

Anexo E

Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos do API para Óleos de Motor de Carros de Passeio e Óleos de Motor a Diesel

E.1 GERAL

E.1.1 INTRODUÇÃO

Nem todos os óleos básicos têm propriedades físicas ou químicas semelhantes ou apresentam um desempenho de óleo de motor equivalente em testes de motores. Durante a fabricação do óleo de motor, comerciantes e formuladores necessitam de flexibilidade no uso de óleos básicos. As Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos (*Base Oil Interchangeability* - BOI) do API foram desenvolvidas para garantir que o desempenho dos óleos de motores não seja prejudicado quando diferentes óleos básicos são usados de forma intercambiável pelos formuladores de óleos de motor.

As Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos do API definem os mínimos testes físicos e de motores razoáveis considerados necessários para garantir que o desempenho do óleo de motor não seja prejudicado pela substituição de um óleo básico por outro. As Diretrizes se baseiam em dados reais de testes de motores, usando diferentes óleos básicos, tanto para o desempenho de óleos de motores a gasolina quanto a diesel. As Diretrizes para Óleos de Motor de Carros de Passeio (*Passenger Car Motor Oil* - PCMO) foram baseadas no uso da tecnologia de aditivo com nível de desempenho de Categoria de Serviço SG do API e atualizadas para os níveis de qualidade SJ, SL, SM, SN e SP. As Diretrizes para Óleos de Motor a Diesel foram baseadas no uso de tecnologias de aditivos com níveis de desempenho de Categorias de Serviço CD e CD-II do API e atualizadas para os níveis de qualidade CE, CF, CF-2, CF-4, CG-4, CH-4, CI-4, CJ-4, CK-4 e FA-4. Nesses níveis de formulação de aditivos relativamente altos, muitas das diferenças entre os óleos básicos são “sobrepajadas” pelo pacote de desempenho de aditivos. Por esse motivo, recomenda-se que estas diretrizes não sejam usadas para prever um intercâmbio equivalente com níveis de desempenho de aditivos inferiores às Categorias de Serviço SH e CD do API.

Estas Diretrizes definem o nível mínimo aceitável de testes de intercâmbio de um óleo básico que todo comerciante deve realizar como condição para obter uma licença.

Entende-se que ao se compararem as propriedades do componente básico (*base stock*), é levada em consideração a precisão dos métodos relacionados na Tabela E-1.

O uso destas Diretrizes não exige o comerciante da responsabilidade pelo desempenho real do produto licenciado vendido após o licenciamento (*aftermarket*). O licenciado deve ainda garantir todos os resultados dos ensaios de motor e bancada.

Estas Diretrizes estão sujeitas a modificações baseadas em dados novos, métodos de teste novos ou revisados e/ou novas especificações de desempenho. Devem ser sempre usadas as Diretrizes em vigor.

E.1.2 DEFINIÇÕES

E.1.2.1 Um *componente básico* (*base stock*) é um constituinte do lubrificante que é produzido por um único fabricante conforme as mesmas especificações (qualquer que seja a origem do petróleo ou a localização do fabricante); que atende às mesmas especificações do fabricante do componente básico; e que é identificado por uma única fórmula, número de identificação de produto ou ambos. Os componentes básicos devem estar substancialmente livres de materiais introduzidos através da fabricação, contaminação ou uso prévio.

E.1.2.2 Um conjunto de componentes básicos é uma linha de produtos de componentes básicos (*base stocks*) que possuem diferentes viscosidades, mas pertencem ao mesmo grupo de componentes básicos e ao mesmo fabricante.

E.1.2.3 Um óleo básico é o componente básico (*base stock*) ou a mistura de componentes básicos usados em um lubrificante acabado.

E.1.3 CATEGORIAS DE COMPONENTES BÁSICOS (*BASE STOCKS*)

Todos os componentes básicos são divididos em cinco categorias gerais:

- a. Os componentes básicos do Grupo I têm um teor de saturados inferior a 90 por cento e/ou um teor de enxofre superior a 0,03 por cento e um índice de viscosidade igual ou superior a 80 e inferior a 120, usando-se os métodos de teste especificados na Tabela E-1.
- b. Os componentes básicos do Grupo II têm um teor de saturados igual ou superior a 90 por cento e um teor de enxofre igual ou inferior a 0,03 por cento e um índice de viscosidade igual ou superior a 80 e inferior a 120, usando-se os métodos de teste especificados na Tabela E-1.
- c. Os componentes básicos do Grupo III têm um teor de saturados igual ou superior a 90 por cento e um teor de enxofre igual ou inferior a 0,03 por cento e um índice de viscosidade igual ou superior a 120, usando-se os métodos de teste especificados na Tabela E-1.
- d. Os componentes básicos do Grupo IV são polialfaolefinas (PAO). O intercâmbio de PAOs pode ocorrer sem testes de qualificação adicionais, desde que a PAO de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original das PAO nas propriedades físico-químicas. As principais propriedades a seguir devem ser atendidas pelo componente básico substituído:
 - 1) Viscosidade cinemática a 100°C, 40°C e -40°C
 - 2) Índice de viscosidade
 - 3) Volatilidade NOACK
 - 4) Ponto de fluidez
 - 5) Insaturados
- e. Os componentes básicos do Grupo V incluem todos os outros componentes básicos não incluídos no Grupo I, II, III ou IV.

Tabela E-1 —Métodos Analíticos para Componentes Básicos (*Base Stocks*)

Propriedade	Método de Teste
Saturados ^{a,b,c} (usar um método relacionado)	ASTM D2007 ASTM D7419
Índice de Viscosidade	ASTM D2270
Enxofre (usar um método relacionado)	ASTM D1552 ASTM D2622 ASTM D3120 ASTM D4294 ASTM D4927

^a Deve ser usada a versão mais recente de cada uma das normas relacionadas.

^b Para saturados abaixo de 75,0%, deve-se usar a ASTM D2007.

^c Para saturados $\geq 75,0\%$ os dados da ASTM D7419 devem ser convertidos ao equivalente da ASTM D2007, usando-se a equação de correlação apresentada em ASTM D7419 para a aplicação da analogia (*read across*).

E.1.4 PRINCIPAIS ABREVIações

- **DI:** Detergente Inibidor
- **IV:** Índice de Viscosidade
- **MV:** Modificador de Viscosidade. Embora os modificadores de viscosidade sejam muitas vezes chamados de Melhoradores de Viscosidade (e, assim, abreviados como “VI” do inglês *Viscosity Improver*), o presente Anexo utilizará rigorosamente a abreviação em português “MV” ao invés de “VI” (de *Viscosity Improver*) para evitar ambiguidades em relação ao “Índice de Viscosidade” (*Viscosity Index*).

E.2 INTERCÂMBIO DE ÓLEOS DE MOTOR DE CARROS DE PASSEIO

E.2.1 DIRETRIZES

E.2.1.1 Com base nos dados existentes de testes de motor submetidos ao API, são necessários resultados que passem nos testes de motor especificados na Seção E.2 para o intercâmbio do componente básico em um óleo de motor de carro de passeio original licenciado pelo API.

E.2.1.2 Em qualquer caso em que o intercâmbio de componentes básicos (*base stocks*) de mais de um grupo ocorre simultaneamente, aplica-se o requisito de teste mais severo.

E.2.1.3 Não são necessários testes no motor quando um único componente básico de intercâmbio que atende à definição do Grupo I, Grupo II, Grupo III ou Grupo IV é usado em uma concentração igual ou inferior a 10 por cento em massa da formulação de PCMO misturado. Em alguns casos, percentuais mais altos do Grupo III ou Grupo IV podem ser substituídos sem testes de motor adicionais, conforme especificado neste anexo ou no Código de Práticas do ACC (Apêndice I, Diretriz 5). Recomenda-se que o Código de Práticas do ACC seja seguido para o Grupo V.

E.2.1.4 O PCMO misturado com o componente básico de intercâmbio deve atender a todas as especificações físicas e químicas e requisitos de testes de bancada para a Categoria de Serviço API e/ou especificação ILSAC apropriada.

E.2.1.5 Os componentes básicos aprovados segundo as disposições destas Diretrizes podem ser misturados sem testes adicionais, em conformidade com as disposições do Anexo F.

E.2.1.6 São relacionados na Tabela E-1 métodos de teste aceitáveis para propriedades de misturas de componentes básicos e óleos básicos. Entende-se que ao se compararem as propriedades, é levada em consideração a precisão dos métodos. Nas tabelas a seguir, BOV (*Base Oil Blend Viscosity*) se refere à Viscosidade da Mistura de Óleo Básico medida pela ASTM D445.

E.2.1.7 Para óleos de motor licenciados pela API em relação ao padrão ILSAC GF-5, o licenciado deve garantir que os dados do ROBO ou IIIIGA fundamentando a formulação final foram produzidos em uma formulação contendo o redutor de ponto de fluidez e componente(s) básico(s) usado(s) na formulação licenciada.

E.2.2 REQUISITOS

E.2.2.1 O API reconhece a importância dos Procedimentos de Avaliação de Múltiplos Testes. Os testes de motor usados para fundamentar a Intercambiabilidade de óleos básicos devem ser estar em conformidade com as informações no Anexo P, nota de rodapé. Estas Diretrizes devem ser usadas em conjunto com o Código de Práticas do ACC.

E.2.2.2 É necessária uma documentação completa de desempenho para os Óleos de Motor de Carros de Passeio (PCMO) originais. O detergente inibidor (DI) e/ou modificador de viscosidade (MV) permanecem inalterados quando são testados óleos básicos de intercâmbio, exceto conforme previsto no Código de Práticas do ACC. Um intercâmbio de óleo básico obtido nos termos destas diretrizes se aplica a uma formulação de PCMO individual. No caso de uma mudança no DI e/ou MV fora do Código de Práticas do ACC, estas Diretrizes devem ser reaplicadas.

E.2.2.3 Para os testes em carros de passeio relacionados, estas Diretrizes podem permitir uma certa flexibilidade nos ensaios. Verifique as Diretrizes para cada teste específico antes de estabelecer os requisitos do programa de teste para uma formulação de óleo específica.

Tabela E-2—Testes para Intercâmbio de Óleo Básico de Categoria S do API

Nome do Teste	ASTM	Referência no Anexo E	SJ	SL	SM	SN	SP	Conservação de Recursos	SN PLUS	GF-5	GF-6A	GF-6B
Sequência IIIE	D5533	E.2.2.4.1	X									
Sequência IIIF	D6984	E.2.2.4.1	X	X								
Sequência IIIG/IIIGA/IIIGB	D7320	E.2.2.4.1	X	X	X	X		X		X		
Sequência IIHH/IIHHA/IIHGB	D8111	E.2.2.4.2			X	X	X	X		X	X	X
Sequência IVA	D6891	E.2.2.4.3	X	X	X	X				X		
Sequência IVB	D8350	E.2.2.4.4					X	X			X	X
Sequência VE	D5302	E.2.2.4.5	X	X								
Sequência VG	D6593	E.2.2.4.5	X	X	X	X				X		
Sequência VH	D8256	E.2.2.4.6	X	X	X	X	X			X	X	X
Sequência VID	D7589	E.2.2.4.7						X		X		
Sequência VIE	D8114	E.2.2.4.8	X	X	X	X	X	X		X	X	
Sequência VIF	D8226	E.2.2.4.9				X	X	X				X
CRC L-38	D5119	E.2.2.4.10	X									
Sequência VIII	D6709	E.2.2.4.10	X	X	X	X	X			X	X	
Sequência IX	D8291	E.2.2.4.11					X		X		X	X
Sequência X	D8279	E.2.2.4.12					X				X	X
Teste de Ferrugem em Esferas	D6557	E.4.2.5	X	X	X	X	X			X	X	X
EOFT	D6795	E.4.2.3	X	X	X	X	X			X	X	X
Filtrabilidade – EOWTT	D6794	E.4.2.4	X	X	X	X	X			X	X	X
Homogeneidade e Miscibilidade	D6922	E.4.2.3	X	X	X	X	X			X	X	X
TEOST 33/33C	D6335	E.4.2.1	X			X	X	X		X	X	
TEOST MHT	D7097	E.4.2.2		X	X	X				X		
Viscos. Baixa Temp. de Óleo Envelhecido (ROBO)	D7528	E.2.1.7				X	X			X	X	X
Compatibilidade com Elastômeros Elastômeros de Referência Padrão	D7216	E.4.2.11					X	X	X	X	X	X

Nota: X = Métodos de Teste em que é definido o Intercâmbio de Óleos Básicos (BOI). Os requisitos de testes podem ser encontrados nos Anexos G e O da norma API 1509 e/ou na ASTM D4485.

E.2.2.4 Os testes em motores de carros de passeio necessários para o intercâmbio do componente básico são apresentados em E.2.2.4.1 a E.2.2.4.12. As Diretrizes de BOI variam de acordo com o grupo do componente básico do API e a quantidade dos componentes básicos usados nas formulações originais do óleo de teste e do óleo candidato. Todos as porcentagens são percentuais em massa da formulação total, a menos que indicado em contrário.

Os testes para servir de base para o desenvolvimento das diretrizes de BOI e VGRA, para cada teste de sequência citado pelas Categorias de Serviço do API e especificações do ILSAC, utilizam componentes básicos (*base stocks*), óleos básicos e fluidos acabados com uma faixa de propriedades físicas. A relevância do efeito dessas propriedades físicas sobre o desempenho do lubrificante pode variar para cada teste ou tipo de teste. Os dados para componentes básicos, óleos básicos e/ou fluidos acabados estão incluídos na Tabela E-3 abaixo. Tais valores são fornecidos apenas para fins informativos e não representam nenhuma limitação quanto à interpretação destas diretrizes.

SISTEMA DE LICENCIAMENTO E CERTIFICAÇÃO DE ÓLEO DE MOTOR

Tabela E-1— Dados Referentes a Componentes Básicos, Óleos Básicos, Fluidos Acabados para Fundamental o Desenvolvimento das Diretrizes de BOI/VGRA para os Testes de Sequência Citados

Sequência	Grupos de Base Stocks	Faixa de BOV ₁₀₀ , mm ² /s	Faixa de IV de Óleo Básico	Faixa de Saturados no Óleo Básico (D7419), % em peso	Faixa de Saturados no Óleo Básico (D2007), % em peso	Faixa de Enxofre no Óleo Básico, ppm	Faixa de Grau de Viscosidade
IIIH	I, II, III ^a	4,5 a 10,7	96 a 139	96,0 a >99,8	93,1 a 98,2	<5 a 371	0W-16 a 20W-50
IVB	II, III	4,2 a 11,2	108 a 140	96,7 a >99,8	93,4 a 99,0	<5	0W-16 a 20W-50
VH	I, II, III, IV	4,2 a 11,1	95 a 130	Grupo I 86,8 a 87,5 Grupo II 95,0 a >99,8 Grupo III >99,8	Grupo I 82,8 a 83,5 Grupo II 92,7 a 99,0 ^b Grupo III 97,7 a 98,4	Grupo I 1301 a 1365 Grupos II, III <5	0W-16 a 20W-50
VIE	II, III	4,2 a 5,9	111 a 135	96,9 a >99,8	93,6 a 99,9	<5	0W-20 a 10W-30
VIF	III	4,2 a 4,4	122 a 130	>99,8	98,3 a 99,7	<5	0W-16, 0W-20
IX	II, III, IV	4,2 a 6,2	109 a 136	96,7 a >99,8	93,4 a 99,9	<5	0W-16 a 10W-30
X	II, III, IV	4,2 a 6,2	109 a 140	96,7 a >99,8	93,4 a 98,4	<5	0W-16 a 10W-40, 5W

^a Grupo I misturado com o Grupo III na seguinte proporção: 36% de Grupo I/64% de Grupo III.

^b Dados não fornecidos para todos os componentes básicos (*base stocks*) do Grupo II para permitir o cálculo de todos os níveis de saturados nos óleos básicos.

E.2.2.4.1 Para os testes de Sequência IIIE, IIIF, IIIFHD, IIIG e IIIGA exigidos para o intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-4.

E.2.2.4.1.1 A Matriz de Única Tecnologia (*Single Technology Matrix - STM*) é uma abordagem alternativa ao BOI para a Sequência IIIF, IIIFHD, IIIG e IIIGA (ver Anexo O).

Além disso, uma vez demonstrada a obtenção de resultados que passam em uma combinação de cinco testes de Sequência IIIGB e/ou Sequência IIHIB (Sequência IIHIB com equivalência à Sequência IIIGB) em uma tecnologia exclusiva [uma tecnologia exclusiva é um pacote de aditivo individual (DI) a uma taxa de tratamento constante], não há necessidade de testes de Sequência IIIGB ou Sequência IIHIB adicionais para essa tecnologia exclusiva.

Tabela E-4 — Testes de Sequência IIIE, IIIF, IIIFHD, IIIG, IIIGA e IIIGB Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (Base Stock)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	≤ 30% Não Requerido ----- > 30% Requerido	≤ 30% Não Requerido ----- > 30% Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Requerido	≤ 30% Não Requerido ----- > 30% Requerido	≤ 30% Não Requerido ----- > 30% Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	≤ 30% Não Requerido ----- > 30% Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	≤ 30% Não Requerido ----- > 30% Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.2.2.4.2 Para os testes de Sequência IIIH e IIIHB requeridos para intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-5.

Além disso, uma vez demonstrada a obtenção de resultados que passem em cinco testes de Sequência IIIHB em uma tecnologia exclusiva [uma tecnologia exclusiva é um pacote de aditivo individual (DI) a uma taxa de tratamento constante], não serão necessários ensaios de Sequência IIIHB adicionais para essa tecnologia exclusiva.

Tabela E-5— Testes de Sequência IIIH e IIIHB Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (Base Stock)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	≤ 30% Não Requerido ----- > 30% Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Requerido	≤ 30% Não Requerido ----- > 30% Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.2.2.4.3 Para testes de Sequência IVA requeridos para intercâmbio de componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-6.

Tabela E-6— Testes de Sequência IVA Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (Base Stock)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original	Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original	≤30% Não Requerido ----- > 30% Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original	≤30% Não Requerido ----- > 30% e ≤ 50% Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original ----- > 50% Requerido	Requerido
Grupo II	Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original	Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original	≤30% Não Requerido ----- > 30% Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original	≤30% Não Requerido ----- > 30% e ≤ 50% Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original ----- > 50% Requerido	Requerido
Grupo III	Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original	Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original	Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original	≤ 30% Não Requerido se BOV a 100°C ≥ original ----- > 30% Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	≤ 30% Não Requerido ----- > 30% Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

SISTEMA DE LICENCIAMENTO E CERTIFICAÇÃO DE ÓLEO DE MOTOR

Nota: BOV se refere à viscosidade da mistura de óleo básico medida pela ASTM D445.

E.2.2.4.4 Para testes de Sequência IVB requeridos para intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-7.

Tabela E-7— Testes de Sequência IVB Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (Base Stock)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de Intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

Nota: As diretrizes nesta tabela foram desenvolvidas a partir de dados gerados de óleo com graus de viscosidade SAE 0W-16 a SAE 20W-50. Tais graus de viscosidade não restringem a aplicação destas diretrizes pelo comerciante responsável por assegurar que cada óleo de motor licenciado satisfaz todos os requisitos de desempenho de testes de motor e bancada.

E.2.2.4.5 Para testes de Sequência VE/VG requeridos para intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-8.

Tabela E-8—Testes de Sequência VE/VG Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (Base Stock)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido se enxofre \leq e saturados \geq original	Não Requerido	Não Requerido	$\leq 50\%$ Não Requerido ----- > 50% Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido se saturados \geq original	Não Requerido	$\leq 50\%$ Não Requerido ----- > 50% Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.2.2.4.6 Para testes de Sequência VH requeridos para intercâmbio de componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-9.

Tabela E-9— Testes de Sequência VH Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (*Base Stock*)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original e saturados no óleo básico original e candidato pela ASTM D2007 \geq 83% e enxofre \leq 0,13% ----- Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original quando os saturados do óleo básico original pela ASTM D2007 $<$ 83% ou enxofre $>$ 0,13% e saturados no óleo candidato \geq original e enxofre no óleo candidato \leq original	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original I	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original	Requerido	Requerido
Grupo II	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original e saturados no óleo básico candidato pela ASTM D2007 \geq 83% e enxofre \leq 0,13%	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original	Requerido	Requerido
Grupo III	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original e saturados do óleo básico candidato pela ASTM D2007 \geq 83% e enxofre \leq 0,13%	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original	Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	$<$ 50% Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original ----- \geq 50% Requerido	$<$ 50% Não Requerido se a viscosidade do óleo básico a 100°C \geq original ----- \geq 50% Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de Intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.2.2.4.7 Para testes de Sequência VID requeridos para intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-10.

Tabela E-10— Testes de Sequência VID Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (Base Stock)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido se HTHS a 100°C (D6616) ≤ original. Se HTHS a 100°C > original, ver equações para Tabela E-9		Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido			Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de Intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas E.1.3.d	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

Equações para a Tabela E-10

Se HTHS a 100°C do óleo candidato for > HTHS a 100°C do óleo original que passou no teste, a realização do teste não é necessária se ambas as equações forem verdadeiras:

$$H_{\text{Candidato}} \leq H_{\text{Original}} + \{(FEI_{\text{soma}}_{\text{Limite}} - FEI_{\text{soma}}_{\text{Original}}) / -0,485\} + (H_{\text{Original}} * R)$$

$$H_{\text{Candidato}} \leq H_{\text{Original}} + \{(FEI2_{\text{Limite}} - FEI2_{\text{Original}}) / -0,227\} + (H_{\text{Original}} * R)$$

Onde:

$H_{\text{Candidato}}$ é HTHS a 100°C do óleo candidato conforme medido pela ASTM D6616

H_{Original} é HTHS a 100°C do óleo testado original conforme medido pela ASTM D6616

$FEI_{\text{soma}}_{\text{Limite}}$ é o limite para passar da soma de FEI para o grau de viscosidade testado original

$FEI_{\text{soma}}_{\text{Original}}$ é o resultado da FEI soma ($FEI1_{\text{Original}} + FEI2_{\text{Original}}$) do óleo testado original

-0,485 é o coeficiente de FEI_{soma} do modelo da matriz da indústria da Sequência VID

$FEI2_{\text{Limite}}$ é o limite para passar de FEI2 para o grau de viscosidade testado original

$FEI2_{\text{Original}}$ é o resultado de FEI2 do óleo testado original

-0,227 é o coeficiente de FEI2 do modelo da matriz da indústria da Sequência VID

R é a reprodutibilidade informada na versão mais recente da ASTM D6616.

Nota:

R = 0,035 (3,5%) para ASTM D6616-07

A faixa de HTHS a 100°C usada para desenvolver o modelo da matriz da indústria da Sequência VID foi 5,44 a 7,68 cP.

E.2.2.4.8 Para testes de Sequência VIE requeridos para intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-11.

Tabela E-11— Testes de Sequência VIE Requeridos para Intercâmbio do Componente Básico (Base Stock)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido se HTHS a 150°C ≤ original. Se HTHS a 150°C > original, ver equação abaixo	Não Requerido se HTHS a 150°C ≤ original. Se HTHS a 150°C > original, ver equação abaixo	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Não Requerido se HTHS a 150°C ≤ original. Se HTHS a 150°C > original, ver equação abaixo	Não Requerido se HTHS a 150°C ≤ original. Se HTHS a 150°C > original, ver equação abaixo	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda à especificação do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

Equação para a Tabela E-11

Se HTHS a 150°C do óleo candidato for > HTHS a 150°C do óleo original que passou no teste, não são necessários testes se ambas as equações forem verdadeiras:

$$H_{\text{Candidato}} \leq H_{\text{Original}} + \{(FEI_{\text{soma}}^{\text{Limite}} - FEI_{\text{soma}}^{\text{Original}}) / -0,733\} + R$$

$$H_{\text{Candidato}} \leq H_{\text{Original}} + \{(FEI2^{\text{Limite}} - FEI2^{\text{Original}}) / -0,246\} + R$$

Onde:

$H_{\text{Candidato}}$ é HTHS a 150°C do óleo candidato conforme medido pela ASTM D4683

H_{Original} é HTHS a 150°C do óleo testado original conforme medido pela ASTM D4683

$FEI_{\text{soma}}^{\text{Limite}}$ é o limite para passar da soma de FEI para o grau de viscosidade testado original

$FEI_{\text{soma}}^{\text{Original}}$ é o resultado de FEI soma ($FEI1^{\text{Original}} + FEI2^{\text{Original}}$) do óleo testado original

$FEI2^{\text{Limite}}$ é o limite para passar de FEI2 para o grau de viscosidade testado original

$FEI2^{\text{Original}}$ é o resultado de FEI2 do óleo testado original

R é a reprodutibilidade conforme informada na mais recente versão da ASTM D4683, ou seja, a versão em vigor

$R = 0,03207 \times H_{\text{Original}} + 0,0389$ para ASTM D4683-17

-0,733 e -0,246 são coeficientes do modelo da matriz da indústria da Sequência VIE

E.2.2.4.9 Para testes de Sequência VIF requeridos para intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-12.

Tabela E-12— Testes de Sequência VIF Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (Base Stock)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Não Requerido se óleo básico do óleo candidato \geq óleo de teste original	Não Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.2.2.4.10 Para testes de CRC L-38/Sequência VIII requeridos para intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-13.

Nota: Essas Diretrizes de Intercâmbio de Óleos Básicos se aplicam apenas à perda de peso no mancal.

Tabela E-13— Testes de CRC L-38/Sequência VIII Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (Base Stock)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido	Não Requerido	Não Requerido	Não Requerido	Requerido
Grupo II	Não Requerido	Não Requerido	Não Requerido	Não Requerido	Requerido
Grupo III	Não Requerido	Não Requerido	Não Requerido	$\leq 30\%$ Não Requerido ----- > 30% Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	$\leq 30\%$ Não Requerido ----- > 30% Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

Os dados para apoiar o desempenho de permanência no mesmo grau devem ser mantidos pelo licenciado para as Categorias de Serviço do API e especificações do ILSAC ativas. Os testes CRC L-38/Sequência VIII ou ASTM D6278 (30 ciclos) podem ser usados para justificar os requisitos de permanência no mesmo grau onde os limites são relacionados na Tabela E-14.

Tabela E-14— Requisitos de Permanência no Mesmo Grau dos Testes de CRC L-38/Sequência VIII

Grau de Viscosidade	L-38/Sequência VIII Após Ciclo de 10 horas	
	Viscosidade Cinemática a 100°C (mm ² /s), mín.	ASTM D6278 (30 Ciclos) Viscosidade Cinemática a 100°C (mm ² /s), mín.
XW-16	6,1	5,8
XW-20	6,9	6,5
XW-30	9,3	8,5
XW-40	12,5	11,5
XW-50	16,3	15,0
XW-60	21,9	19,8

E.2.2.4.11 Para os testes de Sequência IX requeridos para intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-15.

Tabela E-15— Testes de Sequência IX Requeridos para Intercâmbio de Componente básico (*Base Stock*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo I	Grupo IV	Grupo I
Grupo I	Requerido	Grupo I	Requerido	Grupo I	Requerido
Grupo II	Requerido	Grupo II	Requerido	Grupo II	Requerido
Grupo III	Requerido	Grupo III	Requerido	Grupo III	Requerido
Grupo IV	Requerido	Grupo IV	Requerido	Grupo IV	Requerido
Grupo V	Requerido	Grupo V	Requerido	Grupo V	Requerido

Nota: As diretrizes nesta tabela foram desenvolvidas a partir de dados gerados referentes a óleo com graus de viscosidade de SAE 0W-16 a SAE 10W-30. Tais graus de viscosidade não restringem a aplicação das diretrizes por parte do comerciante responsável por assegurar que cada óleo de motor licenciado satisfaz todos os requisitos de desempenho de testes de motor e bancada.

E.2.2.4.12 Para testes de Sequência X requeridos para intercâmbio de componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-16.

Tabela E-16— Testes de Sequência X Requeridos para Intercâmbio do Componente Básico (*Base Stock*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo I	Grupo IV	Grupo I
Grupo I	Requerido	Grupo I	Requerido	Grupo I	Requerido
Grupo II	Requerido	Grupo II	Requerido	Grupo II	Requerido
Grupo III	Requerido	Grupo III	Requerido	Grupo III	Requerido
Grupo IV	Requerido	Grupo IV	Requerido	Grupo IV	Requerido
Grupo V	Requerido	Grupo V	Requerido	Grupo V	Requerido

Nota: As diretrizes nesta tabela foram desenvolvidas a partir de dados gerados referentes a óleo com graus de viscosidade de SAE 0W-16 a SAE 10W-40. Tais graus de viscosidade não restringem a aplicação das diretrizes por parte do comerciante responsável por assegurar que cada óleo de motor licenciado satisfaz todos os requisitos de desempenho de testes de motor e bancada.

E.2.3 EXEMPLOS

E.2.3.1 Geral

As Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos do API devem ser usadas em conjunto com as Diretrizes do API para Testes de Grau de Viscosidade SAE para Motores (ver Anexo F). Quando o grau aprovado original contém uma concentração igual ou inferior a 10 por cento em massa do componente básico de intercâmbio, o grau mais alto deve ser testado se contiver mais de 10 por cento do componente básico de intercâmbio na formulação.

E.2.3.2 Exemplo 1

Nesse exemplo, o comerciante deseja substituir o componente básico (*base stock*) de 200N do Grupo I nos graus SAE 5W-30 e 10W-30 do comerciante por um novo componente básico de 200N do Grupo I de outro fabricante. O grau SAE 5W-30 é um produto com classificação API SJ totalmente aprovado feito com uma mistura de óleo básico do Grupo I de 10 por cento ou menos de 200N e 90 por cento ou mais de 100N. O grau SAE 10W-30 é um produto com classificação API SJ, aprovado por analogia (*read across*) de grau de viscosidade, feito com uma mistura de óleo básico do Grupo I de 65 por cento de 200N e 35 por cento de 100N. Ambos os graus usam o mesmo conjunto de componentes básicos do Grupo I.

O comerciante deve executar as seguintes etapas:

- Verificar as Diretrizes do API quanto aos Testes de Graus de Viscosidade SAE para Motores. Um grau SAE 5W-30 pode ser extrapolado, por analogia, para um grau SAE 10W-30 quando o mesmo conjunto de componentes básicos é usado em ambos os graus.
- Verificar as Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleo Básico do API. Como o produto SAE 5W-30 contém uma quantidade igual ou inferior a 10 por cento do componente básico de 200N no óleo básico e o

componente básico de intercâmbio pertence ao mesmo grupo, não são necessários testes de motor para o intercâmbio. Contudo, são necessários testes no produto de grau SAE 10W-30 (o grau de viscosidade mais alto com um nível mais alto de 200N). De acordo com as Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleo Básico do API, o comerciante deve certificar-se da obtenção de um resultado que passe no teste de Sequência IIIE a fim de fazer o intercâmbio de um componente básico de 200N do Grupo I por outro. Pode ser necessário, também, que o comerciante obtenha um resultado que passe no teste de Sequência VE caso os requisitos da Tabela E-5 não sejam atendidos.

E.2.3.3 Exemplo 2

Nesse exemplo, um comerciante deseja substituir os componentes básicos de 100N e 200N do Grupo I nos graus SAE 5W-30 e 10W-30 aprovados por componentes básicos de 100N e 200N do Grupo I de outra origem. O grau SAE 5W-30 é um produto API SJ totalmente aprovado feito com uma mistura de óleo básico do Grupo I de 10 por cento ou menos de 200N e 90 por cento ou mais de 100N. O grau SAE 10W-30 é um produto API SJ aprovado por analogia (*read across*) de grau de viscosidade feito com uma mistura de óleo básico do Grupo I de 65 por cento de 200N e 35 por cento de 100N. Ambos os graus usam o mesmo conjunto de componentes básicos.

O comerciante deve executar as seguintes etapas:

- a. Verificar as Diretrizes do API quanto aos Testes de Graus de Viscosidade SAE para Motores. Como no exemplo anterior, um grau SAE 5W-30 pode ser extrapolado, por analogia, para um grau SAE 10W-30 quando o mesmo conjunto de componentes básicos é usado.
- b. Verificar as Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos do API. Se o comerciante considerou os graus de forma independente, seriam necessários testes para o produto SAE 5W-30, devido ao nível de óleo básico de 100N, e seriam necessários testes para o produto 10W-30, devido ao nível de 200N. Entretanto, como as Diretrizes do API para Testes de Graus de Viscosidade SAE para Motores permitem a analogia (*read across*) do grau SAE 5W-30 testado para o grau SAE 10W-30, quando o mesmo conjunto de componentes básicos é usado em ambos os graus, apenas o grau SAE 5W-30 precisaria ser testado. Como no Exemplo 1, o comerciante deve realizar um teste de Sequência IIIE e talvez precise realizar um teste de Sequência VE nos novos componentes básicos.

E.2.3.4 Exemplo 3

Nesse exemplo, um comerciante deseja fazer o intercâmbio da origem (marca) do *bright stock* do Grupo I em um grau SAE 30. Esse intercâmbio envolve um grau SAE 5W-30 do API SJ totalmente aprovado feito com uma mistura de óleo básico do Grupo I com 90 por cento de 100N e 10 por cento de 200N. O grau SAE 30 é um produto API SJ totalmente aprovado por analogia (*read across*) de viscosidade feito com uma mistura de óleo básico do Grupo I de 90 por cento de 200N e 10 por cento de *bright stock*. Ambos os graus usam o mesmo conjunto de componentes básicos.

O comerciante deve executar as seguintes etapas:

- a. Verificar as Diretrizes do API quanto aos Testes de Graus de Viscosidade SAE para Motores. Um produto API SJ de grau SAE 5W-30 pode ser lido, por analogia (*read across*) como um grau SAE 30 se o mesmo conjunto de componentes básicos for usado.
- b. Verificar as Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleo Básico do API. As origens de conjuntos de componentes básicos a 10 por cento ou menos da formulação podem ser intercambiadas com outras origens de componentes básicos sem testes adicionais.

A.2.3.5 Exemplo 4

Nesse exemplo, um comerciante deseja fazer o intercâmbio da origem (marca) do *bright stock* do Grupo I em um grau SAE 30. O grau SAE 30 é um produto API SJ totalmente aprovado obtido por analogia de viscosidade a partir de um grau SAE 5W-30. O SAE 30 contém 15 por cento de *bright stock* na formulação acabada. Ambos os graus usam o mesmo conjunto de componentes básicos.

É necessário que o comerciante verifique as Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleo Básico do API. Como o *bright stock* está presente em um percentual superior a 10, o teste de Sequência IIIE e, possivelmente, o de Sequência VE devem ser realizados no grau SAE 30 com o novo *bright stock*.

E.2.3.6 Exemplo 5

Nesse exemplo, um comerciante deseja fazer o intercâmbio da origem (marca) do componente básico (*base stock*) de 200N do Grupo II usado em um grau SAE 10W-30 com classificação API SJ completamente aprovado. O produto é feito com uma mistura de óleo básico do Grupo II de 80 por cento de 100N e 20 por cento de 200N. A mistura de óleos básicos atende aos requisitos do Grupo II com um teor igual ou inferior a 0,03 por cento de enxofre e igual ou superior a 90% de saturados.

É necessário que o comerciante verifique as Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos do API. O óleo de 200N está presente em uma concentração superior a 10 por cento na formulação original, portanto são necessários testes. Para realizar o intercâmbio, o comerciante deve realizar um teste de Sequência IIIE e pode ser que precise realizar um teste de Sequência VE.

E.2.3.7 Exemplo 6

Nesse exemplo, um comerciante deseja fazer um grau SAE 40 a partir do mesmo conjunto de componentes básicos usado em um grau SAE 5W-30 com classificação API SJ totalmente aprovado. O grau SAE 5W-30 é feito com uma mistura de óleo básico do Grupo I de 90 por cento de 100N e 10 por cento de 200N e é formulado com um modificador de viscosidade não dispersante. O grau SAE 40 contém 80 por cento de 300N e 20 por cento de *bright stock* no óleo básico.

É necessário que o comerciante execute as seguintes etapas:

- a. Verificar as Diretrizes do API quanto aos Testes de Graus de Viscosidade SAE para Motores. Um produto de grau SAE 5W-30 de categoria API SJ que não é de Conservação de Energia pode ser extrapolado, por analogia, para um grau SAE 40 sem testes adicionais (observe-se que se o SAE 5W-30 fosse formulado com um modificador de viscosidade dispersante, um teste de Sequência VE seria necessário).
- b. Verificar as Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos do API. Como o grau SAE 40 tem óleos básicos da mesma origem (marca), não está ocorrendo intercâmbio. Não são necessários testes adicionais.

E.2.3.8 Exemplo 7

Nesse exemplo, um comerciante deseja trocar o componente básico de 100N do Grupo II na mistura de óleo básico de um grau SAE 5W-30 de categoria API SL totalmente aprovado por um componente básico de 100N do Grupo I. O grau SAE 5W-30 é feito com uma mistura de óleo básico de 50 por cento do Grupo II, 100N, e 50 por cento do Grupo I, 150N.

É necessário que o comerciante verifique as Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos do API. Para trocar um óleo do Grupo II por um do Grupo I, ele deve realizar os testes de Sequência VG, IIIF (ou Sequência IIIG conforme ASTM D 4485) e IVA e, caso se queira a Conservação de Energia para a Categoria de Serviço API SL, o teste de Sequência VIB. Verifique a Tabela E-6 para ver se a analogia (*read across*) é permitida.

Nota: Se os componentes básicos de 100N e 150N fossem trocados por novos componentes básicos (*base stocks*) do Grupo I, se aplicariam os requisitos de testes mais severos [a saber, Sequência VG, IIIF (ou Sequência IIIG conforme ASTM D4485) e testes de IVA e, caso a Conservação de Energia fosse desejada para a Categoria de Serviço SL do API, o teste de Sequência VIB).

E.2.3.9 Exemplo 8

Nesse exemplo, um comerciante deseja mudar de um conjunto de componentes básicos do Grupo IV e Grupo V para um conjunto constituído parcialmente do Grupo IV (PAO) para um óleo de motor de carro de passeio. O comerciante tem dois produtos envolvidos nesse intercâmbio: um grau SAE 10W-30 de categoria API SL completamente aprovado com uma mistura de óleo básico do Grupo IV e Grupo V (Grupo IV/V), que contém fluidos

de PAO e éster e um grau SAE 10W-30 totalmente aprovado com uma mistura de óleo básico do Grupo I que contém 60 por cento de 100N e 40 por cento de 250N. Ambos os óleos contêm a mesma concentração de aditivo DI e MV.

É necessário que o comerciante verifique as Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos do API. A troca entre um Grupo IV/V completo e um Grupo I requer testes de aprovação completos. Isso foi feito para os produtos do Grupo I e do Grupo IV/V. Como tanto os componentes básicos do Grupo I quanto a mistura do Grupo IV/V foram aprovados, as misturas dos dois podem ser usadas sem testes adicionais.

E.2.3.10 Exemplo 9

Nesse exemplo, um comerciante deseja mudar uma PAO (Grupo IV) em um grau SAE 5W-30 de categoria PAO-plus-éster. O grau totalmente aprovado SAE 5W-30 de categoria API SL/Conservação de Energia/ILSAC GF-3 é feito com uma mistura de óleos básicos do Grupo IV e Grupo V, constituídos de fluidos de éster e PAO de 4 centistokes.

Não são necessários testes para a PAO de 4 centistokes substituta, desde que ela atenda às mesmas especificações físicas e químicas que a PAO de 4 centistokes original.

E.2.3.11 Exemplo 10

Nesse exemplo, um comerciante deseja acrescentar 15 por cento a mais de componente básico do Grupo IV a um grau de multiviscosidade SAE de classificação API SJ licenciado, feito com uma mistura de 15 por cento de componente básico do Grupo IV, 65 por cento de componente básico do Grupo II e 20 por cento de aditivo DI/MV. A nova formulação contém 30 por cento de componente básico do Grupo IV, 50 por cento de componente básico do Grupo II e 20 por cento de aditivo DI/MV.

Não são necessários testes de motor (exceto o teste de Sequência VIA se o óleo for de conservação de energia) para a nova formulação, já que as tabelas de intercâmbio de óleos básicos (BOI) permitem até, no máximo, 30 por cento de componente básico do Grupo IV na formulação de óleo acabada sem testes adicionais.

E.2.3.12 Exemplo 11

Nesse exemplo, um comerciante deseja acrescentar 30 por cento a mais de componente básico do Grupo IV a um grau de multiviscosidade SAE de Categoria API SL com classificação de Conservação de Energia, devidamente licenciado, feito com uma mistura de 20 por cento de componente básico do Grupo IV, 60 por cento de componente básico do Grupo II e 20 por cento de aditivo DI/MV. A nova formulação contém 50 por cento de componente básico do Grupo IV, 30 por cento de componente básico do Grupo II e 20 por cento de aditivo DI/MV.

De acordo com as tabelas, os testes de motores de Sequência IIF e VIB são necessários quando o conteúdo total do Grupo IV é aumentado para 50 por cento. Se o conteúdo total do Grupo IV fosse aumentado para mais de 50 por cento, seriam necessários, para a nova formulação, testes de motor completos, exceto no caso do teste de Sequência VIII.

E.2.3.13 Exemplo 12

Nesse exemplo, um comerciante deseja saber a quantidade a mais que pode ser acrescentada de componente básico do Grupo IV a um grau de multiviscosidade SAE de categoria API SJ ou SL licenciado, feito com uma mistura de 24 por cento de componente básico do Grupo IV, 56 por cento de componente básico do Grupo II e 20 por cento de aditivo DI/MV sem testes de motor adicionais.

Como as tabelas permitem até, no máximo, 30 por cento de componente básico do Grupo IV na formulação de óleo acabada sem testes adicionais ao se intercambiar o Grupo II pelo Grupo IV, o comerciante poderia adicionar 6 por cento a mais de componente básico do Grupo IV sem testes de motor adicionais. A nova formulação conteria 30 por cento de componente básico do Grupo IV, 50 por cento de componente básico do Grupo II e 20 por cento de aditivo DI/MV.

E.2.3.14 Exemplo 13

Para o BOI da Sequência VID (Tabela e Equação), o seguinte exemplo é aplicável:

Um óleo que passou no teste usando qualquer combinação de componente básico do Grupo II e/ou III do API está sendo extrapolado, por analogia (*read across*), a uma formulação candidata de HTHS equivalente ou inferior, usando diferentes componentes básicos do Grupo II ou III do API.

Um óleo candidato usando a mesma tecnologia (Pacote de Desempenho e Modificador de Viscosidade) é formulado no mesmo grau de viscosidade usando diferentes componentes básicos do Grupo II ou Grupo III. O óleo candidato tem um HTHS a 100°C de 6,44 cP.

O Intercâmbio de Óleos Básicos é permitido para o óleo candidato, porque o HTHS a 100°C do óleo candidato é inferior ao do óleo testado original e os componentes básicos envolvidos são combinações do Grupo II e Grupo III.

E.2.3.15 Exemplo 14

Para o BOI da Sequência VID (Tabela e Equação) o seguinte exemplo é aplicável:

Um óleo que passou no teste usando qualquer combinação de componentes básicos do Grupo II e/ou III do API está sendo extrapolado, por analogia, para uma formulação candidata com HTHS mais alto usando diferentes componentes básicos dos Grupos II e III do API.

O óleo formulado original que usa componente(s) básico (s) do Grupo II ou Grupo III (ou mistura) é testado na Sequência VID e os resultados de FEI_{soma} e FEI₂ passam no teste. O óleo tem um HTHS a 100°C de 6,52 cP. O resultado que passa no teste é 0,40 acima da especificação que passa para FEI_{soma} (ou seja, FEI_{somaLimite} – FEI_{somaOriginal} = -0,40) e 0,16 acima da especificação que passa para FEI₂ (ou seja, FEI_{2Limite} – FEI_{2Original} = -0,16).

Um óleo candidato usando a mesma tecnologia (Pacote de Desempenho e Modificador de Viscosidade) é formulado com o mesmo grau de viscosidade usando diferentes componentes básicos do Grupo II ou Grupo III. O óleo candidato tem um HTHS a 100°C de 7,40 cP. A reprodutibilidade (R) para D6616-07 é 0,035 (3,5%).

O intercâmbio de Óleo Básico permissível é avaliado usando-se as Equações E 1.0 conforme segue:

$$A = \text{FEI}_{\text{soma}} \text{ HTHS} = 6,52 + (-0,40/-0,485) + 6,52 \times 0,035 = 7,57 \text{ cP}$$

$$B = \text{FEI}_2 \text{ HTHS} = 6,52 + (-0,16/-0,227) + 6,52 \times 0,035 = 7,45 \text{ cP}$$

O Intercâmbio de Óleos Básicos é limitado pelo valor A ou B, o que for menor, ou seja, 7,45 cP. O HTHS do óleo candidato a 100 °C é 7,40, sendo inferior a 7,45. Dessa forma, o Intercâmbio de Óleos Básicos é permitido.

Não é permitida tolerância adicional para a precisão da medição do HTHS.

E.2.3.16 Exemplo 15

Para o BOI da Sequência VID (Tabela e Equação) o seguinte exemplo é aplicável:

Um óleo que passou no teste usando qualquer combinação de componentes básicos do Grupo II e/ou III do API está sendo extrapolado, por analogia, para uma formulação candidata de HTHS mais alto usando diferentes componentes básicos do Grupo II e III do API.

O óleo formulado original usando o(s) componente(s) básico(s) do Grupo II ou Grupo III (ou mistura) é testado na Sequência VID e o resultado de FEI_{soma} e FEI2 passa no teste. O óleo apresenta um HTHS a 100°C de 6,52 cP. O resultado que passou no teste se situa dentro do arredondamento inferior da especificação que passa no teste, ou seja, -0,04 abaixo da especificação que passa para FEI_{soma} (ou seja, $FEI_{somaLimite} - FEI_{somaOriginal} = +0,04$) e 0,10 acima da especificação que passa para FEI2 (ou seja, $FEI2_{Limite} - FEI2_{Original} = -0,10$).

Um óleo candidato usando a mesma tecnologia (Pacote de Desempenho e Modificador de Viscosidade) é formulado no mesmo grau de viscosidade usando diferentes componentes básicos do Grupo II ou Grupo III. O óleo candidato tem um HTHS a 100°C de 7,02 cP. A reprodutibilidade (R) para D6616-07 é 0,035 (3,5%).

O Intercâmbio de Óleos Básicos é avaliado usando-se as Equações E 1.0 conforme segue:

$$A = FEI_{soma} \text{ HTHS} = 6,52 + (+0,04/-0,485) + 6,52 \times 0,035 = 6,67 \text{ cP}$$

$$B = FEI2 \text{ HTHS} = 6,52 + (-0,10/-0,227) + 6,52 \times 0,035 = 7,19 \text{ cP}$$

O Intercâmbio de Óleos Básicos se limita a A ou B, o que for menor, que é um HTHS a 100°C de 6,67 Cp. O HTHS do óleo candidato é 7,02 cP, sendo superior a 6,67 cP. Dessa forma, o Intercâmbio de Óleo Básico NÃO é permitido.

Não é permitida tolerância adicional para a precisão da medição de HTHS.

E.2.3.17 Exemplos Adicionais

Exemplos adicionais de aplicação das Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos podem ser encontrados no Anexo M.

E.3 INTERCÂMBIO DE ÓLEOS DE MOTOR PARA SERVIÇOS PESADOS

E.3.1 DIRETRIZES

E.3.1.1 Com base em dados de testes de motor existentes submetidos ao API, é necessário passar nos testes de motores especificados na Seção E.3 para o intercâmbio do componente básico em um Óleo de Motor para Serviços Pesados (*Heavy Duty Engine Oil* - HDEO) original licenciado pelo API.

E.3.1.2 Em qualquer caso onde componentes básicos de mais de um grupo são intercambiados simultaneamente, aplica-se o requisito de teste mais severo.

E.3.1.3 Ensaios de motores não são necessários quando um componente básico de intercâmbio individual que atende à definição do Grupo I, Grupo II, Grupo III ou Grupo IV é usado com uma concentração igual ou inferior a 10 por cento em massa da formulação de HDEO misturada. Em alguns casos, percentuais mais altos do Grupo III ou Grupo IV podem ser substituídos sem testes de motores adicionais, conforme especificado neste anexo ou no Código de Práticas do ACC (Apêndice I, Diretriz 5). Recomenda-se que o Código de Práticas do ACC seja seguido para o Grupo V.

E.3.1.4 O óleo de motor para serviços pesados misturado com o óleo básico de intercâmbio deve atender às especificações físicas e químicas para a Categoria de Serviço API apropriada.

E.3.1.5 Os componentes básicos aprovados de acordo com as disposições destas Diretrizes podem ser misturados sem testes adicionais, em conformidade com o Anexo F.

E.3.1.6 A Tabela E-1 apresenta uma relação de métodos de teste aceitáveis para propriedades de misturas de componentes básicos e óleos básicos. Entende-se que, ao se compararem as propriedades, a precisão dos métodos é levada em consideração. Nas seguintes tabelas, BOV se refere à Viscosidade da Mistura de Óleo Básico medida pela ASTM D445.

E.3.2 REQUISITOS

E.3.2.1 O API reconhece a importância dos Procedimentos de Avaliação de Múltiplos Testes. Os testes de motor para fundamentar à Intercambiabilidade de óleos básicos devem estar em conformidade com o Anexo K. Essas Diretrizes devem ser usadas em conjunto com o Código de Práticas do ACC.

E.3.2.2 Uma documentação de desempenho completa é necessária para os HDEOs originais. O detergente inibidor (DI) e/ou modificador de viscosidade (MV) permanecem inalterados quando são testados os óleos básicos de intercâmbio, exceto conforme previsto pelo Código de Práticas do ACC. Um intercâmbio de óleo básico obtido conforme estas diretrizes se aplica a uma única formulação de HDEO. No caso de uma mudança no DI e/ou MV fora do Código de Práticas do ACC, estas Diretrizes devem ser reaplicadas.

E.3.2.3 Quando for necessário alterar um componente básico ou conjunto de componentes básicos em vários diferentes graus de viscosidade contendo uma única formulação de óleo de motor para serviços pesados, estas Diretrizes devem ser usadas em conjunto com o Anexo F, exceto quando o grau recomendado para testes contém uma concentração igual ou inferior a 10 por cento em massa do componente básico de intercâmbio na formulação. Nesse caso, o próximo grau de viscosidade mais alto deve ser testado.

E.3.2.4 Para os testes de óleo de motor para serviços pesados (HDEO) relacionados na Tabela E-17, as Diretrizes de BOI podem permitir uma certa tolerância nos ensaios. Verifique as Diretrizes para cada teste específico antes de estabelecer os requisitos do programa de teste para uma formulação de óleo específica.

Tabela E-17 — Testes para Intercâmbio de Óleos Básicos de Categoria C e F do API

Nome do Teste	ASTM	Referência no Anexo E	CH-4	CI-4	CI-4 c/CI-4 PLUS	CJ-4	CK-4/FA-4
Sequência IIIF/IIIFHD	D6984	E.2.2.4.1	X	X	X	X	
Sequência IIIG	D7320	E.2.2.4.1	X	X	X	X	
Caterpillar 1K	D6750 (1K)	E.3.2.5.1	X	X	X		
Caterpillar 1N	D6750 (1N)	E.3.2.5.2		X	X	X	X
Caterpillar 1P	D6681	E.3.2.5.4	X	X	X		
Caterpillar 1R	D6923	E.3.2.5.3		X	X		
Teste de Aeração de Óleo Caterpillar	D8047	E.3.2.5.16					X
Teste de Aeração de Óleo de Motor	D6894	E.3.2.5.9	X	X	X	X	
Cummins ISM	D7468	E.3.2.5.11		X	X	X	X
Cummins ISB	D7484	E.3.2.5.11				X	X
Cummins M11	D6838	E.3.2.5.10	X				
Cummins M11 EGR	D6975	E.3.2.5.10		X	X		
Mack T-8	D5967	E.3.2.5.6					
Mack T-8E	D5967	E.3.2.5.6	X	X	X		
Mack T-9	D6483	E.3.2.5.5	X				
Mack T-10	D6987/ D6987M	E.3.2.5.7	X	X	X		
Mack T-10A	óleo usado 75 horas na D4684	E.4.2.6		X	X		
Mack T-11	D7156	E.3.2.5.13			X	X	X
Mack T-11A	D6896	E.4.2.8			X	X	X
Mack T-12	D7422	E.3.2.5.12		X	X	X	X
Volvo T-13	D8048	E.3.2.5.15					X
Teste de Desgaste do Seguidor de Rolete	D5966	E.3.2.5.8	X	X	X	X	X
Cummins HTCBT	D6594	E.4.2.9	X	X	X	X	X
Compatibilidade com Elastômero (HD)	D7216	E.4.2.7		X	X		

E.3.2.5 São indicados em E.3.2.5.1 a E.3.2.5.16 os testes de motores para serviços pesados necessários para o intercâmbio de componentes básicos. As diretrizes de BOI variam de acordo com o grupo de componentes básicos do API e a quantidade dos componentes básicos usados nas formulações originais de óleo de teste e óleo candidato. Todas as porcentagens são percentuais em massa da formulação total, a menos que indicado em contrário.

Os testes para apoiar o desenvolvimento de diretrizes de BOI e VGRA, para cada teste de motor para serviços pesados incluído nas Categorias de Serviço API, utilizam componentes básicos, óleos básicos e fluidos acabados com uma faixa de propriedades físicas. A importância do efeito dessas propriedades físicas sobre o desempenho do lubrificante pode variar para cada teste ou tipo de teste. Os dados para componentes básicos, óleos básicos e/ou fluidos acabados estão incluídos na Tabela E-18 abaixo. Tais valores são fornecidos apenas para fins informativos e não representam qualquer limitação quanto à interpretação destas diretrizes.

Tabela E-18—Dados de Componentes Básicos, Óleos Básicos e Fluidos Acabados para Servir de Apoio ao Desenvolvimento das Diretrizes de BOI/VGRA para Testes de Motores para Serviços Pesados Incluídos nas Categorias de Serviço API

Teste de Motor	Grupos de Componentes Básicos (<i>Base Stocks</i>)	Faixa de BOV ₁₀₀ , mm ² /s	Faixa de IV de Óleo Básico	Faixa de Saturados no Óleo Básico (D7419), % em peso	Faixa de Saturados no Óleo Básico (D2007), % em peso	Faixa de Grau de Viscosidade
T-13	II	5,6 a 7,1	108 a 118	97,4 a >99,8	94,7 a 98,3	10W-30 ^a , 10W-40, 15W-40
COAT	II	5,5 a 7,3	108 a 115	97,4 a >99,8	94,7 a 98,0	10W-30, 10W-40, 15W-40 ^a

^a Grau de viscosidade usado para o desenvolvimento das diretrizes de BOI.

E.3.2.5.1 Para os testes de Caterpillar 1K requeridos para intercâmbio do *base stock*, são indicados requisitos específicos na Tabela E-19.

Tabela E-19— Testes do Caterpillar 1K Requeridos para Intercâmbio do Componente Básico (*Base Stock*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido	Não Requerido	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo II	Não Requerido	Não Requerido	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.2 Para os testes do Caterpillar 1N requeridos para intercâmbio do componente básico, são indicados requisitos específicos na Tabela E-20.

Tabela E-20— Testes do Caterpillar 1N Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (*Base Stock*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Não Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.3 Para os testes do Caterpillar 1R requeridos para intercâmbio do componente básico, são indicados requisitos específicos na Tabela E-21.

Tabela E-21— Testes do Caterpillar 1R Requeridos para Intercâmbio de Componentes Básicos (*Base Stocks*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.4 Para os testes do Caterpillar 1P requeridos para intercâmbio do componente básico, são indicados requisitos específicos na Tabela E-22.

Tabela E-22— Testes do Caterpillar 1K Requeridos para Intercâmbio de Componentes Básicos (*Base Stocks*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido	Requerido em apenas um <i>base stock</i> do Grupo II para CH-4/Não Requerido para CI-4	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Não Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.5 Para testes do Mack T-9 requeridos para intercâmbio do componente básico, são indicados requisitos específicos na Tabela E-23.

Tabela E-23— Testes de Mack T-9 Requeridos para Intercâmbio do Componente Básico (*Base Stock*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido se enxofre \leq e saturados \geq original	Não Requerido	$\leq 30\%$ Não Requerido ----- >30% Requerido	$\leq 30\%$ Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido se saturados \geq original	$\leq 30\%$ Não Requerido ----- >30% Requerido	$\leq 30\%$ Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.6 Para testes do Mack T-8 e T-8E requeridos para intercâmbio do componente básico, são indicados requisitos específicos na Tabela E-24.

Tabela E-24— Testes do Mack T-8/T-8E Requeridos para Intercâmbio do Componente Básico (*Base Stock*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido se um dos seguintes itens forem atendidos: 1. Saturados do óleo original $\geq 80\%$ e saturados do óleo básico de intercâmbio \geq óleo original 2. Saturados do óleo original $< 80\%$ e saturados do óleo básico de intercâmbio \geq saturados do óleo original com um nível de confiança de 95% (ver exemplo em E.3.3.5)	Não Requerido	Não Requerido	Não Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido se saturados \geq óleo original	Não Requerido	Não Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

SISTEMA DE LICENCIAMENTO E CERTIFICAÇÃO DE ÓLEO DE MOTOR

E.3.2.5.7 Para testes do Mack T-10 requeridos para intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-25 para Intercâmbio do Componente Básico.

Tabela E-25— Testes do Mack T-10 Requeridos para Intercâmbio do Componente Básico (*Base Stock*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido se: saturados \geq original E enxofre \leq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original	Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original	\leq 30% Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original ----- >30% Requerido	\leq 30% Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original	\leq 30% Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original ----- >30% Requerido	\leq 30% Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas.	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.8 Para Teste de Desgaste do Seguidor de Rolete (*Roller Follower Wear Test - RFWT*) requerido para intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-26.

Tabela E-26—RFWTs Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (*Base Stock*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido	Não Requerido	\leq 30% Não Requerido ----- >30% Requerido	\leq 30% Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido em apenas um <i>base stock</i> do Grupo I	Não Requerido	\leq 30% Não Requerido ----- >30% Requerido	\leq 30% Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.9 Para Testes de Aeração do Óleo de Motor (*Engine Oil Aeration Tests - EOAT*) requeridos para intercâmbio do componente básico, são apresentados requisitos específicos na Tabela E-27.

Tabela E-27— EOATs Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (*Base Stock*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo I
Grupo I	Não Requerido	Não Requerido	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo II	Não Requerido	Não Requerido	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.10 Para testes de EGR de Cummins M11 e M11 requeridos para intercâmbio do componente básico (*base stock*), são apresentados requisitos específicos na Tabela E-28.

Tabela E-28— Testes de EGR de Cummins M11/M11 Requeridos para Intercâmbio do Componente Básico (*Base Stock*)

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido se: saturados ≥ original E enxofre ≤ original	Não Requerido	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido se os saturados ≥ original	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	≤30% Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.11 Para testes de Cummins ISM e ISB requeridos para intercâmbio de componente básico, são apresentados requisitos específicos abaixo.

E.3.2.5.11.1 Se apenas um teste de Cummins ISM ou ISB aprovado estiver disponível para uma dada tecnologia, a Tabela E-29 se aplica.

Tabela E-29— Testes de Cummins ISM e ISB Requeridos para Intercâmbio de Óleos Básicos

<i>Base Stock</i> no Óleo de Teste Original	<i>Base Stock</i> de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido se: saturados \geq original E enxofre \leq original	Não Requerido	$\leq 30\%$ Não Requerido ----- >30% Requerido	$\leq 30\%$ Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido se saturados \geq original	$\leq 30\%$ Não Requerido ----- >30% Requerido	$\leq 30\%$ Não Requerido ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.11.2 Caso haja mais de um teste de Cummins ISM ou ISB aprovado disponível em uma determinada tecnologia, o intercâmbio de óleo básico (BOI) será permitido se o nível de saturados, teor de enxofre e viscosidade cinemática a 100°C da mistura de óleo básico do candidato se situarem dentro da faixa de saturados, enxofre e viscosidade cinemática do óleo básico a 100°C das misturas de óleo básico nos óleos originais que passaram no teste, com, no mínimo, dois testados/dois que passaram e o conteúdo do Grupo III do candidato se situar dentro da faixa do conteúdo do Grupo III abrangido pelos óleos originais que passaram no teste.

E.3.2.5.12 Para os testes do Mack T-12 requeridos para intercâmbio de componentes básicos, são apresentados requisitos específicos a seguir.

E.3.2.5.12.1 Caso haja apenas um teste de Mack T-12 aprovado para uma dada tecnologia, a Tabela E-30 se aplica.

Tabela E-30— Testes de Mack T-12 Requeridos para Intercâmbio de Óleo Básico

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido se: saturados \geq original E enxofre \leq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original	Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original	$\leq 30\%$ Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original ----- >30% Requerido	$\leq 30\%$ Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original	$\leq 30\%$ Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original ----- >30% Requerido	$\leq 30\%$ Não Requerido se: saturados \geq original E BOV a 100°C \geq BOV a 100°C do original ----- >30% Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de Intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

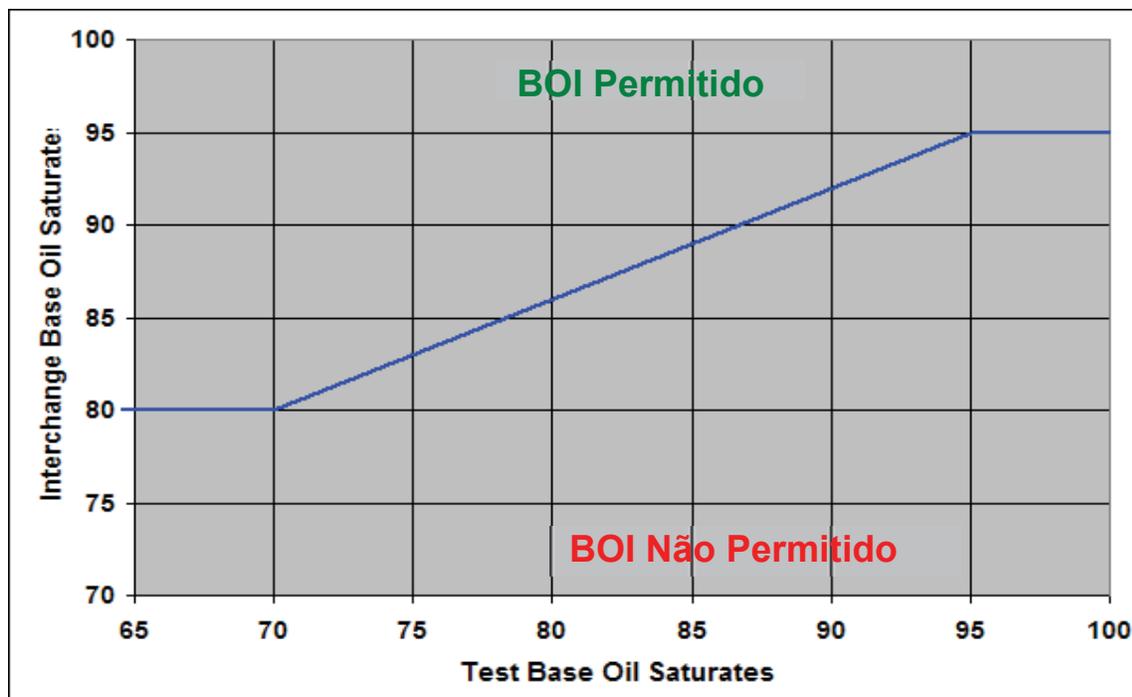
E.3.2.5.12.2 Se houver mais de um teste de Mack T-12 aprovado disponível em uma dada tecnologia, o método BOI é permitido se o nível de saturados, teor de enxofre e viscosidade do óleo básico a 100°C da mistura de óleo básico do óleo de intercâmbio proposto se situarem dentro da faixa de saturados, teor de enxofre e viscosidade de óleo básico a 100°C das misturas de óleo básico nos óleos originais com, no mínimo, dois testados / dois que passaram e o conteúdo do Grupo III do candidato se situar dentro da faixa do conteúdo do Grupo III abrangida pelos óleos originais.

E.3.2.5.13 O Intercâmbio de Óleo Básico, para todos os testes de motor Mack T-11, iniciados após 28 de abril de 2006, pode ser determinado usando-se o método previsto nas Tabelas E-31 ou E-32 ou Figura E-1. As Tabelas E-31 e E-32 e Figura E-1 definem o teor mínimo de saturado do óleo candidato que pode ser intercambiado do óleo de teste original.

Tabela E-31— Requisitos de Saturados de BOI do Mack T-11 (dentro de uma faixa)

Óleo Testado	Óleo Candidato
$X \leq 70,0$	80,0 no mínimo
$70,0 < X < 95,0$	$(0,6 \cdot X + 38)$ no mínimo
$X \geq 95,0$	95,0 no mínimo

SISTEMA DE LICENCIAMENTO E CERTIFICAÇÃO DE ÓLEO DE MOTOR



Interchange Base Oil Saturate = Saturados do Óleo Básico de Intercâmbio; Test Base Oil Saturates = Saturados do Óleo Básico de Teste

Figura E-1— Requisitos para Saturados de BOI do Mack T-11 (conforme gráfico)

Tabela E-32—Requisitos de Saturados de BOI para Mack T-11 (saturados mínimos para intercâmbio)

Óleo Básico Originalmente Testado para Licenciamento	Saturados Mínimos para Óleo Básico de Intercâmbio
≤70,0	80,0
71,0	80,6
72,0	81,2
73,0	81,8
74,0	82,4
75,0	83,0
76,0	83,6
77,0	84,2
78,0	84,8
79,0	85,4
80,0	86,0
81,0	86,6
82,0	87,2
83,0	87,8
84,0	88,4
85,0	89,0
86,0	89,6
87,0	90,2
88,0	90,8
89,0	91,4
90,0	92,0
91,0	92,6
92,0	93,2
93,0	93,8
94,0	94,4
≥95,0	95,0

E.3.2.5.14 As diretrizes de intercâmbio de óleo básico do teste do Caterpillar C13 nos Grupos I, II e III estão descritas nos parágrafos E.3.2.5.14.1 e E.3.2.5.14.2 (ver notas abaixo). São relacionados na Tabela E-1 métodos de teste aceitáveis para propriedades de misturas de componentes básicos e óleos básicos. Entende-se que, ao se compararem as propriedades, a precisão dos métodos é levada em consideração.

Notas:

- 1) O índice de viscosidade típico do Grupo III no candidato deve ser, no máximo, 6 unidades mais alto do que o do Grupo III no óleo que passou no C13 sem tolerância para a precisão de teste.
- 2) PAOs (Grupo IV) podem ser intercambiadas de acordo com o item d de E.1.3.
- 3) Quando houver a presença de componentes básicos do Grupo V, o teste do C13 deve ser realizado.

E.3.2.5.14.1 Se houver apenas um teste C13 aprovado disponível em uma dada tecnologia e apenas componentes básicos do Grupo II e/ou Grupo III no óleo que passou no C13 e no candidato, o BOI do C13 será permitido se o índice de viscosidade (IV) da mistura de óleo básico para o óleo candidato for igual ou inferior ao IV da mistura de óleo básico do óleo que passou no C13 (ver nota abaixo). Se o componente básico do Grupo I estiver presente no óleo que passou no C13 ou no candidato, o BOI do C13 será permitido se a mistura de óleo básico do candidato apresentar o mesmo nível de saturados, um teor de enxofre igual ou inferior e um IV igual ou inferior ao da mistura de óleo básico do óleo que passou no C13. Diretrizes adicionais são aplicáveis quando existe componente básico do Grupo III no óleo que passou no C13:

- a. O conteúdo do Grupo III do óleo candidato deve ser igual ou inferior ao do óleo que passou no teste.
- b. O índice de viscosidade típico do Grupo III no candidato deve ser, no máximo, 6 unidades mais alto do que o do Grupo III no óleo que passou no C13 sem tolerância para a precisão de teste.

Planilhas como as mostradas abaixo podem ser usadas para determinar se as propriedades de um candidato atendem aos critérios de BOI do C13 acima. Seguem exemplos que mostram como se sugere que as planilhas sejam usadas.

Planilha 1: Se houver apenas Grupo II e/ou III no óleo candidato e no óleo que passou no teste

	Candidato		Óleo que passou no teste
IV da mistura de óleo básico		< ou =	
Teor do grupo III, % no óleo		< ou =	
IV do grupo III		Ver b acima	

Exemplo c/planilha 1: Se houver apenas Grupo II e/ou III no óleo candidato e no que passou no teste

	Candidato		Óleo que passou no teste
IV da mistura de óleo básico	104	< ou =	115
Teor de grupo III, % no óleo	13,5	< ou =	40
IV do Grupo III	126	ver b acima	126

SISTEMA DE LICENCIAMENTO E CERTIFICAÇÃO DE ÓLEO DE MOTOR

No exemplo acima, as propriedades do candidato atendem aos critérios de BOI quando comparadas ao óleo que passou no teste. O método BOI é permitido para esse candidato.

Planilha 2: Se houver Grupo I no óleo candidato ou no que passou no teste

	Candidato		Óleo que passou no teste
Saturados da mistura de óleo básico, %		=	
Enxofre da mistura de óleo básico, ppm		< ou =	
IV da mistura de óleo básico		< ou =	
Teor do grupo III, % no óleo		< ou =	
IV do grupo III		Ver b acima	

Exemplo com a planilha 2: Se houver Grupo I no óleo candidato ou no que passou no teste

	Candidato		Óleo que passou no teste
Saturados da mistura de óleo básico, %	87	=	87
Enxofre da mistura de óleo básico, ppm	347 ^a	< ou =	320
IV da mistura de óleo básico	93	< ou =	99
Teor do grupo III, % no óleo	0	< ou =	15
IV do grupo III	---	Ver b acima	128

^a É necessário aplicar a precisão do método.

As propriedades do candidato atendem aos critérios de BOI quando comparadas às do óleo que passou no teste. Nesse caso, a precisão do método de enxofre apresenta um teor de enxofre igual (D2622, 320 ppm +/- 41 ppm cobre 347 ppm). BOI é permitido para esse candidato.

E.3.2.5.14.2 Se houver mais de um teste C13 aprovado disponível para uma dada tecnologia, o método BOI será permitido se o nível de saturados, o teor de enxofre e o índice de viscosidade da mistura de óleo básico do candidato se situarem dentro da faixa de nível de saturados, enxofre e IV das misturas de óleos básicos nos óleos originais que passaram no teste (pelo menos dois óleos testados/dois que passaram) e o conteúdo do Grupo III do óleo candidato se situar dentro da faixa do conteúdo do Grupo III abrangida pelos óleos originais que passaram no teste. Além disso, o índice de viscosidade típico do Grupo III no óleo candidato não deve ser mais de 6 unidades mais alto que o índice de viscosidade típico do Grupo III no óleo que passou no C13 sem tolerância para a precisão de teste.

Uma planilha como a mostrada abaixo pode ser usada para determinar se as propriedades de um candidato atendem aos critérios do BOI do C13 acima. Seguem exemplos que mostram como as planilhas seriam usadas.

Planilha 3: Se houver mais de um óleo que passou no teste C13 em uma determinada tecnologia

	Óleo que passou no teste 1	Óleo que passou no teste 2	Candidato
Saturados da mistura de óleo básico, %			
Enxofre da mistura de óleo básico, ppm			
IV da mistura de óleo básico			
Teor do grupo III, % no óleo			
IV do grupo III (Ver b acima)			
C13 é Requerido?			Sim ou não?
Motivo			

Exemplo 1 c/planilha 3: Se houver mais de um óleo que passou no teste C13 disponível em uma dada tecnologia

	Óleo que passou no teste 1	Óleo que passou no teste 2	Candidato
Saturados da mistura de óleo básico, %	87	96	87
Enxofre da mistura de óleo básico, ppm	347	0	320
IV da mistura de óleo básico	93	115	99
Teor do Grupo III, % no óleo	0	40	15
IV do Grupo III (Ver b acima)	--	126	128
Cat C13	Passa	Passa	
C13 é Requerido?			Não
Motivo			BOI é permitido. Saturados, Enxofre, IV e conteúdo do Grupo III se situam dentro das faixas da matriz. O IV do Grupo III Candidato se situa dentro da faixa aceitável +6.

Exemplo 2 com planilha 3: Se houver mais de um óleo que passou no teste C13 disponível em uma dada tecnologia.

	Óleo que passou no teste 1	Óleo que passou no teste 2	Candidato
Saturados da mistura de óleo básico, %	87	96	94
Enxofre da mistura de óleo básico, ppm	347	0	90
IV da mistura de óleo básico	93	115	112
Conteúdo do Grupo III, % no óleo	0	40	20
IV do Grupo III (Ver b acima)	--	126	134
Cat C-13	Passa	Passa	
C-13 é Requerido?			Sim
Motivo			BOI não é permitido. Saturados no óleo básico, Enxofre e IV se situam dentro das faixas das matrizes, mas o IV do Grupo III do Candidato está fora da faixa + 6 aceitável.

E.3.2.5.15 Se houver apenas um óleo que passou no teste Volvo T-13 disponível em uma dada tecnologia, a Tabela E-33 se aplicará.

Tabela E-33— Testes T-13 da Volvo Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (Base Stock)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de Intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.2.5.16 Caso haja apenas um Teste de Aeração de Óleo da Caterpillar (*Caterpillar Oil Aeration Test - COAT*) aprovado disponível em uma dada tecnologia, a Tabela E-34 se aplica.

Tabela E-34— Testes de Aeração de Óleo da Caterpillar Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (Base Stock)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Não Requerido, desde que o Grupo IV de Intercâmbio atenda às especificações do fabricante original em todas as propriedades físico-químicas	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.3.3 EXEMPLOS

E.3.3.1 Geral

As Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos do API devem ser usadas em conjunto com as Diretrizes do API para Testes de Graus de Viscosidade SAE para Motores (ver Anexo F). Quando o grau original aprovado contém 10 por cento ou menos do componente básico de intercâmbio, o grau mais alto deve ser testado se contiver mais de 10 por cento do componente básico de intercâmbio na formulação.

E.3.3.2 Exemplo 1

Nesse exemplo, um comerciante deseja trocar o componente básico de 600N em um conjunto de componentes básicos do Grupo I por óleos de motor para serviços pesados de Categoria de Serviço CF-4 do API. O comerciante tem dois produtos envolvidos nesse intercâmbio: um grau SAE 15W-40 contendo uma mistura de óleo básico do Grupo I de 50 por cento de 100N e 50 por cento de 250N, que foi aprovada por analogia (*read across*) de viscosidade e testes, e um grau SAE 30 contendo uma mistura de óleo básico do Grupo I de 35 por cento de 250N e 65 por cento de 600N, que também foi aprovada por analogia de viscosidade e testes.

É necessário que o comerciante execute as seguintes etapas:

- Verificar as Diretrizes do API para Testes de Graus de Viscosidade SAE para Motores. Alguns testes de motores para serviços pesados podem ser extrapolados por analogia de multigráu para monográu. Outros podem ser extrapolados de monográu para multigráu. Testes de aprovação em óleos originais foram realizados conforme o caso.
- Verificar as Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos do API. Como o produto SAE 15W-40 não contém (ou seja, contém menos de 10 por cento da formulação) stock de intercâmbio de 600N do Grupo I, não são necessários testes. Além disso, não são exigidos testes para o produto SAE 30 quando um *base stock* do Grupo I de 600N de outra fonte é usado. Intercâmbios do Grupo I pelo Grupo I são permitidos para óleos CF-4.

E.3.3.3 Exemplo 2

Nesse exemplo, um comerciante deseja fazer a troca de um conjunto de *base stocks* do Grupo II usados em um óleo de motor para serviços pesados de grau SAE 15W-40 e categoria de serviço CF-4 do API, completamente aprovado, para um conjunto do Grupo I e também a uma mistura dos *base stocks* do Grupo I e Grupo II. O grau SAE 15W-40 aprovado é feito com uma mistura de óleo básico do Grupo II de 65 por cento de 100N e 35 por cento de 240N.

É necessário que o comerciante verifique as Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos. Não são necessários testes de motor adicionais para qualquer um dos intercâmbios.

E.3.3.4 Exemplos Adicionais

O Anexo M apresenta exemplos adicionais de aplicação das Diretrizes de Intercambiabilidade de Óleos Básicos.

E.3.3.5 Exemplo de Cálculo de Saturados para a Tabela E-20

O cálculo a seguir é utilizado para determinar se o teste de Mack T-8 ou T-8E pode ser dispensado, quando tanto o óleo básico testado originalmente quanto o óleo básico de intercâmbio pretendido apresentam teor de saturados inferior a 80 por cento. Um teste de Mack T-8 ou T-8E é necessário para Intercambiabilidade de óleos básicos se o novo nível percentual de saturados do óleo básico não for igual ou superior ao nível percentual de saturados no óleo básico originalmente testado no nível de confiança de 95 por cento. Esse cálculo é feito da seguinte forma:

Diferença entre duas médias (cálculo do valor Z unicaudal, considerando-se uma distribuição normal):

$$X_1 - X_2 \geq 1.645 \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

onde X= média de determinações de saturados

σ = desvio padrão do laboratório que realiza as análises

n = número de determinações

os subscritos 1 e 2 se referem ao óleo básico de intercâmbio e ao óleo básico original, respectivamente.

As determinações de saturados da ASTM D 2007 devem ser feitas em um laboratório que tenha um desvio padrão de 1,5 ou menos com um óleo de referência interna com um teor de saturados inferior a 80 por cento.

Se o desvio padrão da ASTM D 2007 para o laboratório em que as determinações do óleo básico original com 70,0 por cento de saturados e do óleo básico de intercâmbio foram feitas for 1,5 e foram feitas determinações de saturados individuais, o teste de Mack T-8 ou Mack T-8E seria dispensado para todos os Óleos Básicos do Grupo I do API com um teor pelo menos 3,48 por cento mais alto de saturados (teor mínimo de saturados de 73,48 por cento).

SISTEMA DE LICENCIAMENTO E CERTIFICAÇÃO DE ÓLEO DE MOTOR

$$X_1 - X_2 \geq 1.645 \sqrt{\frac{(1.5)^2}{1} + \frac{(1.5)^2}{1}}$$
$$X_1 - X_2 \geq (1.645)(1.5)\sqrt{2}$$
$$X_1 - X_2 \geq 3.48$$

Se, no cálculo acima, os desvios padrões de laboratório da ASTM D 2007 foram ambos 0,7 ao invés de 1,5 e foram feitas determinações individuais, seria permitido dispensar o Teste de Mack T-8 ou Mack T-8E para todos os Óleos Básicos do Grupo I do API com um teor pelo menos 1,63 por cento mais alto (teor mínimo de saturados de 71,63 por cento).

E.4 INTERCÂMBIO PARA TESTES DE BANCADA

E.4.1 DIRETRIZES

E.4.1.1 Testes de bancada completos são necessários para o intercâmbio de um componente básico em um óleo licenciado pelo API, exceto quando indicado nas diretrizes abaixo.

E.4.2 TESTES DE BANCADA COM DIRETRIZES DE TESTE DE INTERCÂMBIO ESTABELECIDAS

E.4.2.1 TEOST 33C

E.4.2.1.1 Com base em dados de testes de bancada existentes de TEOST 33 (ASTM D 6335) submetidos ao API, os testes de TEOST 33 aprovados especificados na Tabela E-35 são necessários para o intercâmbio de componentes básicos.

Tabela E-35— Testes de TEOST 33 Aprovados Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (*Base Stock*)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio (Aplica-se apenas a graus de viscosidade SAE 5W-30 e mais altos.)				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Não Requerido	Não Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Não Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.4.2.2 TEOST MHT

E.4.2.2.1 Com base em dados de testes de bancada do TEOST MHT (ASTM D 7097) submetidos ao API, os testes TEOST MHT aprovados, especificados na Tabela E-36, são requeridos para intercâmbio de componente básico (*base stock*).

Tabela E-36— Testes de TEOST MHT Requeridos para Intercâmbio de Componente Básico (*Base Stock*)

Base Stock no Óleo de Teste Original	Base Stock de Intercâmbio				
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Grupo I	Não Requerido se enxofre \geq e saturados \leq original	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo II	Não Requerido	Não Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido
Grupo III	Requerido	Não Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo IV	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido
Grupo V	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido	Requerido

E.4.2.3 Homogeneidade e Miscibilidade (H&M) ASTM D 6922 e Filtrabilidade de Óleo de Motor (EOFT) ASTM D 6795 [anteriormente conhecido como Filtrabilidade GM 9099P (Método Padrão)]

E.4.2.3.1 Os testes de Homogeneidade e Miscibilidade (H&M) ASTM D 6922 e Filtrabilidade do Óleo de Motor (*Engine Oil Filtrability* - EOFT) da ASTM D 6795 [antes conhecidos como testes de Filtrabilidade GM 9099P (Método Padrão)] são requeridos em um grau de viscosidade representado no conjunto de dados essenciais. Cada intercâmbio de óleo básico requer apenas um teste de H&M e um EOFT. (Ver definição de conjunto de dados essenciais (*core data set*) no Código de Práticas do ACC). Conjuntos de dados essenciais são tipicamente desenvolvidos nos graus de viscosidade SAE 5W-30, 10W-30, 10W-40 ou 15W-40.

E.4.2.4 Teste de Tolerância à Água de Óleo de Motor (EOWTT) ASTM D 6794

E.4.2.4.1 O Teste de Tolerância à Água do Óleo de Motor (EOWTT) ASTM D 6794 [antes conhecido como Filtrabilidade GM 9099P (Método Modificado para ILSAC GF-2/GF-3)], para cada intercâmbio de óleo básico, é exigido apenas no grau de viscosidade com a maior combinação de aditivo (DI/MV).

E.4.2.5 Teste de Ferrugem em Esferas (BRT) ASTM D 6557

E.4.2.5.1 Se houver um Teste de Ferrugem em Esferas (*Ball Rust Test* - BRT) da norma ASTM D 6557 aprovado no conjunto de dados essenciais, conforme definido pelo Código de Práticas do ACC, a analogia (*read across*) é permitida para todos os outros graus de viscosidade e conjuntos de óleos básicos.

E.4.2.6 Mack T-10A ou Mack T-12A

E.4.2.6.1 Nem um teste do Mack T-10A nem um teste do Mack T-12A é exigido para intercâmbio de óleo básico se o teor de saturados e enxofre (dentro da precisão dos dois testes analíticos) do óleo básico de intercâmbio se situar dentro da faixa de teor de saturados e enxofre dos óleos básicos nos óleos originais (pelo menos dois óleos), e o óleo novo MRV-TP1 (ASTM D 4684) a -20°C do intercâmbio for igual ou inferior ao limite da matriz de BOI.

O limite da matriz de BOI é definido como:

$$\text{Limite da matriz de BOI} = 25000 - \text{margem de segurança}$$

Margem de segurança é definida como:

$$\text{margem de segurança} = Y1 - X1, Y2 - X2 \text{ ou } 0, \text{ o que for maior}$$

onde X1 = óleo novo MRV-TP1 a -20°C para o óleo original 1
 X2 = óleo novo MRV-TP1 a -20°C para o óleo original 2
 Y1 = MRV-TP1 a -20°C da amostra de T-10A ou T-12A de 75 horas para o óleo original 1
 Y2 = MRV-TP1 a -20°C da amostra de T-10A ou T-12A de 75 horas para óleo original 2

Um exemplo da aplicação dessa diretriz é apresentado na Tabela E-37.

Tabela E-37— Exemplo de Aplicação da Diretriz de BOI para T-10A ou T-12A^a

	Óleo de Matriz	Óleo de Matriz 2	Óleo Candidato A	Óleo Candidato B	Óleo Candidato C
Saturados no Óleo Básico, % em massa	99	65	70	80	75
Enxofre no Óleo Básico, % em massa	<0,002	0,7	0,5	0,3	0,8
Os saturados no óleo básico estão dentro da faixa da matriz (dentro da precisão do teste)?			Sim	Sim	Sim
O enxofre no óleo básico se situa dentro da faixa da matriz (dentro da precisão do teste)?			Sim	Sim	Não
Óleo Novo MRV-TP1 a -20°C , cP	12000	15000	16000	20000	Irrelevante
T-10A ou T-12A					
MRV-TP1 a -20°C , cP	18000	16000			
Estresse de rendimento, Pa	0	0			
Margem de segurança	O que for maior de (18000–12000) ou (16000–15000) ou 0 = 6000				
Limite da matriz de BOI	25000–6000 = 19000		19000	19000	19000
Teste Requerido?			Não	Sim	Sim
Motivo			Óleo Novo MRV-TP1 inferior ao limite da matriz do BOI	Óleo Novo MRV-TP1 superior ao limite da matriz do BOI	Teor de Enxofre do Óleo Básico fora da faixa da matriz

^aT-10A = Teste de Motor Mack T-10A; T-12A = Teste de Motor Mack T-12A.

E.4.2.7 Teste de Compatibilidade de Elastômero com Diesel (ASTM D7216 Anexo A1)²

E.4.2.7.1 O Teste de Compatibilidade de Elastômero com Diesel (ASTM D7216 Anexo A1) não será requerido se o teor de saturados e enxofre (dentro da precisão dos testes) do óleo básico de intercâmbio se situar dentro da faixa do teor de saturados e de enxofre dos óleos básicos nos óleos candidatos originais (pelo menos dois óleos candidatos) e o pacote DI permanecer inalterado. Um exemplo da aplicação dessa diretriz é apresentado na Tabela E-38.

Tabela E-38—Aplicação da Diretriz de BOI do Teste de Compatibilidade de Elastômero com Diesel (ASTM D7216 Anexo A1)

	Óleo de Matriz 1	Óleo de Matriz 2	Óleo Candidato A	Óleo Candidato B
Saturados no Óleo Básico, % em massa	99	65	70	80
Enxofre no Óleo Básico, % em massa	<0,002	0,7	0,5	0,3
Teste de Compatibilidade com Elastômero CI-4	Passa	Passa		
Teste Requerido?			Não	Não
Motivo			Teor de saturados e enxofre do óleo básico dentro das faixas da matriz	Teor de saturados e enxofre do óleo básico dentro das faixas da matriz

E.4.2.8 Mack T-11A

E.4.2.8.1 Além das diretrizes de BOI do Mack T-11 serem atendidas, para o Intercâmbio de Óleo Básico no Mack T-11A o óleo novo MRV-TP1 (ASTM D 4684) a -20°C do candidato de intercâmbio deve ser igual ou inferior a 20000 cPs sem estresse de rendimento.

E.4.2.9 Teste de Bancada de Corrosão a Alta Temperatura (*High-Temperature Corrosion Bench Test* - HTCBT) da norma ASTM D 6594

E.4.2.10 Se houver um Teste de Bancada de Corrosão a Alta Temperatura (*High-Temperature Corrosion Bench Test* - HTCBT) da ASTM D 6594 aprovado no conjunto de dados essenciais, conforme definido no Código de Práticas do ACC, a analogia (*read-across*) é permitida para todos os outros graus de viscosidade e conjuntos de óleos básicos.

E.4.2.10 Retenção de Emulsão ASTM D7563

E.4.2.10.1 Para óleos formulados com componentes básicos do Grupo II e/ou Grupo III, a Retenção de Emulsão da ASTM D7563 é requerida apenas para a concentração de aditivo (DI/MV) mais alta. A analogia (*read across*) é permitida para todas as outras formulações de óleo básico/grau de viscosidade do Grupo II, Grupo III e combinações do Grupo II e Grupo III, usando uma concentração igual ou inferior da combinação idêntica de aditivo (DI/MV). Se o tipo PPD for alterado para a combinação DI/MV, são necessários testes.

E.4.2.11 Teste de Compatibilidade de Óleo de Motor de Carro de Passeio com Elastômero (ASTM D7216 Anexo A)²

E.4.2.12 Um Teste de Compatibilidade de óleo de motor de carro de passeio (PCMO) com Elastômero (ASTM D7216 Anexo A) aprovado no conjunto de dados essenciais (conforme definido no Código de Práticas do ACC) realizado no Grupo II ou Grupo III ou uma mistura do Grupo II e Grupo III, pode ser extrapolado para formulações usando

² Modificado conforme a votação 5106

outros componentes básicos (*base stocks*) do Grupo II ou Grupo III ou uma mistura de componentes básicos do Grupo II e Grupo III.

E.4.2.13 Além disso, não haverá nenhuma restrição de grau de viscosidade se a analogia (*read across*) se limitar aos graus de viscosidade 0W-20, 0W-30, 5W-20, 5W-30, 10W-30 e 10W-40.

E.4.2.14 Quando a analogia é feita para um candidato usando os óleos básicos do Grupo I, o Teste de Compatibilidade do PCMO com Elastômero (ASTM D7216 Anexo A2) não será requerido se o teor de saturados e enxofre do óleo básico (dentro da precisão dos testes) do óleo básico de intercâmbio se situar dentro da faixa de teor de saturados e teor de enxofre dos óleos básicos nos óleos candidatos originais (pelo menos dois óleos candidatos) e o pacote de DI permanecer o mesmo. Um exemplo da aplicação dessa diretriz é apresentado na Tabela E-39.

Tabela E-39– Exemplo de Teste de Compatibilidade de Óleo de Motor de Carro de Passeio (PCMO) com Elastômero Incluindo *Base Stocks* do Grupo I do API

	Óleo de Matriz 1	Óleo de Matriz 2	Óleo Candidato A	Óleo Candidato B
Saturados no Óleo Básico, % em massa	85	99	92	96
Enxofre no Óleo Básico, % em massa	0,2	0,0	0,17	0,01
Teste de Compatibilidade com Elastômero GF-5	Passa	Passa		
Teste Requerido?			Não	Não
Motivo			Enxofre do óleo básico e IV do óleo básico se situam dentro das faixas da matriz	Enxofre do óleo básico e IV do óleo básico se situam dentro das faixas da matriz