Ajuste do zero eletrônico do indicador de detonação (knockmeter)

Verificar e ajustar, se necessário, através do parafuso com inscrição "zero" no medidor de detonação (Figura 2). Ajustes frequentes indicam necessidade de proceder à aferição da linearidade do indicador de detonação (knockmeter), de acordo com a norma PETROBRAS [N-2398](#).

10.2.2.14 Pressão barométrica ambiente

Verificar e corrigir, se necessário, as leituras do micrômetro ou contador digital para pressão barométrica normal de 101,3 kPa (29,92 in Hg) durante a operação do motor, conforme as Tabelas 7 ou 7A. Para a unidade equipada com mecanismo compensador, é suficiente posicioná-lo no valor da pressão barométrica ambiente corrigida, pois desse modo todas as leituras ficam automaticamente corrigidas para a pressão barométrica normal de 101,3 kPa (29,92 in Hg).

10.2.2.15 Sumário das condições exigidas para a execução do ensaio

- rotação, rpm..... 900 ± 9
- óleo do carter, grau SAE..... 30
- pressão do óleo à temperatura de operação, kPa (psi) 170 a 200 (25 a 30)
- temperatura do óleo do carter, °C (°F) 57 ± 8,5 (135 ± 15)
- temperatura do líquido refrigerante:
 - Faixa, °C (°F) 100 ± 1,5 (212 ± 3)
 - Tolerância, °C (°F) ± 0,5 (± 1)
- umidade do ar de admissão, kg de água/kg de ar seco (grãos água/lb ar seco) 0,00356 a 0,00712 (25 a 50)
- temperatura do ar de admissão, °C (°F) 38 ± 2,8 (100 ± 5)
- temperatura da mistura combustível/ar, °C (°F) 149 ± 1,1 (300 ± 2)
- avanço da centelha, graus antes do PMS (a)
- folga da vela, mm (in)..... 0,51 ± 0,13 (0,020 ± 0,005)
- folga do platinado, mm (in)..... 0,51 (0,020)
- folga entre o rotor e o transdutor, mm (in) 0,08 a 0,13 (0,003 a 0,005)
- folga das válvulas..... (b)
 - admissão, mm (in)..... 0,20 ± 0,03 (0,008 ± 0,001)
 - descarga, mm (in)..... 0,20 ± 0,03 (0,008 ± 0,001)
- mistura combustível/ar..... ajustada para detonação máxima
- vácuo do carter, mm H₂O (in H₂O) 25,4 a 254 (1 a 10)
 - a) varia automaticamente com a taxa de compressão (altura do cilindro). Veja no item 10.2.2.10 o ajuste do avanço para as leituras no micrômetro ou contador digital;
 - b) medido com o motor em condições normalizadas de operação com combustível de nº de octano igual a 100.

10.2.3 Seqüência operacional para calibração do motor

A calibração do motor na faixa do número de octano da amostra assegura a obtenção de resultados, conforme a precisão estabelecida pelo método, e deve ser precedida pelo cumprimento de todos os ajustes já mencionados. A freqüência de calibração deve ocorrer de acordo com as seguintes condições de trabalho:

- a) no início de cada dia operacional, para laboratórios que não operam durante a noite;
- b) sempre que ocorrer troca de operadores;
- c) quando ocorrer uma parada do motor superior a duas horas;
- d) quando ultrapassar um período de funcionamento contínuo superior a 7 horas;
- e) quando se realizar ajustes ou mudança de equipamento durante qualquer parada do motor;
- f) quando houver uma alteração na pressão barométrica igual ou superior a 0,34 kPa (0,10 in Hg).

10.2.3.1 Estimativa preliminar da amostra e pesquisa da mistura de calibração com tolueno

- a) verter a amostra em uma das cubas do carburador (ver Notas 4 e 5). Posicionar a válvula seletora de combustível para operar com essa cuba;
- b) aumentar a taxa de compressão, abaixando o cilindro até que a agulha do indicador de detonação (knockmeter) indique um valor em torno de 40;
- c) ajustar a relação combustível/ar, conforme item 10.2.3.3 (f);
- d) variar a taxa de compressão até obter no indicador de detonação (knockmeter), aproximadamente, o meio da escala (50 ± 5). Registrar este valor e o do micrômetro ou do contador digital;
- e) com o valor registrado do micrômetro ou do contador digital, corrigido conforme as Tabelas 7 ou 7A, obter nas Tabelas 1 a 6, o número de octano estimado da amostra;
- f) pesquisar e preparar a mistura de calibração com tolueno, cujo valor encontrado na Tabela 8 esteja mais próximo do número de octano da estimativa preliminar da amostra.

10.2.3.2 Combustíveis de referência primária

Utilizar combinações dos combustíveis definidos no item 5.10, ou seja, isooctano e n-heptano para combustíveis com número de octano abaixo de 100; isooctano + chumbo tetraetila diluído para combustíveis acima de 100, de acordo com a Tabela 9. Para se obter a calibração do motor, preparar os combustíveis de referência primária, de modo a interpolar a mistura de calibração com tolueno (aproximadamente 1 número de octano acima e 1 abaixo do seu valor) e não ultrapassar 2 números de octano, a diferença entre os valores dos combustíveis de referência primária. Para a faixa de número de octano entre 100,0 e 103,5, usar combustíveis de referência primária conforme os valores a seguir: 100,00 e 100,7; 100,7 e 101,3; 101,3 e 102,5; 102,5 e 103,5. Não estocar os combustíveis de referência primária e misturas de calibração com tolueno. Prepará-los durante a operação do motor, devido a perdas por evaporação.

10.2.3.3 Ajustes preliminares para obtenção da leitura da mistura de calibração com tolueno

- a) verter a mistura de calibração com tolueno em uma das cubas do carburador (Notas 4 e 5). Posicionar a válvula seletora de combustível para operar com essa cuba;
- b) procurar a leitura do micrômetro (Tabelas 1, 3 e 5) ou do contador digital (Tabelas 2, 4 e 6) para o número de octano correspondente à taxa de compressão da mistura de calibração com tolueno que está sendo utilizada. Corrigir em função da pressão barométrica ambiente, conforme item 10.2.2.14;
- c) ajustar a taxa de compressão (altura do cilindro) para estabelecer no micrômetro ou contador digital o valor obtido após a correção em função da pressão barométrica ambiente;
- d) ajustar a leitura no indicador de detonação (knockmeter) para um valor em torno de 40, com o auxílio do potenciômetro "Meter Reading", localizado no medidor de detonação (detonation meter) (Figura 2);
- e) ajustar a relação combustível/ar para obter a leitura da intensidade máxima de detonação no indicador de detonação (knockmeter), atuando no parafuso de ajuste do nível de combustível no carburador (Figura 3). Iniciar o movimento da cuba, de baixo para cima, considerando inclusive o ponto médio entre duas marcações consecutivas no visor do nível de combustível no carburador, até obter a maior leitura no indicador de detonação (knockmeter). Registrar o valor do nível de combustível que, após o ajuste, deve estar entre 17,8 a 43,2 mm (0,7 a 1,7 in). Na impossibilidade de se obter o ajuste no intervalo citado, consultar a norma PETROBRAS N-2398;
- f) ajustar a leitura no indicador de detonação (knockmeter) para, aproximadamente, o meio da escala (50 ± 5), com o auxílio do potenciômetro "Meter Reading".

10.2.3.4 Ajustes preliminares para obtenção da leitura dos combustíveis de referência primária

Os itens a seguir são aplicáveis para os dois combustíveis de referência primária.

- a) verter o combustível de referência primária em uma das cubas do carburador (Notas 4 e 5). Posicionar a válvula seletora de combustível para operar com essa cuba;
- b) procurar a leitura do micrômetro nas Tabelas 1, 3 e 5 ou do controlador digital nas Tabelas 2, 4 e 6, para o número de octano correspondente à taxa de compressão do combustível de referência primária que está sendo utilizado. Corrigir em função da pressão barométrica ambiente, conforme item 10.2.2.14;
- c) ajustar a taxa de compressão (altura do cilindro), conforme item 10.2.3.3 (c);

- d) ajustar a relação combustível/ar para obter a leitura da intensidade de detonação, conforme item 10.2.3.3 (e).

10.2.3.5 Obtenção da 1ª série de leituras com as misturas de calibração com tolueno e com os combustíveis de referência primária

- a) selecionar a cuba do carburador contendo a mistura de calibração com tolueno e ajustar a taxa de compressão (altura do cilindro) para o mesmo;
- b) estabelecer, no visor do nível de combustível no carburador, o valor previamente encontrado para a relação combustível/ar da mistura de calibração com tolueno no item 10.2.3.3 (e);
- c) reajustar a leitura no indicador de detonação (knockmeter) para, aproximadamente, o meio da escala (50 ± 5), com o auxílio do potenciômetro "Meter Reading", se necessário. Registrar esse valor;
- d) selecionar a cuba do carburador contendo o combustível de referência primária de menor número de octano (primeiro combustível de referência), mantendo a taxa de compressão (altura do cilindro) estabelecida para a mistura de calibração com tolueno;
- e) aguardar o tempo necessário para se obter no indicador de detonação (knockmeter), uma leitura estabilizada no maior valor da escala. Registrar esse valor se estiver abaixo de 80 divisões;
- f) no caso da leitura registrada no item anterior ultrapassar 80 unidades na escala do indicador de detonação (knockmeter), agir de acordo com as possibilidades a seguir:

I - Proceder à aferição da linearidade do indicador de detonação (knockmeter), de acordo com instruções na norma PETROBRAS [N-2398](#). Ligar e aquecer o motor. Repetir os itens 10.2.3.5 (d) e 10.2.3.5 (e). Se a condição do item 10.2.3.5 (e) for atingida, passar para o item 10.2.3.5 (g), caso contrário, executar a possibilidade II.

II - Selecionar a cuba do carburador contendo a mistura de calibração com tolueno e reduzir o valor do potenciômetro "spread" (Figura 2), localizado no medidor de detonação (detonation meter), em torno de uma unidade. Reajustar a leitura no indicador de detonação (knockmeter), conforme item 10.2.3.3 (f), e registrar esse valor. Repetir os itens 10.2.3.5 (d) e 10.2.3.5 (e). Se a condição do item 10.2.3.5 (e) não for atingida, repetir este subitem tantas vezes quantas forem necessárias.

- g) selecionar a cuba do carburador contendo o combustível de referência primária de maior número de octano (segundo combustível de referência), mantendo a taxa de compressão (altura do cilindro) estabelecida para a mistura de calibração com tolueno;

- h) aguardar o tempo necessário para se obter, no indicador de detonação (knockmeter), uma leitura estabilizada no maior valor na escala. Registrar esse valor se estiver acima de 20 divisões;
- i) no caso da leitura registrada no item anterior não ultrapassar 20 unidades na escala do indicador de detonação (knockmeter), agir de acordo com as possibilidades a seguir:

I - Proceder à aferição da linearidade do indicador de detonação (knockmeter), de acordo com instruções na norma PETROBRAS N-2398. Ligar e aquecer o motor. Repetir os itens 10.2.3.5 (g) e 10.2.3.5 (h). Se a condição do item 10.2.3.5 (h) for atingida, passar para o item 10.2.3.5 (j); caso contrário, executar a possibilidade II.

II - Selecionar a cuba do carburador contendo a mistura de calibração com tolueno e reduzir o valor do potenciômetro "spread", localizado no medidor de detonação (detonation meter), em torno de 1 (uma) unidade. Reajustar a leitura do indicador de detonação (knockmeter), conforme item 10.2.3.3 (f), e registrar esse valor. Repetir os itens 10.2.3.5 (g) e 10.2.3.5 (h). Se a condição do item 10.2.3.5 (h) não for atingida, repetir este subitem tantas vezes quantas forem necessárias.

- j) a abertura do medidor de detonação (spread) recomendada é de aproximadamente, 10 a 18 divisões do indicador de detonação (knockmeter), entre a mistura de calibração com tolueno e cada um dos combustíveis de referência primária. Verificar se os valores registrados na 1ª série de leituras estão de acordo com a abertura recomendada. Caso contrário, proceder do seguinte modo:

- selecionar a cuba do carburador contendo a mistura de calibração com tolueno e proceder aos ajustes necessários, com o auxílio do potenciômetro "spread". Reajustar a leitura do indicador de detonação (knockmeter), conforme item 10.2.3.3 (f), e registrar esse valor. Repetir os subitens 10.2.3.5 (d, e, g e h). Se a leitura do indicador de detonação (knockmeter) não atingir a abertura de 10 a 18 divisões em relação à mistura de calibração com tolueno, repetir este item tantas vezes quantas forem necessárias.