

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(11) **PI0107817-8 B1**

(22) Data de Depósito: 24/01/2001
(45) Data da Concessão: 30/11/2010
(RPI 2082)



(51) *Int.Cl.:*
C10L 1/18
C10L 1/06

(54) Título: **PROCESSO DE REDUÇÃO DA PRESSÃO DE VAPOR DE UMA MISTURA COMBUSTÍVEL PARA MOTORES, COMPOSIÇÃO COMBUSTÍVEL PARA MOTORES, MISTURA DE ETANOL DO TIPO PARA COMBUSTÍVEL, UM COMPONENTE CONTENDO OXIGÊNIO, E PELO MENOS UM HIDROCARBONETO C6-C12, E, USOS DA MISTURA, E DO COMBUSTÍVEL DE GASOLINA.**

(30) Prioridade Unionista: 24/01/2000 SE PCT/SEOO/00139

(73) Titular(es): Angelica Hull

(72) Inventor(es): Angelica Hull, Igor Golubkov

PROCESSO DE REDUÇÃO DA PRESSÃO DE VAPOR DE UMA MISTURA COMBUSTÍVEL PARA MOTORES, COMPOSIÇÃO COMBUSTÍVEL PARA MOTORES, MISTURA DE ETANOL DO TIPO PARA COMBUSTÍVEL, UM COMPONENTE CONTENDO OXIGÊNIO, E PELO MENOS UM HIDROCARBONETO C₆-C₁₂, E, USOS DA MISTURA, E DO COMBUSTÍVEL DE GASOLINA”.

Esta invenção diz respeito a combustível de motores para motores de combustão interna de ignição por centelhas. Mais particularmente, a invenção diz respeito a um processo para reduzir o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) de uma composição combustível que inclua um hidrocarboneto líquido e etanol mediante o uso de um aditivo contendo oxigênio. O etanol e os componentes de ajuste de DVPE usados para obter a composição combustível são preferivelmente derivados de materiais brutos renováveis. Por meio do processo da invenção, os combustíveis para motor contendo até 20% em volume de etanol, atendendo às exigências padrão para motores de combustão interna de ignição por centelhas que operem com gasolina, são obtíveis.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

A gasolina é o principal combustível para motores de combustão interna de ignição por centelhas. O uso extensivo da gasolina resulta na poluição do ambiente. A combustão da gasolina derivada do óleo bruto ou de gás mineral perturba o equilíbrio de dióxido de carbono na atmosfera, e causa o efeito estufa. As reservas de óleo bruto estão constantemente decrescendo, com alguns países já se defrontando com deficiência do óleo bruto.

A preocupação crescente quanto à proteção do ambiente, as exigências mais rigorosas determinando o teor de componentes nocivos nas emissões de descarga, e as deficiências de óleo bruto, forçam a indústria a desenvolver urgentemente combustíveis alternativos que queimem de uma

forma mais limpa.

A invenção global existente de veículos e maquinaria que operam com motores de combustão interna de ignição por centelhas não permitem presentemente a completa eliminação da gasolina como um
5 combustível para motores.

A tarefa de criar combustíveis alternativos para motores de combustão interna já existe a longo tempo e um grande número de tentativas tem sido feito para usar recursos renováveis para produzir componentes de combustíveis para motores.

10 A Patente US 2.365.009, emitida em 1944, descreve a combinação de álcoois C_{1-5} com hidrocarbonetos C_{3-5} para uso como um combustível. Na Patente US 4.818.250, emitida em 1989, propõe-se o uso de limoneno obtido de frutas cítricas e outras plantas, como um combustível para motores, ou como um componente em misturas com a gasolina. Na
15 Patente US 5.607.486, emitida em 1997, são apresentados novos aditivos de combustíveis para motores que incluem terpenos, hidrocarbonetos alifáticos e álcoois inferiores.

Correntemente, os éteres terc-butílicos são amplamente usados como componentes de gasolinas. Combustíveis para motores que compreendem éteres terc-butílicos são descritos na Patente US 4.468.233, emitida em 1984. A parte principal destes éteres é obtida da refinação de petróleo, mas pode igualmente ser produzida de recursos renováveis.

O etanol é o produto mais promissor para uso como um componente de combustíveis para motores em misturas com a gasolina. O
25 etanol é obtido do processamento de matéria prima renovável, conhecido geralmente como biomassa, que, por sua vez, é derivado de dióxido de carbono sob a influência da energia solar.

A combustão do etanol produz significativamente menor substâncias nocivas, em comparação com a combustão da gasolina. No

entanto, o uso de um combustível para motores, principalmente contendo etanol, requer motores especialmente projetados. Ao mesmo tempo, os motores de combustão interna de ignição por centelhas, normalmente operando a gasolina, podem ser operados com um combustível para motores
5 que compreenda uma mistura de gasolina e não mais do que cerca de 10% em volume de etanol. Uma tal mistura de gasolina e etanol é vendida presentemente nos Estados Unidos como gasohol. Os regulamentos europeus atuais concernentes a gasolinas permitem a adição à gasolina de até 5% em volume de etanol.

10 A principal desvantagem das misturas de etanol com a gasolina é que, para misturas que contenham até cerca de 20% em volume de etanol, existe um aumento no equivalente da pressão de vapor seco em comparação com aquele da gasolina original.

A Figura 1 apresenta o comportamento do equivalente de
15 pressão de vapor seco (DVPE) como uma função do teor de etanol de misturas de etanol e gasolina A92 verão, e gasolina A95 verão e inverno a 37,8°C. As gasolinas conhecidas como A92 e A95 são gasolinas padrão compradas em postos de gasolina nos Estados Unidos e na Suécia. A gasolina A92 originou-se nos Estados Unidos e a gasolina A95, na Suécia. O etanol empregado como etanol do tipo para combustível é produzido pela Williams, USA. O DVPE das misturas foi determinado de acordo com o processo padrão ASTM D5191 no laboratório SGS em Estocolmo, Suécia.

Para a faixa de concentrações em volume de etanol entre 5 e
25 10%, que é de particular interesse para uso como um combustível de motor para motores padrão de ignição por centelhas, os dados na Figura 1 mostram que o DVPE das misturas de gasolina e etanol podem exceder o DVPE da gasolina fonte em mais do que 10%. Tendo em vista que as companhias comerciais de petróleo normalmente abastecem o mercado com gasolina já no máximo DVPE permitido, que é estritamente limitado pelos regulamentos

atuais, a adição de etanol a essas gasolinas comercialmente disponíveis no presente, não é possível.

É sabido que o DVPE das misturas de gasolina e etanol pode ser ajustado. A Patente US 5.015.356 outorgada em 14 de maio de 1991, propõe a reformulação da gasolina pela remoção dos componentes tanto voláteis quanto não voláteis da gasolina C₄-C₁₂ para produzir-se a gasolina intermediária ou C₆-C₉ ou C₆-C₁₀. Diz-se que tais combustíveis facilitam melhor a adição de álcool na gasolina presente, por causa de seu menor equivalente de pressão de vapor seco (DVPE). A desvantagem deste processo de ajuste do DVPE das misturas de gasolina com etanol é que, de modo a obter-se uma tal mistura, é necessário produzir uma gasolina reformulada especial, a qual afeta negativamente a cadeia de suprimento e resulta em preços aumentados para o combustível para motores. Igualmente, essas gasolinas e suas misturas com etanol têm um ponto de centelha mais elevado, o que prejudica suas propriedades de desempenho.

Sabe-se que alguns componentes químicos reduzem o DVPE quando adicionados à gasolina ou a uma mistura desta com etanol. Por exemplo, a Patente US 5.433.756, outorgada em 18 de julho de 1995, apresenta compostos químicos que promovem a combustão limpa compreendendo, além da gasolina, cetonas, nitroparafina e também álcoois outros que não o etanol. Observa-se que a composição do promotor de combustão catalítica limpa apresentado na patente reduz o DVPE do combustível de gasolina.

Nada é mencionado nesta patente acerca do impacto da composição promotora de combustão limpa sobre o DVPE das misturas de gasolina e etanol.

A Patente US 5.688.295, outorgada em 18 de novembro de 1997, provê um composto químico como um aditivo à gasolina ou como um combustível para motores padrão a gasolina. De acordo com a invenção, um

aditivo combustível com base em álcool é proposto. O aditivo combustível compreende de 20 a 70% de álcool, de 2,5 a 20% de cetona e éter, de 0,03 a 20% de compostos alifáticos e de silício, de 5 a 20% de tolueno e de 4 a 45% de álcoois minerais. O álcool é metanol ou etanol. Observa-se na patente que
5 o aditivo melhora a qualidade da gasolina e especificamente reduz o DVPE. As desvantagens deste processo de ajuste do DVPE do combustível para motores, são que existe a necessidade de grandes quantidades do aditivo, a saber, não menor do que 15% em volume da mistura; e o uso de compostos de silício, que formam o óxido de silício após a combustão, resulta em
10 desgaste aumentado do motor.

Na WO 9743356, um processo para reduzir a pressão de vapor de uma mistura de hidrocarboneto-álcool mediante adição à mistura de um co-solvente para o hidrocarboneto e o álcool, é descrito. Uma composição combustível para motores de ignição por centelhas é também apresentada,
15 incluindo um componente hidrocarboneto de alcanos C_5-C_8 de cadeia reta ou ramificado, essencialmente isento de olefinas, aromáticos, benzeno e enxofre, em que o componente hidrocarboneto tem um índice antidetonante mínimo de 65, de acordo com a ASTM D2699 e D2700, e um DVPE máximo de 15 psi (103,5 kPa), de acordo com a ASTM D5191; um álcool do tipo para combustível; e um co-solvente para o componente hidrocarboneto e o álcool em que os componentes da composição combustível estão presentes em quantidades selecionadas para prover um combustível para motores com um índice mínimo antidetonante de 87 e um DVPE máximo de 15 psi (103,5 kPa). O co-solvente usado é 2-metiltetraidrofurano derivado de biomassa
25 (MTHF) e outros éteres heterocíclicos, tais como piranos e oxepanos, o MTHF sendo preferido.

As desvantagens deste processo para ajustar o equivalente de pressão de vapor seco das misturas de hidrocarboneto líquido com etanol, são as seguintes:

(1) É necessário usar apenas componentes C_5 - C_8 de hidrocarbonetos, que alcanos de cadeia reta ou ramificados (i) livres de compostos insaturados tais como as olefinas, o benzeno e outros aromáticos, (ii) livres de enxofre e, como se infere da descrição da invenção, (iii) o
5 componente hidrocarboneto é um condensado de gás de carvão ou condensado de gás natural;

(2) É necessário usar como um co-solvente para o componente hidrocarboneto e o etanol apenas uma classe particular de compostos químicos contendo oxigênio, a saber: éteres, incluindo os éteres de cadeia
10 curta e heterocíclicos;

(3) É necessário usar uma grande quantidade de etanol no combustível, não menos do que 25%;

(4) É necessário usar uma grande quantidade de co-solvente, não menos do que 20%, de 2-metiltetraidrofurano; e

(5) Requer se modifique o motor de combustão interna de ignição por centelhas, quando se esteja operando com tal composição combustível e, especificamente, deve-se mudar o software do computador de
15 bordo ou substituir o próprio computador de bordo.

Conseqüentemente, é um objeto da presente invenção prover um processo pelo qual os inconvenientes acima mencionados da técnica anterior podem ser superados. É um objeto principal da invenção prover um processo de redução da pressão de vapor de uma mistura combustível com base em hidrocarboneto C_3 a C_{12} contendo até 20% em volume de etanol para motores convencionais a gasolina até não mais do que a pressão de vapor do
25 próprio hidrocarboneto C_3 a C_{12} , ou pelo menos de modo a atender às exigências padrão sobre combustível de gasolina.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

O objeto acima mencionado da presente invenção foi realizado por meio do processo do preâmbulo de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado em que um aditivo contendo oxigênio, selecionado de pelo menos um dos seguintes tipos de compostos: álcool que não o etanol, cetona, éter, éster, hidróxi-cetona, éster de cetona e um composto heterocíclico contendo oxigênio, é usado na mistura combustível em uma quantidade de
5 pelo menos 0,05% em volume da mistura combustível total.

Os presentes inventores observaram que tipos específicos de compostos que apresentam um grupo contendo oxigênio, surpreendentemente reduzem a pressão de vapor de uma mistura de gasolina-etanol.

Este efeito pode inesperadamente ser ainda reforçado por meio
10 de compostos específicos de hidrocarboneto C_6-C_{12} .

Eles também observaram que o número de octanos da mistura combustível resultante com base em hidrocarbonetos surpreendentemente pode ser mantido ou mesmo aumentado mediante o uso do componente de oxigênio da presente invenção.

De acordo com o presente processo, até cerca de 20% em
15 volume de etanol do tipo para combustível (b) podem ser usados nas composições combustíveis completas. Os aditivos contendo oxigênio (c) usados podem ser obtidos de materiais brutos renováveis, e o componente (a) de hidrocarboneto usado pode opcionalmente conter frações aromáticas e enxofre, e também hidrocarbonetos obtidos de materiais brutos renováveis.

Por meio do processo da invenção, podem ser preparados combustíveis para motores de combustão interna padrão de ignição por centelha, que possibilitem que tais motores tenham o mesmo desempenho máximo como quando operado com a gasolina padrão presentemente no
25 mercado. Uma redução no nível de emissões tóxicas na descarga e um decréscimo no consumo de combustível podem ser obtidos mediante o uso do processo da invenção.

De acordo com um aspecto da invenção, além do equivalente de pressão de vapor seco (DVPE), o índice antidetonante (número de

octanos) pode também ser desejavelmente controlado.

É ainda outro objeto prover uma mistura aditiva de etanol do tipo para combustível (b) com aditivo contendo oxigênio (c) e, opcionalmente, o outro componente (d) sendo hidrocarbonetos individuais da fração C₆-C₁₂ ou suas misturas, mistura aditiva esta que subsequente-
5 pode ser usada no processo da invenção, isto é, adicionada ao componente (a) de hidrocarboneto. A mistura de (b) com (c) e, opcionalmente, com (d), também pode ser usada por si como um combustível para motores modificados, isto é, motores a gasolina de tipo não padrão. A mistura aditiva
10 também pode ser usada para ajustar o número de octanos e/ou para reduzir a pressão de vapor de um componente hidrocarboneto de pressão de vapor elevada.

Outros objetos e vantagens da presente invenção serão evidentes da seguinte descrição detalhada, dos exemplos e das reivindicações dependentes.
15

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Na Figura 1, é apresentado o comportamento do equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) como uma função do teor de etanol das misturas da técnica anterior com gasolina.

Na Figura 2, é apresentado o comportamento do equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) de diferentes combustíveis da presente invenção como uma função do seu teor de etanol.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA PRESENTE INVENÇÃO

O presente processo permite o uso de frações de hidrocarboneto C₃-C₁₂ como componente (a) de hidrocarboneto, incluindo
25 faixas mais estreitas dentro desta faixa mais ampla, sem restrição quanto à presença de hidrocarbonetos saturados e insaturados, aromáticos e enxofre. Em particular, o componente hidrocarboneto pode ser uma gasolina padrão presentemente no mercado, bem como outras misturas de hidrocarbonetos

obtidas na refinação de petróleo, gás de saída da carbonização de carvão de recuperação química, gás natural e gás de síntese. Os hidrocarbonetos obtidos de materiais brutos renováveis podem também ser incluídos. As frações C₃-C₁₂ são comumente preparadas por destilação fracionária ou pela mistura de
5 vários hidrocarbonetos.

De forma importante, e como anteriormente mencionado, o componente (a) pode conter aromáticos e enxofre, que são ou co-produtos ou encontrados naturalmente no componente hidrocarboneto.

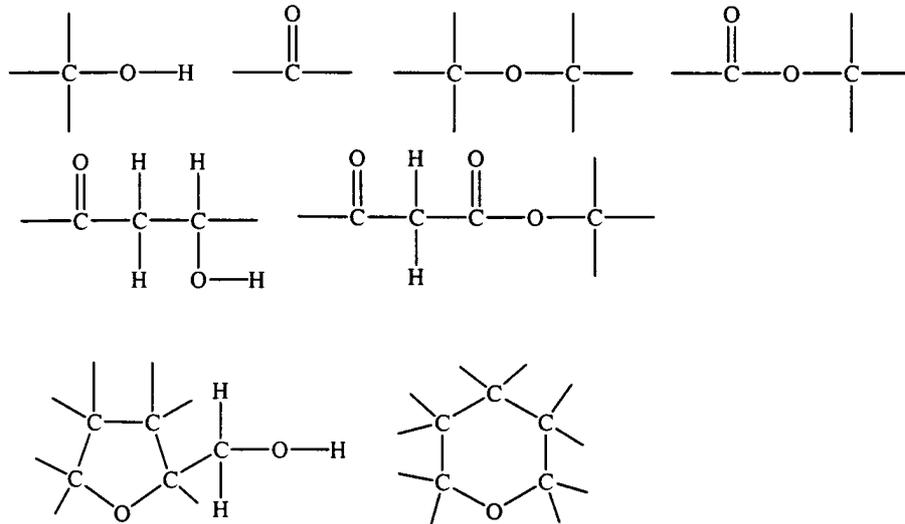
De acordo com o processo da presente invenção, o DVPE
10 pode ser reduzido para misturas de combustíveis contendo até 20% em volume de etanol, calculado como etanol puro. De acordo com uma forma de realização preferida, a pressão de vapor da mistura combustível contendo etanol com base em hidrocarboneto é reduzida em 50% do aumento de pressão de vapor induzida pelo etanol, mais preferível em 80%, e ainda mais
15 preferível a pressão de vapor da mistura combustível contendo etanol com base em hidrocarboneto é reduzida a uma pressão de vapor correspondente àquela do componente hidrocarboneto sozinho, e/ou à pressão de vapor de acordo com qualquer exigência padrão quanto à gasolina vendida comercialmente.

Como será evidente dos exemplos, o DVPE pode ser reduzido se desejável a um nível ainda menor do que aquele do componente hidrocarboneto usado.

De acordo com uma forma de realização mais preferida, as outras propriedades do combustível, tais como, por exemplo, o número de
25 octanos, são mantidas dentro dos limites padrão exigidos.

Isto é realizado pela adição à composição combustível para motores de pelo menos um composto orgânico (c) contendo oxigênio, que não etanol. O composto orgânico contendo oxigênio permite o ajuste do (i) equivalente de pressão de vapor seco, do (ii) índice antidetonante e de outros

parâmetros de desempenho da composição combustível para motores, bem como da (iii) redução do consumo de combustível e da redução de substâncias tóxicas nas emissões de descarga do motor. O composto contendo oxigênio (c) tem oxigênio ligado em pelo menos qualquer um dos seguintes grupos funcionais:



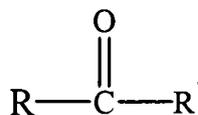
Tais grupos funcionais estão presentes, por exemplo, nas seguintes classes de compostos orgânicos e que podem ser usados na presente invenção: álcoois, cetonas, éteres, ésteres, hidróxicetonas, ésteres de cetona e heterocíclicos com anéis contendo oxigênio.

10 O aditivo de combustível pode ser derivado de fontes com base fóssil, ou preferivelmente de fontes renováveis tais como biomassa.

O aditivo (c) combustível contendo oxigênio pode tipicamente ser um álcool que não etanol. Em geral, os álcoois alifáticos ou alicíclicos, tanto saturados quanto insaturados, preferivelmente alcanóis, são empregados. Mais preferivelmente, os alcanóis da fórmula geral: R-OH, em que R é alquila com 3 a 10 átomos de carbono, mais preferivelmente 3 a 8 átomos de carbono, tais como propanol, isopropanol, n-butanol, isobutanol, terc-butanol, n-pentanol, isopentanol, terc-pentanol, 4-metil-2-pentanol, dietilcarbinol, diisopropilcarbinol, 2-etilexanol, 2,4,4-trimetilpentanol, 2,6-
20 dimetil-4-heptanol, linalol, 3,6-dimetil-3-octanol, fenol, fenilmetanol, metilfenol, metilciclo-hexanol ou álcoois semelhantes, são empregados, bem

como suas misturas.

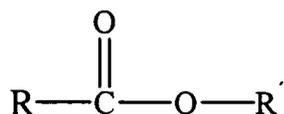
O componente (c) também pode ser uma cetona alifática ou alicíclica, tanto saturada quanto insaturada, da fórmula geral



em que R e R' são os mesmos ou diferentes e são, cada um, hidrocarbonetos C₁-C₆, que também podem ser cíclicos, e são preferivelmente hidrocarbonetos C₁-C₄. Cetonas preferidas possuem um total (R+R') de 4 a 9 átomos de carbono e incluem cetona metilética, cetona metilpropílica, cetona dietílica, cetona metilisobutílica, 3-heptanona, 2-octanona, cetona diisobutílica, ciclohexanona, acetofenona, trimetilciclo-hexanona, ou cetonas similares, e misturas destas.

O componente (c) também pode ser um éter alifático ou alicíclico, incluindo os éteres tanto saturados quanto insaturados, da fórmula geral R-O-R', em que R e R' são os mesmos ou diferentes e são, cada um, um grupo hidrocarboneto C₁-C₁₀. Em geral, os éteres dialquílicos (C₁-C₆ são preferidos). O número total de átomos de carbono no éter é preferivelmente de 6 a 10. Éteres típicos incluem o éter metilterc-amílico, o éter metilisoamílico, o éter etilisobutílico, o éter etiltercbutílico, o éter dibutílico, o éter diisobutílico, o éter diisoamílico, anisol, metilanisol, fenetol ou éteres similares e misturas destes.

O componente (c) pode ainda ser um éster alifático ou alicíclico, incluindo os ésteres saturados e insaturados, da fórmula geral

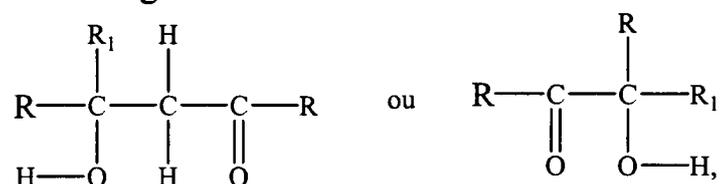


em que R e R' são os mesmos ou diferentes. R e R' são preferivelmente grupos hidrocarbonetos, mais preferivelmente grupos alquila e, o mais preferível, alquila e fenila tendo de 1 a 6 átomos de carbono. Especialmente preferido é um éster em que R seja C₁-C₄ e R' seja C₄-C₆. Ésteres típicos são os ésteres alquílicos de ácidos alcanóicos, incluindo o n-butylacetato,

isobutilacetato, terc-butilacetato, isobutilpropionato, isobutilisobutirato, n-amilacetato, isoamilacetato, isoamilpropionato, metilbenzoato, fenil acetato, ciclo-hexilacetato, ou ésteres similares e misturas destes. Em geral, é preferível empregar um éster que tenha de 5 a 8 átomos de carbono.

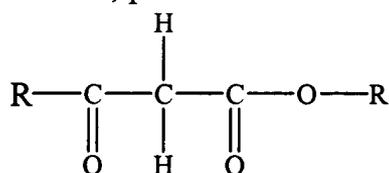
- 5 O aditivo (c) pode simultaneamente conter dois grupos que contenham oxigênio conectados na mesma molécula com diferentes átomos de carbono.

O aditivo (c) pode ser uma hidroxicetona. Uma hidroxicetona preferida tem a fórmula geral:



- 10 em que R é hidrocarbila, e R₁ é hidrogênio ou hidrocarbila, preferivelmente alquila inferior, isto é (C₁-C₄). Em geral, é preferível empregar um cetol tendo 4 a 6 átomos de carbono. Hidróxi-cetonas típicas incluem 1-hidróxi-2-butanona, 3-hidróxi-2-butanona, 4-hidróxi-4-metil-2-pentanona, ou cetóis similares ou misturas destes.

- 15 Em ainda outra forma de realização, o aditivo (c) de combustível é um éster de cetona, preferivelmente da fórmula geral:

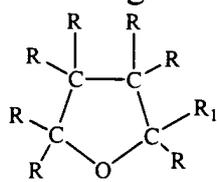


em que R é hidrocarbila, preferivelmente alquila inferior, isto é (C₁-C₄).

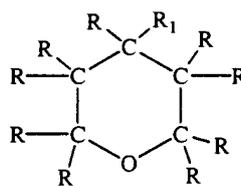
- 20 Ésteres de cetona típicos incluem o acetoacetato de metila, acetoacetato de etila e acetoacetato de terc-butila. Preferivelmente, tais ésteres de cetona têm de 6 a 8 átomos de carbono.

O aditivo (c) pode também ser um composto heterocíclico contendo oxigênio no anel e, preferivelmente, o heterociclo contendo oxigênio tem um anel C₄-C₅. Mais preferivelmente, o aditivo heterociclo tem um total de 5 a 8 átomos de carbono. O aditivo pode preferivelmente ter a

fórmula (1) ou (2), como segue:



1



2

em que R é hidrogênio ou hidrocarbila, preferivelmente $-\text{CH}_3$, e R_1 é $-\text{CH}_3$, ou $-\text{OH}$, ou $-\text{CH}_2\text{OH}$, ou $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2-$.

Um aditivo heterocíclico típico (c) é o álcool
 5 tetraidrofurfurílico, o tetraidrofurfurilacetato, o dimetiltetraidrofurano, o
 tetrametiltetraidrofurano, o metiltetraidropirano, o 4-metil-4-
 oxitetraidropirano ou aditivos heterocíclicos similares, ou misturas destes.

O componente (c) também pode ser uma mistura de qualquer
 um dos compostos apresentados acima de uma ou mais das classes de
 10 compostos diferentes supramencionadas.

O etanol (b) adequado do tipo para combustível a ser usado de
 acordo com a presente invenção pode ser facilmente identificado pela pessoa
 versada na técnica. Um exemplo adequado do componente etanol é o etanol
 contendo 99,5% da substância principal. Quaisquer impurezas incluídas no
 15 etanol em uma quantidade de pelo menos 0,5% em volume deste e situando-
 se dentro da definição acima mencionada do componente (c), deve ser levada
 em conta quando se determine a quantidade usada do componente (c). Isto é,
 tais impurezas devem ser incluídas em uma quantidade de pelo menos 0,5%
 no etanol, de modo a ser levada em conta como uma parte do componente (c).
 20 Qualquer água, se presente no etanol, deve preferivelmente importar em não
 mais do que cerca de 0,25% em volume da mistura total do combustível, de
 modo a atender às exigências padrão atuais sobre combustíveis para motores
 a gasolina.

Assim, uma mistura de etanol desnaturado como fornecida ao
 25 mercado, contendo cerca de 92% de etanol, hidrocarbonetos e subprodutos,

pode também ser usada como o componente etanol na composição combustível de acordo com a invenção.

5 A menos que de outra forma indicado, todas as quantidades são em volume, com base no volume total da composição combustível para motores.

Em geral, o etanol (b) é empregado em quantidades de 0,1% a 20%, tipicamente de cerca de 1% a 20% em volume, preferivelmente de 3% a 15% em volume, e mais preferivelmente de cerca de 5 a 10% em volume. O aditivo (c) contendo oxigênio é geralmente empregado em quantidades de 10 0,05% a cerca de 15% em volume, mais geralmente de 0,1 a cerca de 15% em volume, preferivelmente de cerca de 3 a 10% em volume, o mais preferível de cerca de 5 a 10% em volume.

Em geral, o volume total de etanol (b) e do aditivo (c) que contém oxigênio empregado é de 0,15 a 25% em volume, normalmente de 15 cerca de 0,5 a 25% em volume, preferivelmente de cerca de 1 a 20% em volume, mais preferivelmente de 3 a 15% em volume, e o mais preferível de 5 a 15% em volume.

A relação de etanol (b) para aditivo (c) contendo oxigênio na composição combustível para motores é, assim, em geral, de 1:150 a 400:1, e é mais preferível de 1:10 a 10:1.

O teor total de oxigênio da composição combustível para motores, com base no etanol e no aditivo de oxigênio, expresso em termos de % em peso de oxigênio com base no peso total da composição combustível para motores, é preferivelmente não superior a cerca de 7% em peso, mais 25 preferivelmente não superior a cerca de 5% em peso.

De acordo com uma forma de realização preferida da invenção para se obter um combustível para motores adequado para a operação de um motor padrão de combustão interna de ignição por centelhas, o componente hidrocarboneto acima citado, o etanol e o componente adicional contendo

oxigênio são misturados para se obter as seguintes propriedades da composição combustível resultante para motores:

- densidade a 15°C e em pressão atmosférica normal de não menos do que 690 kg/m³;

5 - teor de oxigênio, com base na quantidade de componentes contendo oxigênio, de não mais do que 7% p/p da composição combustível para motores;

10 - índice antidetonante (número de octanos) não inferior ao índice antidetonante (número de octanos) do componente hidrocarbonato fonte e, preferivelmente, para 0,5(RON+MON) de não menos do que 80;

- equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) essencialmente o mesmo do DVPE do componente hidrocarboneto fonte e, preferivelmente, de 20 kPa a 120 kPa;

- teor de ácido de não mais do que 0,1% em peso de HAc;

15 - pH de 5 a 9;

- teor de hidrocarbonetos aromáticos de não mais do que 40% em volume, incluindo o benzeno, e quanto ao benzeno sozinho, não mais do que 1% em volume;

- limites de evaporação do líquido em pressão atmosférica normal em% do volume da fonte da composição combustível para motores:

ponto de ebulição inicial, mínimo 20°C;

volume (a 70°C, mínimo) do líquido evaporado 25% em volume;

volume (a 100°C, mínimo) do líquido evaporado 50% em volume;

volume (a 150°C, mínimo) do líquido evaporado 75% em volume;

25 volume (a 190°C, mínimo) do líquido evaporado 95% em volume;

resíduo da destilação, máximo 2% em volume;

ponto de ebulição final, máximo 205°C;

- teor de enxofre de não mais do que 50 mg/kg;

- teor de resinas de não mais do que 2 mg/100 ml.

De acordo com uma forma de realização preferida do processo da invenção, o componente hidrocarboneto e o etanol devem ser adicionados juntos, seguidos pela adição do composto ou compostos adicionais contendo oxigênio à mistura. Depois disso, a composição combustível para motores
5 resultante deve preferivelmente ser mantida em uma temperatura não inferior a -35°C , por pelo menos cerca de uma hora. É um aspecto desta invenção que os componentes da composição combustível para motores possam ser meramente adicionados uns aos outros para formar a composição desejada. Não é geralmente necessário agitar ou de outra forma prover qualquer
10 mistura significativa para formar a composição.

De acordo com uma forma de realização preferida da invenção para se obter uma composição combustível para motores adequada para operar um motor padrão de combustão interna de ignição por centelhas e com um impacto nocivo mínimo sobre o ambiente, é preferível usar
15 componente(s) que contenha(m) oxigênio que se origine(m) de matéria(is) prima(s) renovável(is).

Opcionalmente, um componente (d) pode ser usado para reduzir ainda a pressão de vapor da mistura combustível dos componentes (a), (b) e (c). Um hidrocarboneto individual selecionado de uma fração $\text{C}_6\text{-C}_{12}$ de hidrocarbonetos alifáticos ou alicíclicos saturados e insaturados, pode ser usado como o componente (d). Preferivelmente, o componente hidrocarboneto (d) é selecionado de uma fração $\text{C}_8\text{-C}_{11}$. Exemplos adequados de (d) são o benzeno, tolueno, xileno, etilbenzeno, isopropilbenzeno, isopropiltolueno, dietilbenzeno, isopropilxileno, terc-butilbenzeno, terc-butiltolueno, terc-butilxileno, ciclooctadieno, ciclooctotetraeno, limoneno, isooctano, isononano, isodecano, isoocteno, mircena, alocimena, terc-butilciclo-hexano, ou hidrocarbonetos similares e misturas destes.
25

O componente (d) de hidrocarboneto também pode ser uma fração que ebulir em 100 a 200°C , obtida na destilação de óleo, resina de

carvão betuminosa, ou produtos do processamento de gás de síntese.

Como já mencionado, a invenção ainda diz respeito a uma mistura aditiva que consiste dos componentes (b) e (c) e, opcionalmente, também do componente (d), que subsequenteiramente pode ser adicionada ao
5 componente (a) de hidrocarboneto, sendo também possível usá-la como tal como um combustível para um motor modificado de combustão de ignição por centelhas.

A mistura aditiva preferivelmente tem uma relação de etanol (b) para aditivo (c) de 1:150 a 200:1 em volume. De acordo com uma forma
10 de modalidade preferida da mistura aditiva, referida mistura compreende o componente (c) contendo oxigênio em uma quantidade de 0,5 a 99,5% em volume, e etanol (b) em uma quantidade de 0,5 a 99,5% em volume, e componente (d) compreendendo pelo menos um hidrocarboneto C_6-C_{12} , mais preferivelmente hidrocarboneto C_8-C_{11} , em uma quantidade de 0 a 99% em
15 volume, preferivelmente de 0% a 90%, mais preferivelmente de 0 a 79,5%, e o mais preferível de 5 a 77% da mistura aditiva. A mistura aditiva preferivelmente tem uma relação de etanol (b) para a soma dos outros componentes aditivos (c)+(d) de 1:200 a 200:1 em volume, mais preferível que a relação de etanol (b) para a soma dos componentes (c) + (d) seja de 1:10 a 10:1 em volume.

O número de octanos da mistura aditiva pode ser estabelecido, e a mistura ser usada para ajustar o número de octanos do componente (a) a um nível desejado por administração de uma parte correspondente da mistura (b), (c), (d) ao componente (a).

25 Como exemplos que demonstrem a eficiência da presente invenção, as seguintes composições combustíveis para motores são apresentadas, as quais não devem ser interpretadas como limitativas do escopo da invenção, mas meramente como provendo ilustrações das formas de realização presentemente preferidas desta invenção.

Como será óbvio para a pessoa habilitada na técnica, todas as composições combustíveis dos seguintes Exemplos também podem, naturalmente, ser obtidas primeiramente preparando-se uma mistura aditiva de componentes (b) e (c), e opcionalmente (d), mistura esta que depois disso pode ser adicionada ao componente (a), ou vice-versa. Neste caso, uma certa quantidade de mistura pode ser necessária.

EXEMPLOS

Para preparar o combustível para motores misturado, o seguinte foi usado como os componentes (b), (c) e (d):

- 10 - etanol do tipo para combustível, comprado na Suécia em Sekab, e nos Estados Unidos da ADM Corp. e da Williams;
- compostos contendo oxigênio, hidrocarbonetos individuais não substituídos e misturas destes, comprados na Alemanha, da Merck, e na Rússia, da Lukoil.
- 15 - Nafta, que é uma gasolina de primeira destilação do petróleo contendo hidrocarbonetos alifáticos e alicíclicos, saturados e insaturados. Alquilato, que é uma fração de hidrocarboneto quase completamente consistindo de hidrocarbonetos de isoparafina obtidos na alquilação de isobuteno por butanol. Alquilbenzeno, que é uma mistura de hidrocarbonetos aromáticos obtidos na alquilação do benzeno. Na maioria das vezes, o alquilbenzeno de graduação técnica compreende etilbenzeno, propilbenzeno, isopropilbenzeno, butilbenzeno e outros.

Todos os testes das gasolinas de fonte e combustíveis para motores contendo etanol, incluindo aqueles que compreendem os componentes desta invenção, foram realizados empregando-se os processos padrão da ASTM no laboratório da SGS na Suécia, e nos Auto Research Laboratories, Inc., USA.

As provas de desempenho de direção foram realizadas em um VOLVO 240 DL de 1987, de acordo com o processo de teste padrão EU2000

NEDC EC 98/69.

As descrições dos testes padrão do New European Driving Cycle (NEDC) European 2000 (EU 2000) são idênticas ao EU/ECE Teste Description and Driving Cycle padrão (91/441 EEC resp. ECE-R 83/01 e 5 93/116 EEC). Estes testes EU padronizados incluem os ciclos de direção na cidade e ciclos de direção extra-urbanos e exigem que os regulamentos de emissão específicos sejam atendidos. A análise da emissão de descarga é conduzida por um procedimento de amostragem em volume constante e utiliza um detector de ionização de chama para determinação do 10 hidrocarboneto. A Exhaust Emission Directive 91/441 EEC (Fase I) fornece padrões específicos para CO, (HC + NO) e (PM), enquanto a EU Fuel Consumption Directive 93/116 EEC (1996) implementa padrões de consumo.

Os testes foram realizados em um Volvo 240 DL de 1987 com um motor B230F, 4 cilindros, 2,32 litros (Nº LG4F20-87) desenvolvendo 83 15 kW em 90 revoluções/segundo e um torque de 185 Nm em 46 revoluções/segundo.

EXEMPLO 1

O Exemplo 1 demonstra a possibilidade de reduzir o equivalente de pressão de vapor seco do combustível para motores contendo etanol para os casos em que as gasolinas com equivalente de pressão de vapor seco de acordo com a ASTM D5191 em um nível de 90 kPa (cerca de 13 psi) são usadas como uma base de hidrocarboneto.

Para preparar as misturas desta composição, foram usadas as gasolinas de inverno A92, A95 e A98, presentemente vendidas no mercado e 25 compradas na Suécia, da Shell, Statoil, Q80K e Preem.

A Figura 1 demonstra o comportamento do DVPE do combustível para motores contendo etanol com base na gasolina A95 de inverno. Os combustíveis para motores contendo etanol com base nas A92 e A98 usados neste exemplo também demonstraram um comportamento

semelhante.

A gasolina de fonte compreendia hidrocarbonetos C_4-C_{12} alifáticos e alicíclicos, incluindo aqueles tanto saturados quanto insaturados.

5 A gasolina de inverno A92 usada tinha a seguinte especificação:

$$DVPE = 89,0 \text{ kPa}$$

$$\text{Índice antidetonante } 0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 87,7$$

10 O combustível 1-1 (não de acordo com a invenção) continha a gasolina de inverno A92 e etanol e tinha as seguintes propriedades para os diferentes teores de etanol:

$$\text{A92: Etanol} = 95: 5\% \text{ em volume}$$

$$DVPE = 94,4 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,1$$

$$\text{A92: Etanol} = 90: 10\% \text{ em volume}$$

15 $DVPE = 94,0 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,2$$

As seguintes diferentes modalidades dos combustíveis 1-2 e 1-3 demonstram a possibilidade de ajustar-se o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) do combustível para motores contendo etanol com base na gasolina A92 de inverno.

O combustível 1-2 da invenção continha a gasolina de inverno A92 (a), etanol (b) e aditivos contendo oxigênio (c) e possuíam as seguintes propriedades para as várias composições:

$$\text{A92: Etanol: acetato de isobutila} = 88,5: 4,5: 7\% \text{ em volume}$$

25 $DVPE = 89,0 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,9$$

$$\text{A92: Etanol: acetato de isoamila} = 88: 5: 7\% \text{ em volume}$$

$$DVPE = 88,6 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,0$$

A92: Etanol: álcool diacetônico = 88,5: 4,5: 7% em volume

DVPE = 89,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 89,65

A92: Etanol: aceto acetato de etila = 90,5: 2,5: 7% em volume

5 DVPE = 89,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 87,8

A92: Etanol: propionato de isoamila = 87,5: 5,5: 7% em volume

DVPE = 88,7 kPa

10 0,5 (RON + MON) = 90,4

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o DVPE em excesso do combustível para motores induzido pela presença de etanol, até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de inverno é de 90 kPa.

A92: Etanol: 3-heptanona = 85: 7,5: 7,5% em volume

DVPE = 90,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 89,9

A92: Etanol: 2,6-dimetil-4-heptanol = 85: 8,5: 6,5% em volume

DVPE = 90,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,3

25 A92: Etanol: cetona diisobutílica = 85: 7,5: 7,5% em volume

DVPE = 90,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,25

O combustível 1-3 da invenção continha gasolina de inverno A92 (a), etanol (b), aditivos contendo oxigênio (c) e hidrocarbonetos C₆-C₁₂

(d), e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

A92: Etanol: álcool isoamílico: aquilato = 79: 9: 2: 10% em volume

A temperatura de ebulição do alquilato é de 100 a 130°C

5 DVPE = 88,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,25

A92: Etanol: acetato de isobutila: nafta = 80: 5: 5: 10% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

10 DVPE = 88,7 kPa

0,5 (RON + MON) = 88,6

A92: Etanol: terc:butanol: nafta = 81: 5: 5: 9% em volume

A temperatura de ebulição da nafta é de 100 a 200°C

15 DVPE = 87,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 89,6

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o DVPE em excesso do combustível para motores induzido pela presença de etanol, até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de inverno é de 90 kPa.

A92: Etanol: álcool isoamílico: benzeno: etilbenzeno:

dietilbenzeno = 82,5: 9,5: 0,5: 0,5: 3: 4% em volume

25 DVPE = 90 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,0

A92: Etanol: acetato de isobutila: tolueno = 82,5: 9,5: 0,5:

7,5% em volume

DVPE = 90 kPa

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,8$$

A92: Etanol: isobutanol: álcool isoamílico: m-xileno = 82,5:

9,2: 0,2: 0,6: 7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 90 \text{ kPa}$$

5 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,9$

As seguintes composições 1-5 a 1-6 demonstram a possibilidade de ajustar-se o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) do combustível para motores contendo etanol com base na gasolina A98 de inverno.

10 A gasolina A98 de inverno possuía a seguinte especificação:

$$\text{DVPE} = 89,5 \text{ kPa}$$

$$\text{Índice antidetonante } 0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,35$$

O combustível 1-4 comparativo continha gasolina A98 de inverno e etanol e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

A98: Etanol = 95: 5% em volume

$$\text{DVPE} = 95,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,85$$

A98: Etanol = 90: 10% em volume

$$\text{DVPE} = 94,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,1$$

O combustível 1-5 continha gasolina A98 de inverno (a), etanol (b) e aditivos contendo oxigênio (c) e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

25 A98: Etanol: isobutanol = 84: 9: 7% em volume

$$\text{DVPE} = 88,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,0$$

A98: Etanol: acetato de terc-butila = 84: 9: 7% em volume

$$\text{DVPE} = 89,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,3$$

A98: Etanol: álcool benzílico = 85: 7,5: 7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 89,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,05$$

5 A98: Etanol: ciclo-hexanona = 85: 7,5: 7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 88,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,9$$

A98: Etanol: cetona dietílica = 85: 7,5: 7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 89,0 \text{ kPa}$$

10 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,85$

A98: Etanol: cetona metilpropílica = 85: 7,5: 7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 89,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,0$$

15 A98: Etanol: cetona metilisobutílica = 85: 7,5: 7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 89,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,65$$

A98: Etanol: 3-heptanona = 85: 7,5: 7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 89,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,0$$

25 As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas ajustá-lo abaixando-o em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de inverno é de 90 kPa.

A98: Etanol: cetona metilisobutílica = 85: 8: 7% em volume

DVPE = 90,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,7

A98: Etanol: ciclo-hexanona = 85: 8,5: 6,5% em volume

DVPE = 90,0 kPa

5 0,5 (RON + MON) = 93,0

A98: Etanol: metilfenol = 85: 8: 7% em volume

DVPE = 90,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,05

10 O combustível 1-6 continha gasolina de inverno A98 (a), etanol (b), aditivos contendo oxigênio (c) e hidrocarbonetos C₆-C₁₂ (d) e tinham as seguintes propriedades para as várias composições:

A98: Etanol: álcool isoamílico: isooctano = 80: 5: 5: 10% em volume

DVPE = 82,0 kPa

15 0,5 (RON + MON) = 93,2

A98: Etanol: álcool isoamílico: m-isopropil tolueno = 78,2:

6,1: 6,1: 9,6% em volume

DVPE = 81,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,8

A98: Etanol: isobutanol: nafta = 80: 5: 5: 10% em volume

O ponto de ebulição da nafta é de 100 a 200°C.

DVPE = 82,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,35

25 A98: Etanol: isobutanol: nafta: m-isopropil tolueno =

80: 5: 5: 5: 5% em volume

O ponto de ebulição da nafta é de 100 a 200°C.

DVPE = 82,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,25

A98: Etanol: terc-butil acetato: nafta = 83: 5: 5: 7% em

volume

O ponto de ebulição da nafta é de 100 a 200°C.

$$DVPE = 82,1 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,5$$

5 As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a
10 gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de inverno é de 90 kPa.

A98: Etanol: álcool isoamílico - isooctano = 85: 5: 5: 5% em volume

$$DVPE = 90,0 \text{ kPa}$$

15 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,3$

A98: Etanol: isobutanol: nafta = 85: 5: 5: 5% em volume

A temperatura de ebulição da nafta é de 100 a 200°C

$$DVPE = 90,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,0$$

A98: Etanol: isobutanol: isopropil xileno = 85: 9,5: 0,5: 5% em volume

$$DVPE = 90 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,1$$

25 As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que pode ser necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol abaixo do nível de DVPE da gasolina fonte. Normalmente, isto é necessário quando o DVPE da gasolina de fonte for mais elevado do que os limites dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. Desta maneira, por exemplo, é possível

transformar a gasolina de graduação de inverno na gasolina de graduação de verão. O nível de DVPE para a gasolina de verão é de 70 kPa.

A98: Etanol: isobutanol: isooctano: nafta = 60: 9,5: 0,5: 15:
15% em volume

5 O ponto de ebulição da nafta é de 100 a 200°C
DVPE = 70 kPa

$0,5 (RON + MON) = 92,85$

A98: Etanol: isobutanol: alquilato: nafta = 60: 9,5: 0,5: 15:
15% em volume

10 O ponto de ebulição da nafta é de 100 a 200°C.
O ponto de ebulição do alquilato é de 100 a 130°C.
DVPE = 70 kPa

$0,5 (RON + MON) = 92,6$

15 A98: Etanol: terc-butil acetato: nafta = 60: 9: 3: 28% em
volume

O ponto de ebulição da nafta é de 100 a 200°C.

DVPE = 70 kPa

$0,5 (RON + MON) = 91,4$

Os seguintes combustíveis 1-8, 1-9 e 1-10 demonstram a possibilidade de ajustar-se o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) do combustível para motores contendo etanol com base na gasolina A95 de inverno.

A gasolina A95 de inverno possuía a seguinte especificação:

DVPE = 89,5 kPa

25 Índice antidetonante $0,5 (RON + MON) = 90,1$

Os testes de acordo com o processo de teste padrão EU 2000 NEDC EC 98/69, conforme descrito acima, demonstraram os seguintes resultados:

CO (monóxido de carbono) 2,13 g/km;

	HC (hidrocarbonetos)	0,280 g/km;
	NO _x (óxidos de nitrogênio)	0,265 g/km;
	CO ₂ (dióxido de carbono)	227,0 g/km;
	NMHC*	0,276 g/km;
5	Consumo de combustível, F _c 1/100 km	9,84

* hidrocarbonetos não metano

O combustível comparativo 1-7 continha a gasolina de inverno A-95 e etanol, e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

10 A95: Etanol = 95: 5% em volume
 DVPE = 94,9 kPa
 0,5 (RON + MON) = 91,6
 A95: Etanol = 90: 10% em volume (referido como RFM1
 abaixo)

15 DVPE = 94,5 kPa
 0,5 (RON + MON) = 92,4

Os testes da mistura combustível de referência (RFM1) demonstraram os seguintes resultados, em comparação com a gasolina de inverno A95:

	CO	-15,0%;
	HC	-7,3%;
	NO _x	+15,5%;
	CO ₂	+2,4%;
	NMHC*	-0,5%;
25	Consumo de combustível, F _c , 1/100 km	+4,7%

“-“ representa uma redução na emissão, enquanto “+” representa um aumento na emissão.

O combustível 1-8 da invenção continha gasolina de inverno A95 (a), etanol (b) e os aditivos contendo oxigênio (c), e tinham as seguintes

propriedades para as várias composições:

A95: Etanol: éter diisoamílico = 86: 8: 6% em volume

DVPE = 87,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,6

5

A95: Etanol: acetato de isobutila = 88: 5: 7% em volume

DVPE = 87,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,85

A95: Etanol: isoamilpropionato = 88: 5: 7% em volume

DVPE = 87,0 kPa

10

0,5 (RON + MON) = 91,35

A95: Etanol: isoamil acetato = 88: 5: 7% em volume

DVPE = 87,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,25

A95: Etanol: 2-octanona = 88: 5: 7% em volume

15

DVPE = 87 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,5

A95: Etanol: álcool tetraidrofurfurílico = 88: 5: 7% em volume

DVPE = 87,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,6

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de inverno é de 90 kPa.

25

A95: Etanol: éter diisoamílico = 87: 9: 4% em volume

DVPE = 90,0 kPa

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,0$$

A95: Etanol: isoamil acetato = 88: 7: 5% em volume

$$\text{DVPE} = 90,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,3$$

5 A95: Etanol: álcool tetraidrofurfurílico = 88: 7: 5% em volume

$$\text{DVPE} = 90,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,8$$

10 O combustível 1-9 continha gasolina de inverno A95 (a), etanol (b) os aditivos contendo oxigênio (c), e os hidrocarbonetos $\text{C}_6\text{-C}_{12}$ (d) e tinham as seguintes propriedades para as várias composições:

A95: Etanol: álcool isoamílico - alquilato = 83,7: 5: 2: 9,3% em volume

A temperatura de ebulição do alquilato é de 100 a 130°C

15 $\text{DVPE} = 88,0 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,65$$

A95: Etanol: álcool isoamílico: nafta = 83,7: 5: 2: 9,3% em volume

A temperatura de ebulição da nafta é de 100 a 200°C

$$\text{DVPE} = 88,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,8$$

A95: Etanol: isobutil acetato - alquilato = 81: 5: 5: 9% em volume

A temperatura de ebulição do alquilato é de 100 a 130°C

25 $\text{DVPE} = 87,0 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,0$$

A95: Etanol: isobutil acetato: nafta = 81: 5: 5: 9% em volume

A temperatura de ebulição da nafta é de 100 a 200°C

$$\text{DVPE} = 87,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,1$$

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de inverno é de 90 kPa.

10 A95: Etanol: álcool isoamílico: xileno = 80: 9,5: 0,5: 10% em volume

$$\text{DVPE} = 90,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,1$$

A95: Etanol: isobutanol: álcool isoamílico: nafta = 80: 9,2:

0,2:0,6: 10% em volume

15 A temperatura de ebulição da nafta é de 100 a 200°C

$$\text{DVPE} = 90,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,0$$

A95: Etanol: isobutanol: álcool isoamílico: nafta: alquilato =

80: 9,2: 0,2: 0,6: 5: 5% em volume

A temperatura de ebulição da nafta é de 100 a 200°C

O ponto de ebulição do alquilato é de 100 a 130°C

$$\text{DVPE} = 90,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,6$$

25 As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que pode ser necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol, abaixo do nível do DVPE da gasolina de fonte. Normalmente, isto é necessário quando o DVPE da gasolina de fonte for mais elevado do que os limites dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. Desta maneira, por

exemplo, é possível transformar a gasolina de graduação inverno na gasolina de graduação verão. O nível de DVPE para a gasolina de verão é de 70 kPa.

A95: Etanol: isobutanol: álcool isoamílico: nafta: isooctano =
60: 9,2: 0,2: 0,6:15: 15% em volume

5 A temperatura de ebulição da nafta é de 100 a 200°C

DVPE = 70,0 kPa

$0,5 (RON + MON) = 91,8$

A95: Etanol: terc-butil acetato: nafta = 60: 9: 1: 30% em volume

10 A temperatura de ebulição da nafta é de 100 a 200°C

DVPE = 70,0 kPa

$0,5 (RON + MON) = 90,4$

O combustível 1-10 contém 75% em volume de gasolina de inverno A95, 9,6% em volume de etanol, 0,4% em volume de álcool isobutílico, 4,5% em volume de m-isopropil tolueno e 10,5% em volume de nafta com a temperatura de ebulição de 100 a 200°C. Esta formulação combustível demonstra a possibilidade de reduzir o DVPE, aumentando o número de octanos, reduzindo o nível de emissão tóxicas na descarga e reduzindo o consumo de combustível em comparação com a mistura de gasolina de referência e o etanol (RFM 1). A composição combustível para motores tem as seguintes propriedades:

	densidade a 15°C, de acordo com a ASTM D 4052	749,2 kg/m ³
	ponto de ebulição inicial, de acordo com a ASTM D 86	29°C;
	porção vaporizável - 70°C	47,6% em volume;
25	porção vaporizável - 100°C	55,6% em volume;
	porção vaporizável - 150°C	84,2% em volume;
	porção vaporizável - 180°C	97,5% em volume;
	ponto de ebulição final	194,9°C;
	resíduo da evaporação	1,3% em volume;

	perda por evaporação	1,6% em volume;
	teor de oxigênio, de acordo com a ASTM D4815	3,7% p/p;
	acidez, de acordo com a ASTM 1613	
	% em peso de HAc	0,004;
5	pH, de acordo com a ASTM D1287	6,6;
	teor de enxofre, de acordo com a ASTM D5453	18 mg/kg;
	teor de goma, de acordo com a ASTM D381	1mg/100 ml;
	teor de água, de acordo com a ASTM D6304	0,03% p/p;
	aromáticos, de acordo com SS 155120, incl. benzeno	30,2% em volume;
10	benzeno sozinho, de acordo com a EN 238	0,7% em volume;
	DVPE, de acordo com a ASTM D 5191	89,0 kPa;
	índice antidetonante 0,5 (RON + MON), de acordo com as ASTM D 2699-86 e ASTM D 2700-86	92,6

15 A formulação combustível para motores 1-10 foi testada de acordo com o processo de teste padrão EU 2000 NEDC EC 98/69 e os seguintes resultados, em comparação com a gasolina A95, foram obtidos:

CO	-21%;
HC	-9%;
NO _x	+12,8%;
CO ₂	+2,38%;
NMHC	-6,4%;
Consumo de combustível, Fc 1/100 km	+3,2%

25 As formulações combustíveis 1-1 a 1-10 apresentaram DVPE reduzido sobre os combustíveis para motores contendo etanol testados, com base na gasolina de graduação verão. Resultados semelhantes foram obtidos quando outros compostos contendo oxigênio desta invenção foram substituídos pelos aditivos dos exemplos 1-1 a 1-10.

Para preparar as formulações combustíveis 1-1 a 1-10 acima, desta composição combustível para motores, inicialmente a gasolina foi

misturada com etanol e o correspondente aditivo contendo oxigênio foi adicionado à mistura combustível. A composição combustível para motores obtida foi então deixada em repouso antes do teste entre 1 e 24 horas, em uma temperatura não inferior a -35°C . Todas as formulações acima foram preparadas sem o uso de quaisquer dispositivos de mistura.

Foi estabelecida a possibilidade de se empregar uma mistura aditiva de outro aditivo contendo oxigênio que não o etanol (c) com o etanol (b), para formular os combustíveis para motores contendo etanol para motores padrão de combustão interna, de ignição por centelhas, que atendessem às exigências padrão para a gasolina, tanto com respeito à pressão de vapor quanto à estabilidade antidetonante.

As composições combustíveis abaixo demonstram uma tal possibilidade.

Uma mistura que compreenda 50% de etanol e 50% de álcool isoamílico foi, em diferentes proporções, misturada com gasolinas de graduação inverno, o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) das quais não excediam os 90 kPa. Todas as misturas resultantes tinham o DVPE não mais elevado do que aquele exigido pelos regulamentos para a gasolina de inverno, a saber, 90 kPa.

A92: Etanol: álcool isoamílico = 87: 6,5: 6,5% em volume

DVPE = 89,0 kPa

$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,15$

A95: Etanol: álcool isoamílico = 86: 7,0: 7,0% em volume

DVPE = 89,3 kPa

25 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,5$

A98: Etanol: álcool isoamílico = 85: 7,5: 7,5% em volume

DVPE = 86,5 kPa

$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,9$

A Figura 2 mostra o comportamento do equivalente de pressão

de vapor seco (DVPE) como uma função do teor de etanol quando da mistura aditiva 2 compreendendo 33,3% de etanol e 67,7% de terc-pentanol com gasolina de inverno A95. A Figura 2 demonstra que a variação do teor de etanol na gasolina dentro da faixa de 0 a 11%, não induz a um aumento da pressão de vapor para estas composições mais elevado do que as exigências dos padrões para o DVPE das gasolinas de graduação inverno, que é de 90 kPa.

Similar comportamento do DVPE foi observado para a gasolina de inverno A92 e A98 misturada com uma mistura aditiva compreendendo 33,3% em volume de etanol e 66,7% em volume de terc-pentanol.

O efeito da redução da pressão de vapor das gasolinas que contêm etanol, enquanto aumenta o teor de etanol na composição resultante, de 0 a 11% em volume, foi também observado quando parte do aditivo contendo oxigênio foi substituído por hidrocarbonetos C₆-C₁₂ [componente (d)]. As composições abaixo demonstram o efeito obtido por meio da invenção.

Uma mistura aditiva que compreenda 40% em volume de etanol, 10 em volume de isobutanol e 50% em volume de isopropiltolueno, foi misturada com gasolina de inverno com DVPE não maior do que 90 kPa. As várias composições obtidas tinham as seguintes propriedades:

A92: etanol: isobutanol: isopropiltolueno = 85: 6: 1,5: 7,5%
em volume

DVPE = 84,9 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,9

A95: etanol: isobutanol: isopropiltolueno = 80: 8: 2: 10% em
volume

DVPE = 84,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 94,1

A98: etanol: isobutanol: isopropiltolueno = 86: 5,6: 1,4: 7%
em volume

DVPE = 85,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,8

- 5 Resultados semelhantes foram obtidos quando outros compostos contendo oxigênio e também hidrocarbonetos C₆-C₁₂ da presente invenção foram usados na relação da invenção para preparar a mistura aditiva, que foi então usada para a preparação das gasolinas contendo etanol. Estas gasolinas atendem inteiramente às exigências quanto aos combustíveis para motores usados nos motores padrão de ignição por centelha.

EXEMPLO 2

- 15 O Exemplo 2 demonstra a possibilidade de reduzir o equivalente de pressão de vapor seco do combustível para motores contendo etanol para os casos em que as gasolinas com um equivalente de pressão de vapor seco de acordo com a ASTM D-5191 em um nível de 70 kPa (cerca de 10 psi), são usadas como uma base de hidrocarboneto.

Para preparar as misturas desta composição, as gasolinas de verão A92, A95 e A98 presentemente vendidas no mercado e compradas na Suécia da Shell, Statoil, Q80K e Preem, foram usadas.

A gasolina de fonte compreendiam hidrocarbonetos C₄-C₁₂ alifáticos e alicíclicos, incluindo aqueles saturados e insaturados.

- 25 A Figura 1 apresenta o comportamento do DVPE do combustível para motores contendo etanol, com base na gasolina A95 de verão. Os combustíveis para motores contendo etanol com base nas gasolinas de inverno A92 e A98, respectivamente, demonstraram comportamento semelhante.

Os seguintes combustíveis 2-2 e 2-3 demonstraram a possibilidade de ajustar o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) do combustível para motores contendo etanol com base na gasolina A92 de

verão.

A gasolina A92 deverão tinha as seguintes propriedades:

$$DVPE = 70,0 \text{ kPa}$$

$$\text{Índice antidetonante } 0,5 \text{ (RON + MON)} = 87,5$$

- 5 O combustível comparativo 2-1 continha gasolina de verão A92 e etanol, e possuía as seguintes propriedades para as várias composições:

A92: Etanol = 95: 5% em volume

$$DVPE = 77,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 \text{ (RON + MON)} = 89,3$$

- 10 A92: Etanol = 90: 10% em volume

$$DVPE = 76,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 \text{ (RON + MON)} = 90,5$$

- 15 O combustível 2-2 continha a gasolina de verão A92 (a), etanol (b) e os aditivos contendo oxigênio (c) e tinham as seguintes propriedades para as várias composições:

A92: Etanol: álcool isoamílico = 85: 6,5: 6,5% em volume

$$DVPE = 69,8 \text{ kPa}$$

$$0,5 \text{ (RON + MON)} = 90,3$$

A92: Etanol: isobutanol = 80: 10: 10% em volume

$$DVPE = 67,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 \text{ (RON + MON)} = 90,8$$

A92: Etanol: dietilcarbinol = 85: 6,5: 6,5% em volume

$$DVPE = 69,6 \text{ kPa}$$

$$0,5 \text{ (RON + MON)} = 90,5$$

- 25 A92: Etanol: cetona diisobutílica = 85,5: 7,5: 7% em volume

$$DVPE = 69,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 \text{ (RON + MON)} = 90,0$$

A92: Etanol: éter diisobutílico = 85: 8: 7% em volume

$$DVPE = 68,9 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,1$$

A92: Etanol: éster di-n-butílico = 85: 8: 7% em volume

$$\text{DVPE} = 68,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 88,5$$

5 A92: Etanol: isobutilacetato = 88: 5: 7% em volume

$$\text{DVPE} = 69,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,5$$

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de verão é de 70 kPa.

15 A92: Etanol: isobutanol = 87,5: 10: 7,5 em volume

$$\text{DVPE} = 70,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,6$$

A92: Etanol: éter di-n-butílico = 85: 9: 6 em volume

$$\text{DVPE} = 70,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,2$$

A92: Etanol: cetona diisobutílica = 85: 8: 7% em volume

$$\text{DVPE} = 70,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,4$$

O combustível 2-3 continha gasolina de verão A92 (a), etanol (b), aditivos contendo oxigênio (c) e hidrocarbonetos C₆-C₁₂ (d) e possuíam as seguintes propriedades para as várias composições:

A92: Etanol: cetona metiletílica: isooctano = 80: 9,5: 0,5: 10% em volume

$$\text{DVPE} = 69,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,0$$

A92: Etanol: isobutanol: isooctano = 80: 9,5: 0,5: 10% em volume

$$\text{DVPE} = 69,0 \text{ kPa}$$

5 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,1$

A92: Etanol: isobutanol: isononano = 80: 9,5: 0,5: 10% em volume

$$\text{DVPE} = 68,8 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,0$$

10 A92: Etanol: isobutanol: isodecano = 80: 9,5: 0,5: 10% em volume

$$\text{DVPE} = 68,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,8$$

A92: Etanol: isobutanol: isoocteno = 80: 9,5: 0,5: 10% em volume

15 $\text{DVPE} = 68,9 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,2$$

A92: Etanol: isobutanol: tolueno = 80: 9,5: 0,5: 10% em volume

$$\text{DVPE} = 68,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,4$$

A92: Etanol: isobutanol: nafta = 80: 9,5: 0,5: 10% em volume
a temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

$$\text{DVPE} = 67,5 \text{ kPa}$$

25 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,4$

A92: Etanol: isobutanol: nafta: tolueno = 80: 9,5: 5: 5% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

$$\text{DVPE} = 67,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,9$$

A92: Etanol: isobutanol: nafta: isopropiltolueno = 80: 9,5: 0,5:

5: 5% em volume

$$\text{DVPE} = 67,5 \text{ kPa}$$

5 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,2$

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de verão é de 70 kPa.

A92: Etanol: isobutanol: isodecano = 82,5: 9,5: 0,5: 7,5% em volume

15 $\text{DVPE} = 70,0 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,85$$

A92: Etanol: isobutanol: terc-butilbenzeno = 82,5: 9,5: 0,5:

7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 70,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,5$$

A92: Etanol: isobutanol: álcool isoamílico: nafta: terc-butiltolueno = 82,5: 9,2: 0,2: 0,6: 5: 2,5% em volume

$$\text{DVPE} = 70,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,1$$

25 Os seguintes combustíveis 2-5 e 2-6 demonstram a possibilidade de ajustar-se o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) do combustível para motores contendo etanol com base na gasolina A98 de verão.

A gasolina A98 de verão possuía a seguinte especificação:

$$\text{DVPE} = 69,5 \text{ kPa}$$

$$\text{Índice antidetonante } 0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,5$$

O combustível comparativo 2-4 continha gasolina de verão A98 e etanol, e possuía as seguintes propriedades para as várias composições:

5 A98: Etanol = 95: 5% em volume

$$\text{DVPE} = 76,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,3$$

A98: Etanol = 90: 10% em volume

$$\text{DVPE} = 76,0 \text{ kPa}$$

10 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,7$

O combustível 2-5 continha gasolina de verão A98 (a), etanol (b) e os aditivos contendo oxigênio (c), e possuía as seguintes propriedades para as várias composições:

A98: Etanol: isobutanol = 85: 7,5: 7,5% em volume

15 $\text{DVPE} = 69,5 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,5$$

A98: Etanol: cetona diisobutílica = 83: 9,5: 7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 69,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,9$$

A98: Etanol: acetato isobutílico = 88: 5: 7% em volume

$$\text{DVPE} = 69,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,4$$

25 As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de verão é de 70 kPa.

A98: Etanol: isobutanol = 85: 8: 7% em volume

DVPE = 70,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,7

A98: Etanol: terc-pentanol = 90: 5: 5% em volume

5 DVPE = 70,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,8

O combustível 2-6 continha gasolina de verão A98 (a), etanol (b) e os aditivos contendo oxigênio (c) e hidrocarbonetos C₆-C₁₂ (d) e possuía as seguintes propriedades para as várias composições:

10 A98: Etanol: isobutanol: isooctano = 80: 9,5: 0,5: 10% em volume

DVPE = 69,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,7

15 A98: Etanol: isopropanol: alquilbenzeno = 80: 5: 5: 10% em volume

DVPE = 68,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 94,0

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de verão é de 70 kPa.

25 A98: Etanol: isobutanol: isooctano = 81,5: 9,5: 0,5: 8,5% em volume

DVPE = 70,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,5

A98: Etanol: terc-butanol: limoneno = 86: 7: 4: 4% em

volume

$$DVPE = 70,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,6$$

Os seguintes combustíveis 2-8 a 2-10 demonstram a possibilidade de ajustar o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) do combustível para motores contendo etanol, com base na gasolina A95 de verão.

A gasolina A95 de verão possuía a seguinte especificação:

$$DVPE = 68,5 \text{ kPa}$$

$$10 \quad \text{Índice antidetonante } 0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,8$$

Os testes realizados como acima demonstraram para a gasolina A95 de verão os seguintes resultados:

	CO (monóxido de carbono)	2,198 g/km;
	HC (hidrocarbonetos)	0,245 g/km;
15	NO _x (óxidos de nitrogênio)	0,252 g/km;
	CO ₂ (dióxido de carbono)	230,0 g/km;
	NMHC*	0,238 g/km;
	Consumo de combustível, F _c 1/100 km	9,95

* hidrocarbonetos não metano.

O combustível comparativo 2-7 continha a gasolina de verão A95 e etanol, e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

A95: Etanol = 95: 5% em volume

$$DVPE = 75,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,9$$

25 A95: Etanol = 90: 10% em volume (também referido como RFM2 abaixo)

$$DVPE = 75,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,25$$

Os testes da mistura combustível de referência (RFM 2)

demonstrou os seguintes resultados, em comparação com a gasolina de verão A95:

	CO	-9,1%;
	HC	-4,5%;
5	NO _x	+7,3%;
	CO ₂	+4,0%;
	NMHC*	-4,4%;
	Consumo de combustível, F, 1/100 km	+3,6%

“-“ representa uma redução na emissão, enquanto “+” representa um aumento na emissão.

O combustível 2-8 continha gasolina de verão A95 e os aditivos contendo oxigênio, e tinham as seguintes propriedades para as várias composições:

15	A95: Etanol: álcool isoamílico = 85: 7,5: 7,5% em volume
	DVPE = 68,5 kPa
	0,5 (RON + MON) = 92,2
	A95: Etanol: éter diisoamílico = 86: 8: 6% em volume
	DVPE = 66,5 kPa
	0,5 (RON + MON) = 90,2
	A95: Etanol: isobutilacetato = 88: 5: 7% em volume
	DVPE = 67,0 kPa
	0,5 (RON + MON) = 92,0
	A95: Etanol: terc-butanol = 88: 5: 7% em volume
	DVPE = 68,4 kPa
25	0,5 (RON + MON) = 92,6
	A95: Etanol: terc-pentanol = 90: 5: 5% em volume
	DVPE = 68,5 kPa
	0,5 (RON + MON) = 92,2
	A95: Etanol: isopropanol = 80: 10: 10% em volume

DVPE = 68,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,8

A95: Etanol: 4-metil-2-pentanol = 85: 8: 7% em volume

DVPE = 66,0 kPa

5 0,5 (RON + MON) = 91,0

A95: Etanol: cetona dietílica = 85: 8: 7% em volume

DVPE = 68,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,2

A95: Etanol: trimetilciclo-hexanona = 85: 8: 7% em volume

10 DVPE = 67,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,8

A95: Etanol: éter metil-terc-amílico = 80: 8: 12% em volume

DVPE = 68,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,8

15 A95: Etanol: n-butilacetato = 87: 6,5: 6,5% em volume

DVPE = 68,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,1

A95: Etanol: isobutilisobutirato = 90: 5: 5% em volume

DVPE = 68,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,0

A95: Etanol: metilacetoacetato = 85: 7: 8% em volume

DVPE = 68,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 89,9

25 As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de verão é de 70

kPa.

A95: Etanol: 4-metil-2-pentanol = 85: 10: 5% em volume

DVPE = 70,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,6

5

A95: Etanol: isobutilisobutirato = 90: 6: 4% em volume

DVPE = 70,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,5

O combustível 2-9 continha gasolina de verão A95 (a), etanol (b) os aditivos contendo oxigênio (c) e hidrocarbonetos C₆-C₁₂ (d) e possuía as seguintes propriedades para as várias composições:

10

A95: Etanol: terc-pentanol: alquilbenzeno = 80: 7: 4: 9% em volume

DVPE = 67,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,6

15

A95: Etanol: terc-butanol: alquilbenzeno = 80: 7: 4: 9% em volume

DVPE = 68,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,8

A95: Etanol: propanol: xileno = 80: 9,5: 0,5: 10% em volume

DVPE = 68,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,1

A95: Etanol: cetona dietílica: xileno = 80: 9,5: 0,5: 10% em volume

DVPE = 68,0 kPa

25

0,5 (RON + MON) = 93,2

A95: Etanol: isobutanol: nafta: isopropiltolueno = 80: 9,5: 0,5: 5: 5% em volume

DVPE = 68,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,4

A95: Etanol: isobutanol: nafta: alquilato = 80: 9,5: 0,5:5: 5% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 170°C

A temperatura de ebulição para o alquilato é de 100 a 130°C

5 DVPE = 68,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,2

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de verão é de 70 kPa.

15 A95: Etanol: isobutanol: álcool isoamílico: ciclooctadieno = 82,5: 9,2: 0,2: 0,6: 7,5% em volume

DVPE = 70,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,0

A95: Etanol: isobutanol: álcool isoamílico: ciclooctadieno = 82,5: 9,2: 0,2: 0,6: 7,5% em volume

DVPE = 70,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,1

A formulação combustível 2-10 continha 81,5% em volume de gasolina de verão A95, 8,5% em volume de m-isopropiltolueno, 9,2% em volume de etanol e 0,8% em volume de álcool isoamílico. A formulação 2-10 foi testada para demonstrar como a composição da invenção mantinha o equivalente de pressão de vapor seco no mesmo nível da gasolina de fonte, enquanto aumentava o número de octanos, enquanto reduzia o nível de emissões tóxicas na descarga e reduzia o consumo de combustível em comparação com a mistura RFM 2 de gasolina e etanol. A formulação 2-10

tinha as seguintes propriedades específicas:

	densidade a 15°C, de acordo com a ASTM D 4052	754,1 kg/m ³
	ponto de ebulição inicial, de acordo com a ASTM D 86	26,6°C;
	porção vaporizável - 70°C	45,2% em volume;
5	porção vaporizável - 100°C	56,4% em volume;
	porção vaporizável - 150°C	88,8% em volume;
	porção vaporizável - 180°C	97,6% em volume;
	ponto de ebulição final	186,3°C;
	resíduo da evaporação	1,6% em volume;
10	perda por evaporação	0,1% em volume;
	teor de oxigênio, de acordo com a ASTM D4815	3,56% p/p;
	acidez, de acordo com a ASTM 1613	
	% em peso de HAc	0,007;
	pH, de acordo com a ASTM D1287	8,9;
15	teor de enxofre, de acordo com a ASTM D 5453	16 mg/kg;
	teor de goma, de acordo com a ASTM D381	< 1 mg/100 ml;
	teor de água, de acordo com a ASTM D6304	0,12% p/p;
	aromáticos, de acordo com SS 155120, incl. benzeno	30,3% em volume;
	benzeno sozinho, de acordo com a EN 238	0,8% em volume;
	DVPE, de acordo com a ASTM D 5191	68,5 kPa;
	índice antidetonante 0,5 (RON + MON), de acordo com as ASTM D 2699-86 e ASTM D 2700-86	92,7

25 A formulação combustível para motores 2-10 foi testada de acordo com o processo de teste EU 2000 NEDC EC 98/69 como acima e deu os seguintes resultados, em comparação (+) ou (-)% com os resultados para a gasolina de verão A95 de fonte:

CO	-0,18%;
HC	-8,5%;
NO _x	+5,3%;

CO ₂	+2,8%;
NMHC	-9%;
Consumo de combustível, Fc, 1/100 km	+3,1%

5 As formulações combustíveis 2-1 a 2-10 apresentaram DVPE
reduzido sobre os combustíveis para motores contendo etanol testados, com
base na gasolina de graduação verão. Resultados semelhantes são obtidos
quando outros aditivos contendo oxigênio da invenção são substituídos pelos
aditivos dos exemplos 2-1 a 2-10.

10 Para preparar todas as formulações combustíveis 2-1 a 2-10
supra, desta composição combustível para motores, inicialmente a gasolina
foi misturada com etanol, a cuja mistura foi então adicionado o aditivo
contendo oxigênio correspondente. A composição combustível para motores
obtida foi então deixada em repouso antes do teste entre 1 e 24 horas, em uma
temperatura não inferior a -35°C. Todas as formulações acima foram
15 preparadas sem o uso de quaisquer dispositivos de mistura.

O uso de uma mistura aditiva compreendendo etanol e outros
compostos contendo oxigênio, que não etanol, para a preparação das
gasolinas contendo etanol, foi realizado com gasolinas de graduação verão.
As composições combustíveis abaixo demonstram a possibilidade de se obter
as gasolinas contendo etanol para atender às exigências padrão para gasolinas
de graduação verão, incluindo a pressão de vapor de não mais do que 70 kPa.

25 A Figura 2 mostra o comportamento do equivalente de pressão
de vapor seco (DVPE) como uma função do teor de etanol, quando da
mistura da gasolina A95 de verão com a mistura aditiva 3 compreendendo
35% em volume de etanol, 5% em volume de álcool isoamílico e 60% em
volume de nafta que ebule em temperaturas entre 100 a 170°C.

A Figura 2 demonstra que a variação do teor de etanol na
gasolina dentro da faixa de 0 a 20% não induz a um aumento da pressão de
vapor para estas composições superior às exigências dos padrões para o

DVPE das gasolinas de graduação verão, que é de 70 kPa.

Comportamento semelhante do DVPE foi observado para as gasolinas A92 e A98 de verão misturadas com uma mistura aditiva que compreende 35% em volume de etanol, 5% em volume de álcool isoamílico e 60% em volume de nafta ebulindo em 100 a 170°C.

A relação entre o etanol e o composto contendo oxigênio, outro que não etanol, na mistura aditiva, que é usada para a preparação das gasolinas contendo etanol, é de substancial importância. A relação entre os componentes do aditivo estabelecida pela presente invenção permite ajustar a pressão de vapor das gasolinas que contêm etanol através de uma ampla faixa.

As composições abaixo demonstram a possibilidade de empregar as misturas aditivas com teor de etanol tanto elevado quanto baixo. Uma mistura aditiva que compreenda 92% em volume de etanol, 6% em volume de álcool isoamílico e 2% em volume de isobutanol, foi misturada com gasolina de graduação verão. As composições obtidas tinham as seguintes propriedades:

A92: etanol: álcool isoamílico: isobutanol = 80: 18,4: 1,2:

0,4% em volume

DVPE = 70,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,3

A95: etanol: álcool isoamílico: isobutanol = 82: 16,56: 1,08:

0,36% em volume

DVPE = 69,9 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,6

A98: etanol: álcool isoamílico: isobutanol = 78: 20,24: 1,32:

0,44% em volume

DVPE = 70,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 94,5

Uma mistura aditiva que compreenda 25% em volume de etanol, 60% em volume de álcool isoamílico e 15% em volume de isobutanol foi misturada com gasolina de graduação verão. As composições obtidas tinham as seguintes propriedades:

5 A92: etanol: álcool isoamílico: isobutanol = 80: 5: 12: 3% em volume

$$DVPE = 66,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 88,6$$

10 A95: etanol: álcool isoamílico: isobutanol = 84: 4: 9,6: 2,4% em volume

$$DVPE = 65,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,3$$

15 A92: etanol: álcool isoamílico: isobutanol = 86: 3,5: 8,4: 2,1% em volume

$$DVPE = 65,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,0$$

Resultados semelhantes foram obtidos quando outros compostos contendo oxigênio (c) e também hidrocarbonetos C₆-C₁₂ (d) desta invenção foram usados na relação estabelecida por esta invenção para preparar a mistura aditiva, que foi então usada para a preparação das gasolinas contendo etanol. Estas gasolinas atendem inteiramente às exigências quanto aos combustíveis para motores usados nos motores padrão de ignição por centelha.

25 Além disso, a mistura aditiva compreendendo etanol e o composto contendo oxigênio desta invenção, outro que não etanol, com a relação da presente invenção, podem ser usados como um combustível independente para motores adaptados para operação com etanol.

EXEMPLO 3

O Exemplo 3 demonstra a possibilidade de reduzir o

equivalente de pressão de vapor seco do combustível para motores contendo etanol para os casos em que as gasolinas com um equivalente de pressão de vapor seco de acordo com a ASTM D-5191 em um nível de 48 kPa (cerca de 7 psi), sejam usadas como uma base de hidrocarboneto.

5 Para preparar as misturas desta composição, as gasolinas de verão A92, A95 e A98 isentas de chumbo, que atendem aos padrões americanos e compradas nos Estados Unidos sob as marcas comerciais Phillips J Base Fuel, Union Clear Base e Indolene, foram usadas.

10 As gasolinas de fonte compreendiam hidrocarbonetos C₅-C₁₂ alifáticos e alicíclicos, incluindo aqueles tanto saturados quanto insaturados.

15 A Figura 1 apresenta o comportamento do DVPE do combustível para motores contendo etanol, com base na gasolina A92 de graduação verão US. Os combustíveis para motores contendo etanol com base nas gasolinas de verão americanas A95 e A98, respectivamente, demonstraram comportamento semelhante. A gasolina A 92 de verão americana possuía as seguintes especificações:

$$\text{DVPE} = 47,8 \text{ kPa}$$

$$\text{Índice antidetonante } 0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 87,7$$

O combustível 3-1 continha a gasolina de verão americana A92 e etanol e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

$$\text{A92: Etanol} = 95: 5\% \text{ em volume}$$

$$\text{DVPE} = 55,9 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,0$$

$$\text{A92: Etanol} = 90: 10\% \text{ em volume}$$

25 $\text{DVPE} = 55,4 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,1$$

O combustível 3-2 continha a gasolina de verão A92 americana, etanol e os aditivos contendo oxigênio, e possuíam as seguintes propriedades para as várias composições:

A92: Etanol: álcool isoamílico = 83: 8,5: 8,5% em volume

DVPE = 47,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 89,6

A92: Etanol: propionato de isoamila = 82: 8: 10% em volume

5

DVPE = 47,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 89,9

A92: Etanol: 2-etilexanol = 82: 8: 10% em volume

DVPE = 47,8 kPa

0,5 (RON + MON) = 89,2

10

A92: Etanol: álcool tetraidrofurfurila = 82: 7: 10% em volume

DVPE = 47,8 kPa

0,5 (RON + MON) = 89,3

A92: Etanol: ciclo-hexanona = 82: 7: 10% em volume

DVPE = 47,7 kPa

15

0,5 (RON + MON) = 89,1

A92: Etanol: metoxibenzeno = 80: 8,5: 11,5% em volume

DVPE = 46,8 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,6

A92: Etanol: metoxitolueno = 82: 8: 10% em volume

DVPE = 46,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,8

A92: Etanol: metilbenzoato = 82: 8: 10% em volume

DVPE = 46,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,5

25

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a

gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de graduação verão americana é de 7 psi, o que corresponde a 48,28 kPa.

A92: Etanol: álcool isoamílico = 83: 9: 8% em volume

DVPE = 48,2 kPa

5 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,8$

A92: Etanol: metoxitolueno = 84: 8: 8% em volume

DVPE = 48,2 kPa

$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,5$

A92: Etanol: metilbenzoato = 85: 8: 7% em volume

10 DVPE = 48,2 kPa

$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,1$

O combustível 3-3 continha a gasolina de verão A92 americana (a), o etanol (b), os aditivos contendo oxigênio (c) e os hidrocarbonetos C₆-C₁₂ (d) e possuía as seguintes propriedades para as várias composições:

15

A92: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: nafta = 75:

9,2: 0,3: 0,1: 15,4% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

DVPE = 47,8 kPa

$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,5$

A92: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: m-

isopropiltolueno = 75: 9,2: 0,3: 0,1: 15,4% em volume

DVPE = 47,0 kPa

$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,5$

25 A92: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: isooctano =

75: 9,2: 0,3: 0,1: 15,4% em volume

DVPE = 47,8 kPa

$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,3$

As composições combustíveis para motores abaixo

demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de graduação verão americana é de 7 psi, o que corresponde a 48,28 kPa.

A92: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico - nafta = 76: 9,2: 0,3: 0,1: 14,4% em volume

A temperatura de ebulição da nafta é de 100 a 200°C

10 DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 89,6

A92: Etanol: álcool isoamílico - álcool isobutílico: nafta: isooctano = 76: 9,2: 0,3: 0,1: 10,4: 4% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

15 DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 89,8

A92: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: nafta: m-isopropiltolueno = 77: 9,2: 0,3: 0,1: 10,4: 3% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 89,9

Os seguintes combustíveis demonstram a possibilidade de ajustar-se o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) do combustível para motores contendo etanol com base na gasolina de verão A98 americana.

25 A gasolina A98 americana tinha a seguinte especificação:

DVPE = 48,2 kPa

Índice antidetonante 0,5 (RON + MON) = 92,2

O combustível comparativo 3-4 continha gasolina de verão A98 americana e etanol e tinha as seguintes propriedades para as várias

composições:

A98: Etanol = 95: 5% em volume

DVPE = 56,3 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,0

5 A98: Etanol = 90: 10% em volume

DVPE = 55,8 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,6

10 O combustível 3-5 continha a gasolina de verão americana A98 (a), etanol (b) e os aditivos contendo oxigênio (c), e possuíam as seguintes propriedades para as várias composições:

A98: Etanol: álcool isoamílico = 82,5: 9: 8,5% em volume

DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,3

15 A98: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico = 82,5: 9: 7: 1,5% em volume

DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,4

A98: Etanol: álcool tetraidrofurfurílico = 80: 10: 10% em volume

DVPE = 48,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,7

O combustível 3-6 continha a gasolina de verão americana A98 (a), etanol (b) e os aditivos contendo oxigênio (c), e hidrocarbonetos C₆-C₁₂ e possuíam as seguintes propriedades para as várias composições:

25 A98: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico - nafta = 75: 9,2: 0,3: 0,1: 15,4% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,3

A98: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: isooctano =
75: 9,2: 0,3: 0,1: 15,4% em volume

DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,9

5 A98: Etanol: álcool isoamílico - álcool isobutílico: m-
isopropiltolueno = 75,5: 9,2: 0,3: 0,1: 14,9% em volume

DVPE = 47,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 94,4

10 A98: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: nafta:
isooctano = 75: 9,2: 0,3: 0,1: 8,4: 7% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,6

15 A98: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico - nafta: m-
isopropiltolueno = 75: 9,2: 0,3: 0,1: 10,4: 5% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

DVPE = 48,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,7

A98: Etanol: álcool isoamílico - álcool isobutílico: nafta:
alquilato = 75: 9,2: 0,3: 0,1: 7,9: 7,5% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

A temperatura de ebulição para o alquilato é de 100 a 130°C

DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,6

25 Os seguintes combustíveis demonstraram a possibilidade de
ajustar-se o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) do combustível
para motores contendo etanol com base na gasolina de verão americana A95.

A gasolina A 95 de verão americana tinha a especificação
seguinte:

DVPE = 47,0 kPa

Índice antidetonante 0,5 (RON + MON) = 90,9

A gasolina A95 de verão americana foi usada como um combustível de referência para os testes realizados de acordo com o ciclo de testes EU2000 NEDC EC 98/69 em um Volvo 240 DL de 1987 com um motor B230F, 4 cilindros, 2,32 litros (nº LG4F20-87) desenvolvendo 83 kW em 90 revoluções/segundo e um torque de 185 Nm em 46 revoluções/segundo.

Os testes realizados como acima, demonstraram, para a gasolina A95 de verão americana, os seguintes resultados:

CO (monóxido de carbono)	2,406 g/km;
HC (hidrocarbonetos)	0,356 g/km;
NO _x (óxidos de nitrogênio)	0,278 g/km;
CO ₂ (dióxido de carbono)	232,6 g/km;
NMHC*	0,258 g/km;
Consumo de combustível, F _c 1/100 km	9,93

* hidrocarbonetos não metano

O combustível comparativo 3-7 continha a gasolina de verão A-95 americana e etanol, e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

A95: Etanol = 95: 5% em volume

DVPE = 55,3 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,5

A95: Etanol = 90: 10% em volume

DVPE = 54,8 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,0

Os testes da mistura de referência de gasolina-álcool (RFM3) compreendendo 90% em volume de gasolina de graduação verão A95 americana e 10% em volume de etanol, realizados em um Volvo 240 DL de

1987 com um motor B230F, 4 cilindros, 2,32 litros (nº LG4F20-87) de acordo com o processo de teste padrão EU 2000 NEDC EC 98/69 demonstraram os seguintes resultados, em comparação com a gasolina de verão A95:

5	CO	-12,5%;
	HC	-4,8%;
	NO _x	+2,3%;
	CO ₂	+3,7%;
	NMHC*	-4,0%;
10	Consumo de combustível, F _c , 1/100 km	+3,1%

“-“ representa uma redução na emissão, enquanto “+” representa um aumento na emissão.

O combustível 3-8 continha gasolina de verão A95 americana, etanol e os aditivos contendo oxigênio, e tinham as seguintes propriedades para as várias composições:

A95: Etanol: álcool isoamílico = 83: 8,5: 8,5% em volume

DVPE = 47,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,7

A95: Etanol: acetato de n-amila = 80: 10: 10% em volume

DVPE = 47,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,8

A95: Etanol: ciclo-hexilacetato = 80: 10: 10% em volume

DVPE = 46,7 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,0

25 A95: Etanol: tetramiltetraidrofurano = 80: 12: 8% em volume

DVPE = 47,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,6

A95: Etanol: metiltetraidropirano = 80: 15: 5% em volume

$$\text{DVPE} = 46,8 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,5$$

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de graduação verão americana é de 7 psi, o que corresponde a 48,28 kPa.

10 A95: Etanol: álcool isoamílico = 84: 8,5: 7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 48,2 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,7$$

A95: Etanol: fenilacetato = 82,5: 10: 7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 48,2 \text{ kPa}$$

15 0,5 (RON + MON) = 92,3

A95: Etanol: tetrametiltetraidrofurano = 81: 10: 9% em volume

$$\text{DVPE} = 48,2 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,2$$

O combustível 3-9 continha a gasolina de verão A95 americana (a), etanol (b), os aditivos contendo oxigênio (c), e os hidrocarbonetos C₆-C₁₂ (d) e tinham as seguintes propriedades para as várias composições:

A95: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: nafta = 75:

25 9,2: 0,3: 0,1: 15,4% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

$$\text{DVPE} = 47,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,6$$

A95: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: isooctano =

75: 9,2: 0,3: 0,1: 15,4% em volume

DVPE = 47,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,2

5 A95: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: m-
isopropiltolueno = 75: 9,2: 0,3: 0,1: 15,4% em volume

DVPE = 46,8 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,0

A95: Etanol: álcool tetraidrofurfurílico = 80: 9,5: 0,5: 10% em
volume

10 DVPE = 46,6 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,5

A95: Etanol: 4-metil-4-oxitetraidropirano: alocimeno = 80:
9,5: 0,5: 10% em volume

DVPE = 46,7 kPa

15 0,5 (RON + MON) = 92,1

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que nem sempre é necessário reduzir o excesso de DVPE do combustível para motores causado pela presença de etanol até o nível do DVPE da gasolina de fonte. Em alguns casos, é suficiente apenas abaixá-lo em conformidade com as exigências dos regulamentos em vigor para a gasolina correspondente. O nível de DVPE para a gasolina de graduação verão americana é de 7 psi, o que corresponde a 48,28 kPa.

A95: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: nafta =
76,5: 9,2: 0,3: 0,1: 7: 6,9% em volume

25 A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C.

DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,7

A95: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: nafta:
isooctano = 76,5: 9,2: 0,3: 0,1: 7: 6,9% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C.

DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,2

A95: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: m-

5 isopropiltolueno = 77: 9,2: 0,3: 0,1: 13,4% em volume

DVPE = 48,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,9

10 A formulação combustível 3-10 continha 76% em volume de gasolina de verão A95 americana, 9,2% em volume de etanol, 0,25% em volume de álcool isoamílico, 0,05% em volume de álcool isobutílico, 11,5% em volume de nafta com temperatura de ebulição de 100 a 200°C, e 3% em volume de isopropiltolueno. A formulação 3-10 foi testada para demonstrar como a invenção permite a produção de gasolina contendo etanol inteiramente atendendo às exigências dos padrões em vigor, primeiramente

15 quanto ao nível do DVPE e, também, quanto aos outros parâmetros. Ao mesmo tempo, esta gasolina garante um decréscimo de emissões tóxicas na descarga e menor consumo de combustível em comparação com a mistura RFM 3 da gasolina de verão A95 de fonte americana com 10% de etanol. A formulação 3-10 possuía as seguintes propriedades específicas:

densidade a 15°C, de acordo com a ASTM D 4052	774,9 kg/m ³
ponto de ebulição inicial, de acordo com a ASTM D 86	36,1°C;
porção vaporizável - 70°C	33,6% em volume;
porção vaporizável - 100°C	50,8% em volume;
porção vaporizável - 150°C	86,1% em volume;
25 porção vaporizável - 190°C	97,0% em volume;
ponto de ebulição final	204,8°C;
resíduo da evaporação	1,5% em volume;
perda por evaporação	1,5% em volume;
teor de oxigênio, de acordo com a ASTM D4815	3,37% p/p;

	acidez, de acordo com a ASTM 1613	
	% em peso de HAc	0,007;
	pH, de acordo com a ASTM D1287	7,58;
	teor de enxofre, de acordo com a ASTM D 5453	47 mg/kg;
5	teor de goma, de acordo com a ASTM D381	2,8 mg/100 ml;
	teor de água, de acordo com a ASTM D6304	0,02% p/p;
	aromáticos, de acordo com SS 155120, incl. benzeno	31,2% em volume;
	benzeno sozinho, de acordo com a EN 238	0,7% em volume;
	DVPE, de acordo com a ASTM D 5191	48,0 kPa;
10	índice antidetonante 0,5 (RON + MON), de acordo com as ASTM D 2699-86 e ASTM D 2700-86	92,2

A formulação combustível 3-10 para motores foi testada em um Volvo 240 DL de 1987 com um motor B230F, 4 cilindros, 2,32 litros (N^o LG4F20-87) de acordo com o processo de teste EU 2000 NEDC EC 98/69 conforme acima, e deu os seguintes resultados em comparação (+) ou (-)% com os resultados para a gasolina de verão A95 americana:

	CO	-15,1%;
	HC	-5,6%;
	NO _x	+0,5%;
	CO ₂	não carregado;
	NMHC*	-4,5%;
	Consumo de combustível, F _c , 1/100 km	não carregado.

Resultados semelhantes foram obtidos quando os outros compostos contendo oxigênio substituíram os compostos testados contendo oxigênio.

Para preparar todas as formulações combustíveis supra, inicialmente a gasolina de verão americana foi misturada com etanol, a cuja mistura foi então adicionado o aditivo contendo oxigênio correspondente. A composição combustível para motores obtida foi então deixada em repouso

antes do teste entre 1 e 24 horas, em uma temperatura não inferior a -35°C . Todas as formulações acima foram preparadas sem o uso de quaisquer dispositivos de mistura.

5 Foi estabelecida a possibilidade de empregar-se a mistura aditiva compreendendo etanol com compostos outros contendo oxigênio que não etanol, também para ajuste da pressão de vapor dos combustíveis para motores contendo etanol usados em motores padrão de combustão interna de ignição por centelhas, com base nas gasolinas de graduação verão que atendem aos padrões americanos. A adição de hidrocarbonetos $\text{C}_8\text{-C}_{12}$ à
10 composição da mistura aditiva aumentou a eficiência da pressão de vapor reduzindo o impacto do aditivo na pressão de vapor excedente causada pela presença na gasolina de etanol.

A mistura aditiva compreendendo 60% em volume de etanol, 32% em volume de álcool isoamílico e 8% em volume de álcool isobutílico,
15 foi, em diferentes proporções, misturada com gasolinas de graduação verão americanas tendo um equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) não maior do que 7 psi, o que corresponde a 48,28 kPa.

As composições obtidas tinham as seguintes propriedades:

A92: etanol: álcool isoamílico: isobutanol = 87,5: 7,5: 4: 1%
em volume

$$\text{DVPE} = 51,7 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,7$$

A95: etanol: álcool isoamílico: isobutanol = 85: 9: 4,8: 1,2%
em volume

25 $\text{DVPE} = 51,0 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,8$$

A98: etanol: álcool isoamílico: isobutanol = 80: 12: 6,4: 1,6%
em volume

$$\text{DVPE} = 52,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,5$$

Os exemplos precedentes demonstram a possibilidade de reduzir parcialmente a pressão de vapor excedente, em cerca de 50% da pressão de vapor excedente da gasolina induzida pela presença de etanol na

5

mistura. Uma mistura aditiva compreendendo 50% em volume de etanol e 50% em volume de cetona metilisobutílica, foi misturada em diferentes proporções com gasolina de graduação verão americana com equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) não superior a 7 psi, o que

10

A92: etanol: cetona metilisobutílica = 85: 7,5: 7,5% em volume

$$\text{DVPE} = 49,4 \text{ kPa}$$

15

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,0$$

A95: etanol: cetona metilisobutílica = 84: 8: 8% em volume

$$\text{DVPE} = 48,6 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,7$$

A98: etanol: cetona metilisobutílica = 82: 9: 9% em volume

$$\text{DVPE} = 49,7 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,9$$

Os exemplos precedentes demonstram a possibilidade de uma redução parcial da pressão de vapor excedente em cerca de 80% da pressão de vapor excedente da gasolina induzida pela presença de etanol na mistura.

25

A Figura 2 mostra o comportamento do equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) como uma função do teor de etanol nas misturas de gasolina A92 de verão americana com a mistura aditiva 4 compreendendo 35% em volume de etanol, 1% em volume de álcool isoamílico, 0,2% em volume de isobutanol, 43,8% em volume de nafta ebulindo em temperaturas

entre 100 e 170°C, e 20% de isopropil tolueno. A Figura 2 demonstra que o emprego desta mistura aditiva na formulação da gasolina contendo etanol permite a redução de mais do que 100% da pressão de vapor excedente induzida pela presença de etanol.

5 Resultados semelhantes para o DVPE foram obtidos para as gasolinas A95 e A98 de graduação verão americanas misturadas com a mistura aditiva composta de 35% em volume de etanol, 1% em volume de álcool isoamílico, 0,2% em volume de isobutanol, 43,8% em volume de nafta ebulindo em 100 a 170°C e 20% em volume de isopropiltolueno.

10 Resultados semelhantes foram obtidos quando outros compostos contendo oxigênio e hidrocarbonetos C₆-C₁₂ desta invenção foram usados na proporção estabelecida por esta invenção para formular a mistura aditiva, que foi então usada para a preparação das gasolinas contendo etanol. Estas gasolinas atendem inteiramente às exigências quanto aos combustíveis para motores usados nos motores padrão de combustão interna de ignição por centelha.

15 Além disso, a mistura aditiva compreendendo etanol, o composto contendo oxigênio outro que etanol, e hidrocarbonetos C₆-C₁₂ na proporção e composição da presente invenção, podem ser usados como um combustível independente para motores, para motores adaptados para operação com etanol.

EXEMPLO 4

25 O Exemplo 4 demonstra a possibilidade de reduzir o equivalente de pressão de vapor seco do combustível para motores contendo etanol para os casos em que a base de hidrocarboneto do combustível seja uma gasolina não padrão com um equivalente de pressão de vapor seco de acordo com a ASTM D-5191 em um nível de 110 kPa (cerca de 16 psi).

 Para preparar as misturas desta composição, as gasolinas A92, A95 e A98 de inverno, isentas de chumbo, compradas na Suécia da Shell,

Statoil, Q80K e Preem, e condensado de gás (GK) comprado na Rússia da Gazprom, foram usados.

O componente hidrocarboneto (HCC) para as composições combustíveis para motores foi preparado pela mistura de cerca de 85% em volume de gasolinas A92, A95 ou A98 com cerca de 15% em volume do condensado de gás hidrocarboneto líquido (GC).

Para preparar o componente hidrocarboneto (HCC) para as formulações combustíveis 4-1 a 4-10 desta composição combustível para motores, cerca de 85% em volume de gasolinas A92, A95 ou A98 de inverno foram primeiro misturados com o condensado de gás hidrocarboneto líquido (GC). O componente hidrocarboneto (HCC) obtido foi então deixado em repouso por 24 horas. A gasolina resultante continha hidrocarbonetos C_3 - C_{12} alifáticos e alicíclicos, incluindo aqueles saturados e insaturados.

A Figura 1 demonstra o comportamento do DVPE do combustível para motores contendo etanol, com base na gasolina A98 de inverno e do condensado de gás. O combustível para motores contendo etanol com base nas gasolinas A92 e A98 de inverno e o condensado de gás (GC) demonstraram comportamento semelhante.

A gasolina compreendendo 85% em volume de gasolina de inverno A92 e 15% em volume de condensado de gás (GC) possuía as seguintes propriedades:

$$\text{DVPE} = 110,0 \text{ kPa}$$

$$\text{Índice antidetonante } 0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 87,9$$

O combustível comparativo 4-1 continha a gasolina de inverno A92, o condensado de gás (GC) e etanol, e possuía as propriedades seguintes para as várias composições:

$$\text{A92: GC: Etanol} = 80,75: 14,25: 5\% \text{ em volume}$$

$$\text{DVPE} = 115,5 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,4$$

A92: GC: Etanol = 76,5: 13,5: 10% em volume

DVPE = 115,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,6

O combustível 4-2 da invenção continha gasolina de inverno

- 5 A92, condensado de gás (GC), etanol e o aditivo contendo oxigênio, e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

A92: GC: Etanol: álcool isoamílico = 74: 13: 6,5: 6,5% em volume

DVPE = 109,8 kPa

- 10 0,5 (RON + MON) = 90,35

A92: GC: Etanol: 2,5-dimetiltetraidrofurano = 68: 12: 10: 10% em volume

DVPE = 110,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,75

- 15 A92: GC: Etanol: propanol = 68: 12: 12: 8% em volume

DVPE = 109,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,0

A92: GC: Etanol: diisopropilcarbinol = 72: 13: 7,5: 7,5% em volume

DVPE = 109,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,3

A92: GC: Etanol: acetofenona = 72: 13: 9: 6% em volume

DVPE = 110,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,8

- 25 A92: GC: Etanol: isobutilpropionato = 75: 13: 5: 7% em volume

DVPE = 109,2 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,0

O combustível 4:3 continha gasolina de inverno A92,

condensado de gás (GC), etanol, o aditivo contendo oxigênio e hidrocarbonetos C₆-C₁₂, e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

- 5 A92: GC: Etanol: isobutanol: isopropilbenzeno = 68: 12: 9,5:
0,5: 10% em volume
DVPE = 108,5 kPa
0,5 (RON + MON) = 91,7
- 10 A92: GC: Etanol: éter terc-butiletílico: nafta = 68: 12: 9,5:
0,5: 10% em volume
DVPE = 108,5 kPa
0,5 (RON + MON) = 90,6
- 15 A92: GC: Etanol: éter isoamilmetílico: tolueno = 68: 12: 9,5:
0,5: 10% em volume
DVPE = 107,5 kPa
0,5 (RON + MON) = 91,6

As composições combustíveis abaixo demonstram que a invenção permite a redução do excesso de DVPE da gasolina não padrão ao nível da gasolina padrão correspondente. O DVPE para a gasolina de inverno A 92 padrão é de 90 kPa.

- 25 A92: GC: Etanol: álcool isoamílico: nafta: alquilato = 55: 10:
9,5: 0,5: 12,5: 12,5% em volume
A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C.
A temperatura de ebulição para o alquilato é de 100 a 130°C.
DVPE = 90,0 kPa
0,5 (RON + MON) = 90,6
- A92: GC: Etanol: álcool isoamílico: nafta: etilbenzeno = 55:
10: 9,5: 0,5: 15: 10% em volume
A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C
DVPE = 89,8 kPa

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,9$$

A92: GC: Etanol: álcool isoamílico: nafta: isopropiltolueno =
55: 10: 9,5: 0,5: 20: 5% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C.

5 $\text{DVPE} = 90,0 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,6$$

As seguintes composições demonstram a possibilidade de se ajustar o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) das misturas combustíveis contendo etanol com base em cerca de 85% em volume de gasolina A98 de inverno e cerca de 15% em volume de condensado de gás.

10

A gasolina que compreende 85% em volume de gasolina A98 de inverno e 15% em volume de condensado de gás (GC) possuía a seguinte especificação:

$$\text{DVPE} = 109,8 \text{ kPa}$$

15

$$\text{Índice antidetonante } 0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,0$$

O combustível comparativo 4-4 continha gasolina de inverno A98, condensado de gás (GC) e etanol e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

$$\text{A98: GC: Etanol} = 80,75: 14,25: 5\% \text{ em volume}$$

$$\text{DVPE} = 115,3 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,1$$

$$\text{A98: GC: Etanol} = 76,5: 13,5: 10\% \text{ em volume}$$

$$\text{DVPE} = 114,8 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 94,0$$

25

O combustível 4-5 da invenção continha gasolina de inverno A98, condensado de gás (GC) e os aditivos contendo oxigênio, e possuíam as seguintes propriedades para as várias composições:

$$\text{A98: GC: Etanol: álcool isoamílico} = 74: 13: 6,5: 6,5\% \text{ em volume}$$

DVPE = 109,6 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,3

A98: GC: Etanol: etoxibenzeno = 72: 13: 7,5: 7,5% em volume

5 DVPE = 110,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 94,0

A98: GC: Etanol: 3,3,5-trimetilciclo-hexanona = 72: 13: 7,5: 7,5% em volume

DVPE = 109,8 kPa

10 0,5 (RON + MON) = 93,3

O combustível 4-6 continha gasolina de inverno A98, condensado de gás, etanol, os aditivos contendo oxigênio, e os hidrocarbonetos C₆-C₁₂ (d), e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

15 A98: GC: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: nafta = 68: 12: 9,2: 0,6: 0,2: 10% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C.

DVPE = 107,4 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,8

A98: GC: Etanol: éter etilisobutílico: mirzena = 72: 13: 9,5: 0,5: 5% em volume

DVPE = 110,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,6

A98: GC: Etanol: isobutanol: isooctano = 68: 12: 5: 5: 10% em volume

25 DVPE = 102,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,5

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que a invenção permite a redução do excesso de DVPE da

gasolina não padrão ao nível do DVPE da gasolina padrão correspondente. O DVPE para a gasolina de inverno A 98 padrão é de 90 kPa.

A92: GC: Etanol: álcool isoamílico: nafta: alquilato = 55: 10: 9,5: 0,5: 12,5: 12,5% em volume

5 A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C.

A temperatura de ebulição para o alquilato é de 100 a 130°C.

DVPE = 89,8 kPa

$0,5 (RON + MON) = 94,0$

10 A92: GC: Etanol: álcool isoamílico: nafta: isopropilbenzeno = 55: 10: 9,5: 0,5: 15: 10% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

DVPE = 89,6 kPa

$0,5 (RON + MON) = 94,2$

15 A92: GC: Etanol: isobutanol: nafta: isopropiltolueno = 55: 10: 5: 5: 20: 5% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C.

DVPE = 88,5 kPa

$0,5 (RON + MON) = 94,1$

As seguintes composições demonstram a possibilidade de se ajustar o equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) das misturas combustíveis contendo etanol com base em cerca de 85% em volume de gasolina A95 de inverno e cerca de 15% em volume de condensado de gás.

25 A gasolina que compreende 85% em volume de gasolina A98 de inverno e 15% em volume de condensado de gás (GC) possuía a seguinte especificação:

DVPE = 109,5 kPa

Índice antidetonante $0,5 (RON + MON) = 90,2$

O componente hidrocarboneto (HCC) compreendendo 85% em volume de gasolina de inverno e 15% em volume de condensado de gás

(GC) foi usado como um combustível de referência para os testes conforme descrito acima, e deu os seguintes resultados:

	CO	2,033 g/km;
	HC	0,279 g/km;
5	NO _x	0,279 g/km;
	CO ₂	229,5 g/km;
	NMHC	0,255 g/km;
	Consumo de combustível, Fc 1/100 km	9,89

10 O combustível 4-7 continha gasolina de inverno A95, condensado de gás (GC) e etanol e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

A95: GC: Etanol = 80,75: 14,25: 5% em volume

DVPE = 115,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,7

15 A95: GC: Etanol = 76,5: 13,5: 10% em volume

DVPE = 114,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,5

A mistura combustível de referência (RFM4) compreendendo 80,75% de gasolina A95 de inverno, 14,25% de condensado de gás (GC) e 5% de etanol, foi testada conforme descrito acima, e deu os seguintes resultados em comparação (+) ou (-)% com os resultados quanto à gasolina compreendendo 85% em volume de gasolina A95 de inverno e 15% em volume de condensado de gás (GC):

	CO	-6,98%;
25	HC	-7,3%;
	NO _x	+12,1%;
	CO ₂	+1,1%;
	NMHC	-5,3%;
	Consumo de combustível, Fc, 1/100 km	+2,62%.

O combustível 4-8 da invenção continha gasolina de inverno A95, condensado de gás (GC), etanol e os aditivos contendo oxigênio, e possuía as seguintes propriedades para as várias composições:

- 5 A95: GC: Etanol: álcool isoamílico = 74: 13: 6,5: 6,5% em volume
 DVPE = 109,1 kPa
 $0,5 (RON + MON) = 92,0$
- 10 A95: GC: Etanol: fenol = 72: 13: 8: 7% em volume
 DVPE = 107,5 kPa
 $0,5 (RON + MON) = 92,6$
- 15 A95: GC: Etanol: fenilacetato = 68: 12: 10: 10% em volume
 DVPE = 106,0 kPa
 $0,5 (RON + MON) = 92,8$
- A95: GC: Etanol: 3-hidróxi-2-butanona = 68: 12: 10: 10% em volume
 DVPE = 108,5 kPa
 $0,5 (RON + MON) = 91,6$
- 8% A95: GC: Etanol: terc-butilacetoacetato = 68: 12: 10: 10% em volume
 DVPE = 108,0 kPa
 $0,5 (RON + MON) = 92,2$
- 25 A95: GC: Etanol: 3,3,5-trimetilciclo-hexanona = 71: 12: 9: 8% em volume
 DVPE = 108,5 kPa
 $0,5 (RON + MON) = 91,6$

O combustível 4-9 continha gasolina de inverno A95, o condensado de gás (GC), o etanol, os aditivos contendo oxigênio e hidrocarbonetos C₆-C₁₂ (d) e tinha as seguintes propriedades para as várias

composições:

A95: GC: Etanol: álcool isoamílico: álcool isobutílico: nafta =
68: 12: 9,5: 0,6: 0,2: 10 % em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C.

5 DVPE = 107,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,1

A95: GC: Etanol: isobutanol - ciclooctatetraeno = 72: 13: 9,5:

0,5: 5% em volume

DVPE = 108,5 kPa

10 0,5 (RON + MON) = 92,6

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram que a invenção permite a redução do equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) em excesso da gasolina não padrão ao nível da gasolina padrão correspondente. O DVPE da gasolina A95 de inverno padrão é de 90 kPa.

A95: GC: Etanol: álcool isoamílico: isobutanol: nafta:

alquilato = 55: 10: 9,2: 0,6: 0,2: 12,5: 12,5% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C.

A temperatura de ebulição para o alquilato é de 100 a 130°C.

DVPE = 89,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,4

A95: GC: Etanol: álcool isoamílico: nafta: terc-butilxileno =

55: 10: 9,5: 0,5: 20: 5% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C

25 DVPE = 89,8 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,5

A95: GC: Etanol: isobutanol: nafta: isopropilbenzeno = 55:

10: 5: 5: 20: 5% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 100 a 200°C.

$$DVPE = 89,9 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,2$$

- O combustível 4-10 para motores continha 55% em volume de gasolina de inverno A95, 10% em volume de condensado de gás (GC), 5% em volume de etanol, 5% em volume de terc-butanol, 20% em volume de nafta com a temperatura de ebulição de 100 a 200°C e 5% em volume de isopropiltolueno. A formulação 4-10 foi testada para demonstrar como a presente invenção permite que a formulação da gasolina contendo etanol atenda às exigências dos padrões em vigor, primeiramente com respeito ao equivalente de pressão de vapor seco limite, e também quanto aos outros parâmetros do combustível, mesmo quando o componente hidrocarboneto (HCC) de fonte tenha um DVPE consideravelmente mais elevado do que as exigências dos padrões. Ao mesmo tempo, esta gasolina contendo etanol reduz o nível de emissões tóxicas na descarga e reduz o consumo de combustível em comparação com a mistura RFM 4 descrita acima. A formulação 4-10 possuía as seguintes propriedades específicas:
- | | |
|--|-------------------------|
| densidade a 15°C, de acordo com a ASTM D4052 | 698,6 kg/m ³ |
| ponto de ebulição inicial, de acordo com a ASTM D 86 | 20,5°C; |
| porção vaporizável - 70°C | 47,0% em volume; |
| porção vaporizável - 100°C | 65,2% em volume; |
| porção vaporizável - 150°C | 92,4% em volume; |
| porção vaporizável - 180°C | 97,3% em volume; |
| ponto de ebulição final | 189,9°C; |
| resíduo da evaporação | 0,5% em volume; |
| perda por evaporação | 1,1% em volume; |
| teor de oxigênio, de acordo com a ASTM D4815 | 3,2% p/p; |
| acidez, de acordo com a ASTM D1613 | |
| % em peso de HAc | 0,001; |
| pH, de acordo com a ASTM D1287 | 7,0; |

	teor de enxofre, de acordo com a ASTM D 5453	18 mg/kg;
	teor de goma, de acordo com a ASTM D381	2mg/100ml;
	teor de água, de acordo com a ASTM D6304	0,01% p/p;
	aromáticos, de acordo com SS 155120, incl. benzeno	30,9% em volume;
5	benzeno sozinho, de acordo com a EN 238	0,7% em volume;
	DVPE, de acordo com a ASTM D 5191	90,0 kPa;
	índice antidetonante 0,5 (RON + MON), de acordo com as ASTM D 2699-86 e ASTM D 2700-86	92,3

10 A formulação combustível para motores 4-10 foi testada como acima e deu os seguintes resultados, em comparação (+) ou (-)% com os resultados para o combustível para motores que compreendem 85% em volume de gasolina A95 de inverno e 15% em volume de condensado de gás:

	CO	-14,0%;
	HC	-8,6%;
15	NOx	não mudado
	CO ₂	+1,0%;
	NMHC	-6,7%;
	Consumo de combustível, Fc, 1/100 km	+2,0%

Resultados semelhantes são obtidos quando outros aditivos contendo oxigênio da invenção sejam substituídos pelos aditivos contendo oxigênio dos exemplos 4-1 a 4-10.

25 Para preparar todas as formulações combustíveis 4-1 a 4-10 acima, desta composição combustível para motores, o componente hidrocarboneto (HCC), que é uma mistura de gasolina de inverno e condensado de gás (HC), foi inicialmente misturado com etanol, a cuja mistura então foi adicionado o aditivo contendo oxigênio correspondente e os hidrocarbonetos C₆-C₁₂. A composição combustível para motores obtida foi então deixada em repouso antes do teste entre 1 e 24 horas, em uma temperatura não inferior a -35°C. Todas as formulações acima foram

preparadas sem o uso de quaisquer dispositivos de mistura.

As formulações combustíveis da invenção demonstraram a possibilidade de se ajustar a pressão de vapor dos combustíveis para motores contendo etanol para os motores padrão de combustão interna de ignição por centelhas, com base nas gasolinas não padrão que tenham uma alta pressão de vapor.

A Figura 2 mostra o comportamento do equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) como uma função do teor de etanol das misturas do componente hidrocarboneto (HCC), compreendendo 85% em volume da gasolina A98 de inverno e 15% em volume de condensado de gás, e a mistura aditiva 1, compreendendo 40% em volume de etanol e 60% em volume de metilbenzoato. A Figura 2 demonstra que o emprego desta mistura aditiva compreendendo etanol e o aditivo contendo oxigênio outro que não etanol, permite obter gasolinas contendo etanol, cuja pressão de vapor não exceda a pressão de vapor do componente hidrocarboneto (HCC) de fonte.

Resultados semelhantes para o DVPE foram obtidos para as misturas combustíveis da mistura aditiva, compreendendo 40% em volume de etanol e 60% em volume de metilbenzoato, e o componente hidrocarboneto compreendendo 15% em volume de condensado de gás (GC) e 85% em volume de gasolina de inverno A92 ou A95.

Resultados semelhantes foram obtidos quando outros compostos contendo oxigênio, e hidrocarbonetos C_6-C_{12} , desta invenção, foram usados na proporção da invenção para formular a mistura aditiva, que foi então usada para a preparação das gasolinas que contêm etanol.

Estas misturas de gasolina da invenção têm um equivalente de pressão de vapor (DVPE) que não excede o DVPE do componente hidrocarboneto (HCC) de fonte. Ao mesmo tempo, é possível adicionar o aditivo contendo oxigênio apenas na quantidade suficiente para se obter a gasolina contendo etanol, inteiramente em conformidade com as exigências

para gasolinas para motores usadas em motores padrão de combustão interna de ignição por centelhas.

EXEMPLO 5

O Exemplo 5 demonstra a possibilidade de reduzir o equivalente de pressão de vapor seco do combustível para motores contendo etanol para os casos em que a base de hidrocarboneto do combustível seja uma gasolina reformulada com um equivalente de pressão de vapor seco de acordo com a ASTM D-5191 em um nível de 27,5 kPa (cerca de 4 psi).

Para preparar as misturas desta composição, a gasolina reformulada isenta de chumbo, comprada na Suécia da Preem, e na Rússia da Lukoil, e a benzina de petróleo comprada da Merck na Alemanha, foi usada.

O componente hidrocarboneto (HCC) para as composições combustíveis para motores foi preparado pela mistura de cerca de 85% em volume de gasolinas A92, A95 ou A98 de inverno, com cerca de 15% em volume do condensado de gás hidrocarboneto líquido (GC).

As gasolinas de fonte compreendiam hidrocarbonetos C₆-C₁₂ alifáticos e alicíclicos, incluindo saturados e insaturados.

A Figura 1 demonstra o comportamento do DVPE do combustível para motores contendo etanol com base na gasolina reformulada A95 e A98, e benzina de petróleo.

Deve ser salientado que a adição de etanol à gasolina reformulada induz a um mais elevado aumento da pressão de vapor, em comparação com a adição de etanol à gasolina padrão.

A gasolina compreendendo 80% em volume de gasolina A92 reformulada e 20% em volume de benzina de petróleo (PB) possuía as seguintes propriedades:

$$\text{DVPE} = 27,5 \text{ kPa}$$

$$\text{Índice antidetonante } 0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 85,5$$

O combustível comparativo 5-1 continha a gasolina A92

reformulada, benzina de petróleo (PB) e etanol, e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

A92: PB: Etanol = 76: 19: 5% em volume

DVPE = 36,5 kPa

5 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 89,0$

A92: PB: Etanol = 72: 18: 10% em volume

DVPE = 36,0 kPa

$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,7$

O combustível 5-2 da invenção continha gasolina reformulada

10 A92, benzina de petróleo (PB), etanol e o aditivo contendo oxigênio, e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

A92: PB: Etanol: álcool isoamílico = 64: 16: 10: 10% em volume

DVPE = 27,0 kPa

15 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,5$

A92: PB: Etanol: éter diisobutílico = 64: 16: 10: 10% em volume

DVPE = 27,5 kPa

$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,8$

A92: PB: Etanol: n-butanol = 64: 16: 10: 10% em volume

DVPE = 27,5 kPa

$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 90,1$

A92: PB: Etanol: 2,4,4-trimetil-1-pentanol = 64: 16: 10: 10% em volume

25 DVPE = 25,0 kPa

$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,8$

O combustível 5-3 continha a gasolina A92 reformulada, benzina de petróleo (PB), etanol, os aditivos contendo oxigênio e, também, hidrocarbonetos C₈-C₁₂, e tinham as seguintes propriedades para as várias

composições:

A92: PB: etanol: álcool isoamílico: nafta = 60: 15: 9,2: 0,8:
15% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 140 a 200°C.

5 DVPE = 27,5

0,5 (RON + MON) = 89,3

A92: PB: etanol: ~~n-butanol~~: nafta: xileno = 60: 15: 9,2: 0,8:
7,5: 7,5% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 140 a 200°C.

10 DVPE = 27,5

0,5 (RON + MON) = 91,2

A92: PB: etanol: álcool tetraidrofurfurílico: isopropilbenzeno
= 60: 15: 9: 1: 15% em volume

DVPE = 27,5

15 0,5 (RON + MON) = 91,3

As composições combustíveis abaixo demonstram a possibilidade de se ajustar o equivalente de pressão de vapor seco das gasolinas contendo etanol, com base na gasolina A98 reformulada e na benzina de petróleo (PB).

O combustível para motores compreendendo 80% em volume da gasolina A98 reformulada e 20% em volume da benzina de petróleo (PB) tinha as seguintes propriedades:

DVPE = 27,3 kPa

Índice antidetonante 0,5 (RON + MON) = 88,0

25 O combustível 5-4 de comparação continha a gasolina A98 reformulada, a benzina de petróleo (PB) e etanol, e tinha as propriedades seguintes para as várias composições:

A98: PB: Etanol = 76: 19: 5% em volume

DVPE = 36,3 kPa

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,0$$

A98: PB: Etanol = 72: 18: 10% em volume

$$\text{DVPE} = 35,8 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,5$$

- 5 O combustível 5-5 da invenção continha gasolina reformulada A98, benzina de petróleo (PB), etanol e os aditivos contendo oxigênio, e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

A98: PB: Etanol: álcool isoamílico = 64: 16: 10: 10% em volume

10 $\text{DVPE} = 26,9 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,0$$

A98: PB: Etanol: álcool n-amílico = 64: 16: 10: 10% em volume

$$\text{DVPE} = 26,5 \text{ kPa}$$

15 $0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,2$

A98: PB: Etanol: linalol = 68: 17: 9: 6% em volume

$$\text{DVPE} = 27,1 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,6$$

A98: PB: Etanol: 3,6-dimetil-3-octanol = 68: 17: 9: 6% em volume

$$\text{DVPE} = 27,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,5$$

- 25 O combustível 5-6 continha a gasolina A98 reformulada, benzina de petróleo (PB), etanol, os aditivos contendo oxigênio e os hidrocarbonetos C₈-C₁₂ (d), e tinham as seguintes propriedades para as várias composições:

A98: PB: etanol: álcool isoamílico: nafta = 60: 15: 9,2: 0,8: 15% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 140 a 200°C.

$$\text{DVPE} = 27,0 \text{ kPa}$$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 91,7$$

A98: PB: etanol: linalol: alocimena = 60: 15: 9: 1: 15% em volume

5 $\text{DVPE} = 26,0 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,0$$

A98: PB: etanol: metilciclo-hexanol: limoneno = 60: 15: 9,5:

1:

14,5% em volume

10 $\text{DVPE} = 25,4 \text{ kPa}$

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 93,2$$

As composições combustíveis para motores abaixo demonstram a possibilidade de se ajustar o equivalente de pressão de vapor seco da mistura contendo etanol com base em cerca de 80% em volume da gasolina A95 reformulada e cerca de 20% em volume da benzina de petróleo (PB). A gasolina compreendendo 80% em volume da gasolina A95 reformulada e 20% em volume de benzina de petróleo (PB) tinha as seguintes propriedades:

$$\text{DVPE} = 27,6 \text{ kPa}$$

$$\text{Índice antidetonante } 0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 86,3$$

O componente hidrocarboneto (HCC) compreendendo 80% em volume de gasolina reformulada e 20% em volume de benzina de petróleo (PB) foi usado como um combustível de referência para os testes em um Volvo 240 DL de 1987 com um motor B230F, 4 cilindros, 2,32 litros (Nº LG4F20-87) de acordo com o processo de teste EU 2000 EC 98/69, e deu os seguintes resultados:

CO	2,631 g/km;
HC	0,348 g/km;
NO _x	0,313 g/km;

CO ₂	235,1 g/km;
NMHC	0,308 g/km;
Consumo de combustível, Fc, 1/100 km	10,68

O combustível 5-7 continha gasolina reformulada A95, benzina de petróleo (PB) e etanol e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

A95: PB: Etanol = 76: 19: 5% em volume

DVPE = 36,6 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,2

10 A95: PB: Etanol = 72: 18: 10% em volume

DVPE = 36,1 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,7

A mistura combustível de referência (RFM5) compreendendo 72% em volume de gasolina A95 reformulada, 18% em volume de benzina de petróleo e 10% em volume de etanol, foi testada em um Volvo 240 DL de 1987 com um motor B230F, 4 cilindros, 2,32 litros (N^o LG4F20-87) de acordo com o processo de teste EU 2000 EC 98/69 como acima, e deu os seguintes resultados em comparação (+) ou (-)% com os resultados quanto à gasolina compreendendo 80% em volume de gasolina A95 reformulada e 20% em volume de benzina de petróleo (GC):

CO	-4,8%;
HC	-1,3%;
NO _x	+26,3%;
CO ₂	+4,4%;
25 NMHC	-0,6%;
Consumo de combustível, Fc, 1/100 km	+5,7%.

O combustível 5-8 continha gasolina reformulada A95, benzina de petróleo (PB), etanol e os aditivos contendo oxigênio, e possuía as seguintes propriedades para as várias composições:

A95: PB: Etanol: álcool isoamílico = 64: 16: 10: 10% em volume

DVPE = 27,1 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,0

5 A95: PB: Etanol: 2,6-dimetil-4-heptanol = 64: 16: 10: 10% em volume

DVPE = 27,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 92,4

10 A95: PB: Etanol: acetato de tetraidrofurfurila = 60: 15: 15: 10% em volume

DVPE = 25,6 kPa

0,5 (RON + MON) = 93,0

15 O combustível 5-9 continha a gasolina reformulada A95, a benzina de petróleo (PB), o etanol, os aditivos contendo oxigênio e os hidrocarbonetos C₆-C₁₂ e tinha as seguintes propriedades para as várias composições:

A95: PB: Etanol: álcool isoamílico: nafta = 60: 15: 9,2: 0,8: 15% em volume

A temperatura de ebulição para a nafta é de 140 a 200°C.

DVPE = 107,0 kPa

0,5 (RON + MON) = 91,4

A95: PB: Etanol: álcool tetraidrofurfurila: terc-butilciclohexano

= 60: 15: 9,2: 0,8: 15% em volume

25 DVPE = 26,5 kPa

0,5 (RON + MON) = 90,7

A95: PB: Etanol: 4-metil-4-hidroxitetraidropirano: isopropiltolueno = 60: 15: 9,2: 0,8: 15% em volume

DVPE = 26,1 kPa

$$0,5 (\text{RON} + \text{MON}) = 92,0$$

O combustível para motores 5-10 continha 60% em volume de gasolina reformulada A95, 15% em volume de benzina de petróleo (PB), 10% em volume de etanol, 5% em volume de 2,5-dimetiltetraidrofurano e 10% em volume de isopropiltolueno. A formulação 5-10 foi testada para demonstrar como a invenção permite a formulação da gasolina contendo etanol com uma baixa pressão de vapor, em que a presença de etanol na composição combustível para motores não induz a um aumento do equivalente de pressão de vapor seco em comparação ao componente hidrocarboneto (HCC) de fonte. Além disso, esta gasolina garante um decréscimo das emissões tóxicas na descarga e um decréscimo do consumo de combustível em comparação com a mistura RFM 5 acima. A formulação 5-10 possuía as seguintes propriedades específicas:

	densidade a 15°C, de acordo com a ASTM D4052	764,6 kg/m ³
15	ponto de ebulição inicial, de acordo com a ASTM D 86	48,9°C;
	porção vaporizável - 70°C	25,3% em volume;
	porção vaporizável - 100°C	50,8% em volume;
	porção vaporizável - 150°C	76,5% em volume;
	porção vaporizável - 190°C	95,6% em volume;
	ponto de ebulição final	204,5°C;
	resíduo da evaporação	1,4% em volume;
	perda por evaporação	0,5% em volume;
	teor de oxigênio, de acordo com a ASTM D4815	4,6% p/p;
	acidez, de acordo com a ASTM D1613	
25	% em peso de HAc	0,08;
	pH, de acordo com a ASTM D1287	7,5;
	teor de enxofre, de acordo com a ASTM D 5453	39 mg/kg;
	teor de goma, de acordo com a ASTM D381	1,5 mg/100 ml;
	teor de água, de acordo com a ASTM D6304	0,1% p/p;

	aromáticos, de acordo com SS 155120, incl. benzeno	38% em volume;
	benzeno sozinho, de acordo com a EN 238	0,4% em volume;
	DVPE, de acordo com a ASTM D 5191	27,2 kPa;
	índice antidetonante 0,5 (RON + MON), de acordo	
5	com as ASTM D 2699-86 e ASTM D 2700-86	91,8

A formulação combustível para motores 5-10 foi testada como descrito anteriormente e deu os seguintes resultados, em comparação (+) ou (-)% com os resultados para o combustível para motores que compreendem 80% em volume de gasolina A95 reformulada e 20% em volume de benzina de petróleo:

	CO	-12,3%;
	HC	-6,2%;
	NO _x	não mudado
	CO ₂	+2,6%;
15	NMHC	-6,4%;
	Consumo de combustível, Fc, 1/100 km	+3,7%

Resultados semelhantes são obtidos quando outros aditivos contendo oxigênio, da invenção, substituem os aditivos contendo oxigênio dos exemplos 5-1 a 5-10.

Para preparar todas as formulações combustíveis 5-1 a 5-10 acima, desta composição combustível para motores, inicialmente o componente hidrocarboneto (HCC), que é uma mistura de gasolina reformulada e benzina de petróleo (PB) foi misturado com etanol, a cuja mistura foi então adicionado o aditivo contendo oxigênio correspondente e os hidrocarbonetos C₈-C₁₂. A composição combustível para motores obtida foi então deixada em repouso antes do teste entre 1 e 24 horas, em uma temperatura não inferior a -35°C. Todas as formulações acima foram preparadas sem o uso de quaisquer dispositivos de mistura.

A invenção demonstrou a possibilidade de ajustar-se a pressão

de vapor dos combustíveis para motores contendo etanol, para os motores padrão de combustão interna de ignição por centelha, com base em gasolinas não padrão tendo uma baixa pressão de vapor.

5 A Figura 2 mostra o comportamento do equivalente de pressão de vapor seco (DVPE) quando da mistura do componente hidrocarboneto (HCC), compreendendo 80% em volume de gasolina A92 reformulada e 20% em volume de benzina de petróleo, com a mistura aditiva 5 contendo oxigênio, compreendendo 40% em volume de etanol, 20% em volume de 3,3,5-trimetilciclo-hexanona, e 20% em volume de nafta com temperatura de
10 ebulição de 130 a 170°C, e 20% em volume de terc-butiltolueno. O gráfico demonstra que o uso do aditivo desta invenção permite obter gasolinas contendo etanol, cuja pressão de vapor não exceda a pressão de vapor do componente hidrocarboneto (HCC) de fonte.

15 Similar comportamento do DVPE foi demonstrado quando da mistura do aditivo contendo oxigênio acima com o componente hidrocarboneto (HCC) compreendendo 20% em volume de benzina de petróleo (GC) e 80% em volume de gasolina reformulada A95 ou A98.

Resultados similares foram obtidos quando outros compostos contendo oxigênio e hidrocarbonetos C₈-C₁₂ desta invenção foram usados na proporção da invenção para formular o aditivo contendo oxigênio, que foi então usado para preparação das gasolinas contendo etanol.

25 Estas gasolinas têm um equivalente de pressão de vapor (DVPE) não superior ao DVPE do componente hidrocarboneto (HCC) de fonte. Ao mesmo tempo, o índice antidetonante para todas as gasolinas contendo etanol preparadas de acordo com esta invenção foi mais elevado do que aquele do componente hidrocarboneto (HCC) de fonte.

A descrição precedente e os exemplos das formas de realização preferidas desta invenção devem ser interpretados como ilustrativos, e não como limitativos, da presente invenção, como definida

pelas reivindicações. Como será facilmente observado, numerosas variações e combinações dos aspectos apresentados acima podem ser usadas, sem que se afaste da presente invenção conforme apresentada nas reivindicações. Pretende-se que todas essas modificações estejam incluídas dentro do escopo

5 das seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de redução da pressão de vapor de uma mistura combustível para motores com base em hidrocarboneto C_3-C_{12} para motores de combustão interna convencionais de ignição por centelhas contendo de 0,1 a 20% em volume de etanol, não mais do que 0,25 % em peso de água de acordo com ASTM D6304, e não mais do que 7 % em peso de oxigênio de acordo com ASTM D4815, caracterizado pelo fato de que, além de um componente (a) de hidrocarboneto C_3-C_{12} e um componente (b) de etanol, um componente (c) contendo oxigênio está presente na mistura combustível em uma quantidade de 0,05 até 15 % em volume do volume total da mistura combustível; o componente (c) sendo selecionado de pelo menos um dos seguintes tipos de compostos:

alcanol, tendo de 3 a 10 átomos de carbono;

dialquil éter, tendo de 6 a 10 átomos de carbono;

15 cetona, tendo de 4 a 9 átomos de carbono;

alquil éster do ácido alcanóico, tendo de 5 a 8 átomos de carbono;

hidroxicetona, tendo de 4 a 6 átomos de carbono;

cetona éster do ácido alcanóico, tendo de 5 a 8 átomos de carbono;

composto heterocíclico contendo oxigênio selecionado a partir dos seguintes:

álcool tetrahydrofurfurílico, acetato de tetrahydrofurfurila, dimetiltetrahydrofurano, tetrametiltetrahydrofurano, metil tetrahydropurano, 4-
25 metil-4-oxitetrahydropurano, e misturas dos mesmos; e

um componente (d), selecionado de pelo menos um hidrocarboneto C_6-C_{12} , está presente na mistura em uma quantidade de modo que a relação (b):[(c) + (d)] é de 1:200 a 200:1 em volume.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de que o componente (c) contendo oxigênio e o componente (d) são adicionados ao componente (b) de etanol, cuja mistura de (c), (b) e (d) é subsequentemente adicionada ao componente (a) de hidrocarboneto.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado
5 pelo fato de que o componente (b) de etanol é adicionado ao componente (a) de hidrocarboneto, a cuja mistura de (b) com (a) o componente (c) contendo oxigênio e o componente (d) é adicionado.

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o componente (a) de
10 hidrocarboneto C₃ a C₁₂ é selecionado do grupo consistindo de um tipo de gasolina padrão não reformulada, um hidrocarboneto líquido da refinação de petróleo, um hidrocarboneto líquido de gás natural, um hidrocarboneto líquido de um gás de saída de uma carbonização de recuperação química, um hidrocarboneto líquido do processamento de gás de síntese, ou misturas
15 destes, com um tipo padrão de gasolina não reformulada sendo preferido.

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a composição combustível obtida apresenta as seguintes características:

(i) uma densidade a 15°C, de acordo com a ASTM D 4052, de pelo menos 690 kg/m³;

(ii) um equivalente de pressão de vapor seco de acordo com a ASTM D 5191 de 20 kPa a 120 kPa;

(iii) um teor de ácidos de acordo com a ASTM D 1613 não superior a 0,1% em peso de HAc;

25 (iv) um pH de acordo com a ASTM D 1287 de 5 a 9.

(v) um teor de aromáticos de acordo com a SS 155120 não maior do que 40% em volume, em que o benzeno está presente em quantidades de acordo com a EN 238 não superior a 1% em volume;

(vi) um teor de enxofre de acordo com a ASTM D 5453 não

superior a 50 mg/kg;

(vii) um teor de goma de acordo com a ASTM D 381 não maior do que 2 mg/100 ml;

(viii) propriedades de destilação de acordo com a ASTM D86, em que o ponto de ebulição inicial é de pelo menos 20°C; uma parte vaporizável a 70°C é de pelo menos 25% em volume; uma parte vaporizável a 100°C é de pelo menos 50% em volume; uma parte vaporizável a 150°C é de pelo menos 75% em volume; uma parte vaporizável a 190°C é de pelo menos 95% em volume; um ponto de ebulição final não maior do que 205°C; e um resíduo de evaporação não maior do que 2% em volume; e

(ix) um índice antidetonante 0,5 (RON + MON) de acordo com a ASTM D 2699-86 e ASTM D 2700-86 de pelo menos 80.

6. Composição combustível para motores com base em hidrocarboneto C₃-C₁₂ para um motor convencional de combustão interna de ignição por centelha, caracterizada pelo fato de conter de 0,1 a 20% em volume de etanol, não mais do que 0,25 % em peso de água de acordo com ASTM D6304, e não mais do que 7 % em peso de oxigênio de acordo com ASTM D4815, tendo uma pressão de vapor reduzida, compreendendo:

(a) um componente de hidrocarboneto C₃-C₁₂;

(b) um etanol do tipo para combustível, em uma quantidade de 0,1% a 20%, adequadamente de 1% a 20%, preferivelmente de 3 a 15%, e o mais preferível de 5 a 10% em volume, com base no volume total da composição combustível para motores;

(c) um componente contendo oxigênio compreendendo pelo menos um dos seguintes tipos de compostos:

alcanol, tendo de 3 a 10 átomos de carbono;

dialquil éter, tendo de 6 a 10 átomos de carbono;

cetona, tendo de 4 a 9 átomos de carbono;

alquil éster do ácido alcanóico, tendo de 5 a 8 átomos de

carbono;

hidroxicetona, tendo de 4 a 6 átomos de carbono;

cetona éster do ácido alcanóico, tendo de 5 a 8 átomos de carbono;

5 composto heterocíclico contendo oxigênio selecionado a partir dos seguintes:

álcool tetrahidrofurfurílico, acetato de tetrahidrofurfurila, dimetiltetrahidrofurano, tetrametiltetrahidrofurano, metil tetrahidropurano, 4-

10 metil-4-oxitetrahidropurano, e misturas dos mesmos; dito componente (c) contendo oxigênio estando presente em uma quantidade de 0,05% a 15%, adequadamente de 0,1 a 15%, preferivelmente de 3 a 10%, e o mais preferível de 5 a 10% em volume, do volume total da composição combustível para motores,

(d) pelo menos um hidrocarboneto C_6-C_{12} , preferivelmente um
15 hidrocarboneto C_8-C_{11} , presente em uma quantidade de modo que a relação (b):[(c) + (d)] é de 1:200 a 200:1 em volume.

7. Mistura de etanol (b) do tipo para combustível, um componente (c) contendo oxigênio, e pelo menos um hidrocarboneto C_6-C_{12} (d), que pode ser usada no processo como definido na reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que

o componente (b) de etanol está presente em uma quantidade de 0,5 a 99,5%, adequadamente de 9,5 a 99%, preferivelmente de 20 a 95%, e mais preferivelmente de 25 a 92% em volume do volume total da mistura;

25 o componente (c) contendo oxigênio é selecionado de pelo menos um dos seguintes tipos de compostos:

alcanol, tendo de 3 a 10 átomos de carbono;

dialquil éter, tendo de 6 a 10 átomos de carbono;

cetona, tendo de 4 a 9 átomos de carbono;

alquil éster do ácido alcanóico, tendo de 5 a 8 átomos de

carbono;

hidroxicetona, tendo de 4 a 6 átomos de carbono;

cetona éster do ácido alcanóico, tendo de 5 a 8 átomos de carbono;

5 composto heterocíclico contendo oxigênio selecionado a partir dos seguintes:

álcool tetrahydrofurfurílico, acetato de tetrahydrofurfurila, dimetiltetrahydrofurano, tetrametiltetrahydrofurano, metil tetrahydropurano, 4-metil-4-oxitetrahydropurano, e misturas dos mesmos; e está presente em uma
10 quantidade de 0,5% a 99,5%, adequadamente de 0,5 a 90%, preferivelmente de 0,5 a 90%, e mais preferivelmente de 3 a 70% em volume do volume total da mistura,

o componente (d) compreendendo pelo menos um hidrocarboneto C₆-C₁₂, preferivelmente hidrocarboneto C₈-C₁₁, em uma
15 quantidade presente em uma quantidade de modo que a relação (b):[(c) + (d)] é de 1:200 a 200:1 em volume.

8. Mistura de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que o etanol do tipo para combustível compreende pelo menos 99,5% em volume de etanol.

9. Mistura de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que o componente (b) é uma mistura de etanol desnaturado como é fornecido ao mercado, compreendendo cerca de 92% em volume de etanol, e a parte remanescente até 100% do componente (b) é hidrocarbonetos e subprodutos.

25 10. Mistura de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que o componente (d) é um hidrocarboneto individual alifático saturado e insaturado, ou alicíclico saturado ou insaturado, ou misturas destes, e/ou uma fração de hidrocarbonetos que ebulam em 100 a 200°C, obtido na destilação de óleo, resina betuminosa de carvão, ou produtos

produzidos do processamento de gás de síntese.

11. Uso da mistura como definida na reivindicação 7, caracterizado pelo fato de ser como um combustível para motor em um motor de combustão interna modificado de ignição por centelhas.

5 12. Uso da mistura como definida na reivindicação 7, caracterizado pelo fato de ser para obter um combustível de gasolina contendo componentes (a) + (b) + (c) + (d), para motores de combustão interna convencionais de ignição por centelhas e ajustar o número de octanos de tal combustível a um nível desejado pela misturação de uma quantidade
10 correspondente da dita mistura com um combustível de gasolina convencional (a), enquanto mantém ou diminui a pressão de vapor da composição combustível assim obtida quando comparada ao nível da pressão de vapor do componente de gasolina (a) sozinho.

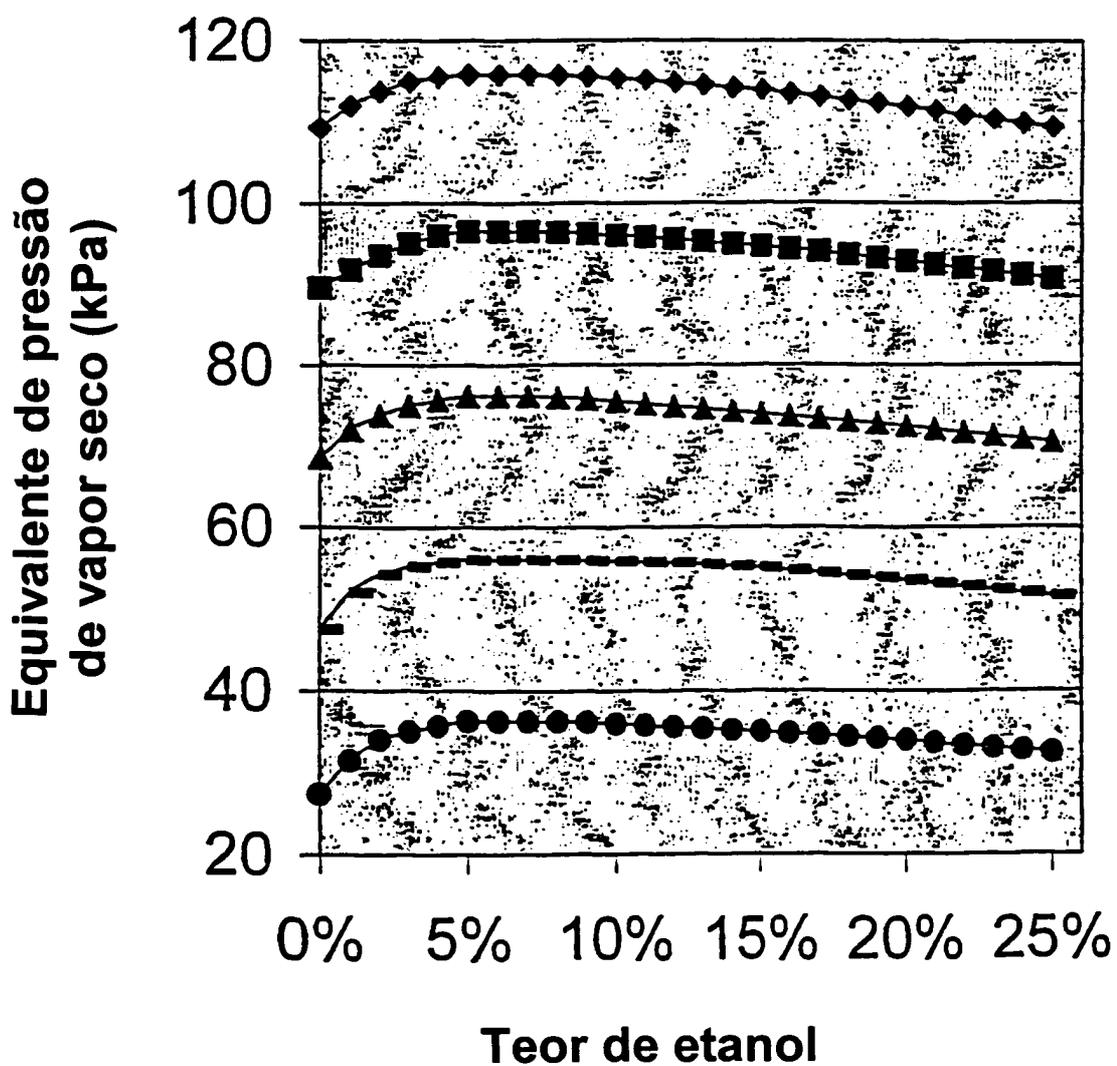
13. Uso do combustível de gasolina como definida na
15 reivindicação 6, caracterizado pelo fato de ser para reduzir o consumo de combustível quando comparado com a mistura gasolina-etanol correspondente compreendendo os componentes (a) + (b).

14. Uso do combustível de gasolina como definida na reivindicação 6, caracterizado pelo fato de ser para reduzir o teor de substâncias que causam danos nas emissões por exaustão em comparação com a mistura gasolina-etanol correspondente compreendendo os componentes (a) + (b).

15. Uso de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 e
25 14, caracterizado pelo fato de que o teor de oxigênio no combustível para motores não é maior do que 7 % em peso, preferivelmente não mais do que 5 % em peso do peso total do combustível.

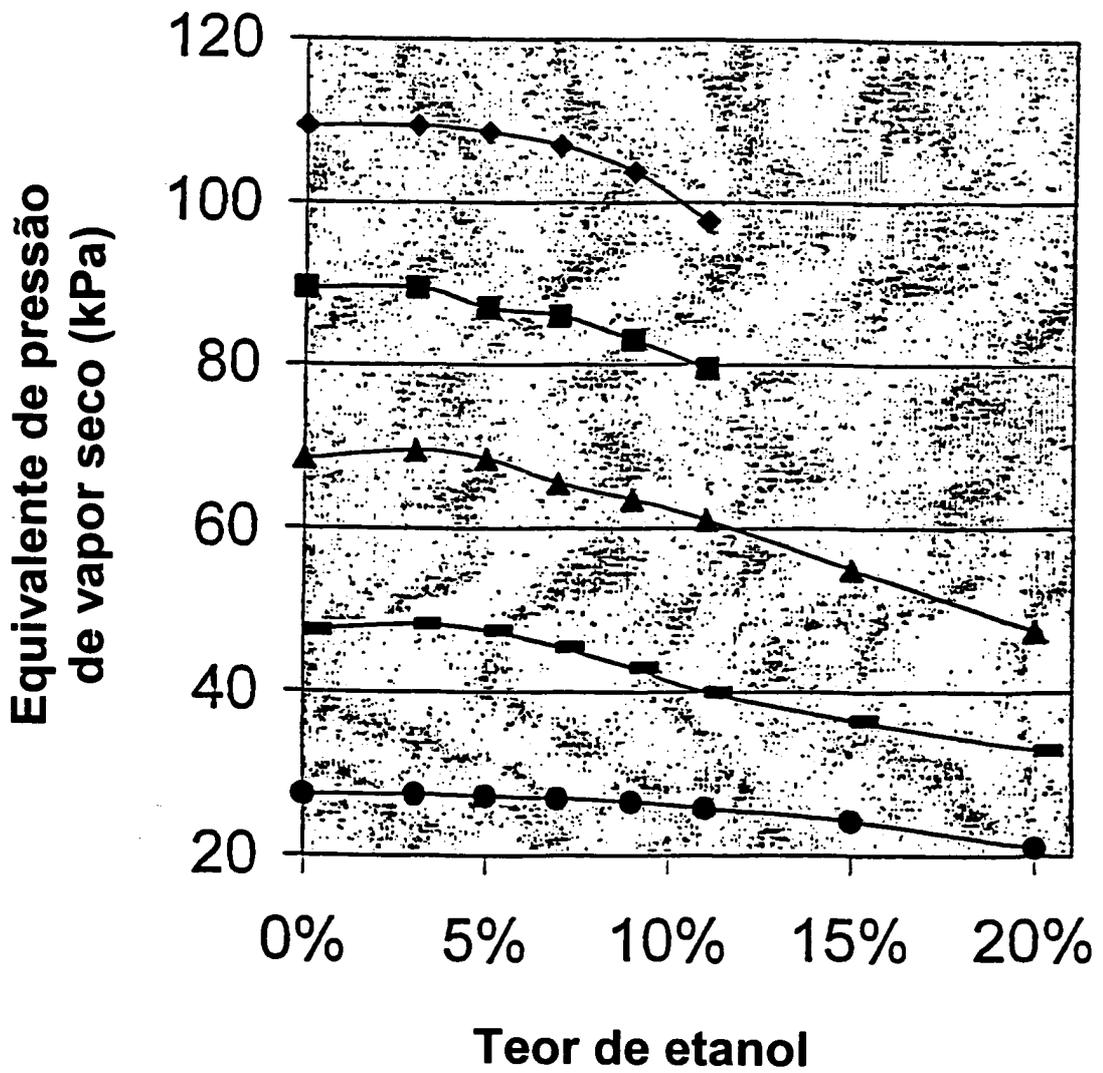
Curvas de pressão de vapor à 37,8°C

- ◆ Etanol + A98 + Condensado de Gás
- Etanol + A95 Inverno
- ▲ Etanol + A95 Verão
- Etanol + A92 USA
- Etanol + A92 Reformulado

**FIGURA 1**

Curvas de pressão de vapor à 37,8°C

- ◆ Aditivo 1 + A98 + Condensado de Gás
- Aditivo 2 + A95 Inverno
- ▲ Aditivo 3 + A95 Verão
- Aditivo 4 + A92 USA
- Aditivo 5 + A92 Reformulado

**FIGURA 2**

RESUMO

PROCESSO DE REDUÇÃO DA PRESSÃO DE VAPOR DE UMA MISTURA COMBUSTÍVEL PARA MOTORES, COMPOSIÇÃO COMBUSTÍVEL PARA MOTORES, MISTURA DE ETANOL DO TIPO PARA COMBUSTÍVEL, UM COMPONENTE CONTENDO OXIGÊNIO, E PELO MENOS UM HIDROCARBONETO C₆-C₁₂, E, USOS DA MISTURA, E DO COMBUSTÍVEL DE GASOLINA”.

É apresentado um processo de redução da pressão de vapor de uma mistura combustível para motores com base em hidrocarboneto C₃ a C₁₂ contendo de 0,1 a 20% em volume de etanol, para motores de combustão interna convencionais de ignição por centelhas, em que, além de um componente (b) de etanol e um componente (a) de hidrocarboneto C₃ a C₁₂, um aditivo (c) contendo oxigênio selecionado de pelo menos um dos seguintes tipos de compostos: álcool, outro que não o etanol, cetona, éter, éster, hidroxicetona, éster de cetona, e um composto heterocíclico contendo oxigênio, é usado na mistura combustível em uma quantidade de pelo menos 0,05 em volume do combustível total. Uma mistura de etanol do tipo para combustível (b) e aditivo contendo oxigênio (c) utilizáveis no processo da invenção também é apresentada.