



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

(21) BR 102017010739-6 A2



(22) Data do Depósito: 23/05/2017

(43) Data da Publicação Nacional: 18/12/2018

(54) **Título:** SENSOR ÓPTICO PARA A DETECÇÃO DE ADULTERAÇÃO DE GASOLINA, PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SOLUÇÕES CONTENDO UM SENSOR ÓPTICO, MÉTODO DE DETECÇÃO DE ADULTERAÇÃO DE GASOLINA AUTOMOTIVA COMUM E USO DE UM CORANTE ORGÂNICO DERIVADO DE HEPTAMETENO CIANINAS

(51) **Int. Cl.:** G01N 33/28; G01N 30/16.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

(72) **Inventor(es):** FABIANO SEVERO RODEMBUSCH; RODRIGO DA COSTA DUARTE.

(57) **Resumo:** Esta invenção visa a produção de sensores ópticos derivados de heptametano cianinas e sua aplicação como sensores ópticos para marcação de segurança para detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro. Ressalta-se que as técnicas de identificação são simples e diretas (espectroscopia de absorção na região do Vis-NIR). Os compostos apresentam excelente solubilidade em solventes apolares e polares, podendo assim serem utilizados para tais propósitos. O elevado coeficiente de absorvidade molar destes compostos os qualifica para aplicação como marcadores de adulteração de gasolina que envolva variação da concentração do marcador, bem como as características químicas de tais compostos permitem observar pequenas variações de polaridade do meio, sendo empregados com sucesso na detecção de diferentes concentrações de etanol anidro em gasolina automotiva comum (detecção a olho nu). A presente invenção se situa nos campos da química, mais especificamente da química analítica.



Relatório Descritivo de Patente de Invenção

SENSOR ÓPTICO PARA A DETECÇÃO DE ADULTERAÇÃO DE GASOLINA,
PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SOLUÇÕES CONTENDO UM SENSOR
ÓPTICO, MÉTODO DE DETECÇÃO DE ADULTERAÇÃO DE GASOLINA
AUTOMOTIVA COMUM E USO DE UM CORANTE ORGÂNICO DERIVADO DE
HEPTAMETENO CIANINAS

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção refere-se à detecção de adulteração de gasolina contra agentes que alterem a concentração de um marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, e faz referência a utilização de um corante orgânico. A presente invenção se situa nos campos da química, mais especificamente da química analítica.

Antecedentes da Invenção

[0002] Atualmente a detecção de adulteração de gasolina automotiva se dá a partir de testes físico-químicos ou utilizando técnicas relativamente complexas ou que demandam cuidado na preparação da amostra. Tais técnicas são utilizados para a detecção dos principais adulterantes em gasolina comum que são querosene, thinner, solventes orgânicos em geral e excesso de etanol anidro ou até mesmo diesel. Ademais, para estes adulterantes as metodologias são bem estabelecidas.

[0003] Dessa forma, o desenvolvimento de corantes marcadores orgânicos é uma prática importante. Pois, de forma semelhante ao que ocorre nos Estados Unidos e na União Europeia, o uso desses marcadores em combustíveis e/ou solventes, no Brasil, vem combatendo de forma eficiente, a adulteração e, conseqüentemente, permitido um maior controle na comercialização. Adicionalmente, no Brasil, segundo o regulamento Técnico da ANP é obrigatória a adição de um marcador em concentração não superior a 50

mg·L⁻¹ (50 ppm) a solventes e derivados do petróleo.(Resolução ANP N° 40/2013)

[0004] Por outro lado, em alguns países são permitidos a utilização de uma concentração fixa de etanol anidro permitido na gasolina automotiva. Assim, em especial nestes países existe uma lacuna a ser preenchida para o combate da adição de etanol anidro em concentrações adulterantes na gasolina, e para permitir o controle da faixa de concentração estabelecida por lei.

[0005] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0006] O documento US5358873 descreve um método para identificação de adulteração de gasolina pelo uso de um corante fluorescente (Rodamina B), como sensor óptico/marcador em combinação com um suporte sólido inorgânico (Sílica Flash). A identificação da adulteração se dá pela variação da concentração deste marcador ao interagir com o suporte sólido. Para quantificar o corante é retirado do suporte sólido e sua concentração analisada por cromatografia.

[0007] O documento US5229298 descreve um método para analisar a adulteração de combustíveis líquidos pela concentração de marcadores nitrogenados, a saber, 1-(4-morfolino)-a-naftilaminopropano e 3-b-naftilaminopropano. A concentração do marcador nos combustíveis é utilizada para garantir o teor da mistura e conseqüentemente verificar adulteração ou não. A determinação da concentração do marcador é realizada através da técnica de cromatografia gasosa equipada com detector de fosforescência para nitrogênio.

[0008] O documento US5958780 descreve um método de inclusão de corantes marcadores miscíveis em gasolina e outros solventes coprodutos da destilação do petróleo, seguido da subsequente análise da concentração do corante marcador, através da técnica de espectroscopia de absorção.

[0009] O documento US2014087359 descreve a aplicação de um método para detecção de querosene em gasolina e combustível adulterados, utilizados

em motor spirit, turbina de aviação e motores diesel. O invento relata a detecção de querosene em intervalo de concentração definido, usando como marcador moléculas sulfonadas intrinsecamente presentes no combustível. Utiliza então a metodologia de fluorescência intrínseca do combustível.

[0010] O documento US5998211 descreve o uso de marcadores, livres de metal ou contendo elementos metálicos, como por exemplo, naftocianinas, complexos de níquel, amina aromáticas, corantes polimetínicos, que tem seu máximo de absorção e de emissão na região entre 600-1200 nm. O presente invento utiliza estas classes de corantes para marcar 15 líquidos diferentes, incluindo gasolina e de mais derivados de petróleo, aplicando para detecção dos marcadores a técnica de espectroscopia de absorção e de emissão de fluorescência. O presente invento visa rastreabilidade a partir de marcação com compostos orgânicos, não cita a utilização destes compostos para verificação de adulteração dos combustíveis estudados.

[0011] O documento CA2281213 descreve um método para marcação invisível, para finalidades de identificação subsequentes, vários hidrocarbonetos, tais como petróleo bruto, gasóleo, óleo de aquecimento, querosene, óleos lubrificantes, ceras, combustível para aviões e, em particular, gasolina, notadamente usando corantes visíveis incorporando um ou mais corantes visíveis a níveis mínimos que não podem ser detectados visualmente pelo olho humano. Os corantes visíveis que alta solubilidade em hidrocarbonetos de petróleo e absorção na faixa de comprimento de onda visível de 550-700 nm usados para marcação invisíveis. Os corantes visíveis, embora empregados em níveis não visíveis, ainda são capazes de detecção de forma relativamente rápida e simples, exigindo mínima instrumentação, gerando pouco resíduo e fornecendo resultados quantitativos sobre a concentração do corante.

[0012] O documento WO9610620 descreve um método para marcação de hidrocarbonetos com corantes um ou mais compostos fluorescentes infravermelhos, para fins de identificação. Determinados fluoróforos infravermelhos das classes Esquarainas (derivados de ácido esquaríco),

ftalocianinas e Naftalocianinas são úteis na identificação de hidrocarbonetos de petróleo, tais como petróleo bruto, óleos lubrificantes, ceras, gasóleo (óleo de forno), óleo diesel, querosene e em particular, gasolina. Os fluoróforos próximos do infravermelho são incorporados a níveis extremamente baixos e são detectados expondo as amostras de hidrocarboneto marcadas a radiação do infravermelho próximo em comprimento de onda de 670-850nm. A deteção se dá pelo uso de um espectrofotometro de fluorescência.

[0013] O documento AU9215246 descreve a um método para analisar a composição inclui um líquido hidrocarboneto e um ou mais compostos orgânicos marcadores. Os marcadores podem estar presentes nas quantidades desde cerca de 0,05 partes por milhão até cerca de 50 partes por milhão, sendo utilizável para identificar não apenas a fonte e a identidade do hidrocarbonetos em particular, mas também para permitir um retorno do hidrocarboneto à sua fonte e análise dos tipos específicos de aditivos que podem estar presentes no hidrocarboneto.

[0014] O documento US5225679 descreve um método e respectivo aparelho para monitorização de combustível à base de hidrocarbonetos medição da presença e da quantidade de combustível componentes na solução de combustível. A detecção é feita de Absorção associada aos modos vibracionais de assinatura associados com as moléculas do componente de combustível quando excitado no IR médio. Numa forma de realização, uma fonte de luz média IR ilumina o combustível *in situ* e um detector de largura de banda estreita associado a um a assinatura de modo vibratório detecta a absorvância como uma indicação da presença e quantidade do componente combustível em solução. A partir da quantidade determinada de combustível as propriedades da solução de combustível são previstas. Em uma calibração, índice de octanas e pressão de vapor para um combustível solução é determinada *in situ* e em tempo real.

[0015] O documento US4918020 descreve um método para analisar o corante marcador presente nas partes por milhões de gasolina são fornecidos

usando uma fase sólida técnica de extração com formação do complexo colorido a coluna de extração, bem como um método para detectar a adulteração de gasolina contendo o marcador.

[0016] O documento US20050260764 descreve um aparelho e a métodos para Identificação ou autenticação de produtos líquidos pela adição de um marcador anti-Stokes. O invento apresenta um aparelho e método para a identificação de um líquido, dinâmico ou estática, que inclui a adição de um anti-Stokes marcador luminescente no líquido, seguido pela exposição de uma fonte de luz, no comprimento de onda do marcador, para posterior detecção. Onde a identidade do líquido é confirmado pelo comprimento de onda de emissão ou por comprimentos de ondas que são detectados e quantificados. A fonte irradiante de luz inclui não só um laser mas outros fontes de luz.

[0017] O documento Br200401778 descreve um método que compreende a adição ao hidrocarboneto líquido de petróleo de pelo menos um corante derivado de antraquinona substituído em que o corante de antraquinonico substituído tem um máximo de absorção na gama de 690 nm a 1000 nm para aplicação como marcador.

[0018] O documento Br200401880 descreve um método que compreende a adição ao hidrocarboneto líquido de petróleo de pelo menos um corante derivado de antraquinona substituído onde este apresenta máximo de absorção na gama de 600 nm a 750 nm, visando utilizá-lo como marcador.

[0019] O documento Br200305751 compreende a adição ao hidrocarboneto líquido de petróleo: (i) por um corante derivado de antraquinona 1, 4, 5, 8-tetra-substituídas e dímeros possuindo uma absorção máxima na faixa de 710 nm a 850 nm; e (ii) pelo menos um corante visível com um máximo de absorção na gama de 500 nm a 700 nm para aplicação como marcador.

[0020] O documento Br200205200 descreve um método para marcação invisível de um hidrocarboneto líquido de petróleo. O método compreende a adição ao óleo líquido hidrocarboneto pelo menos um corante seleccionado do grupo constituído por antraquinonas 1, 4, 5, 8-tetra-substituídas e dímeros de

antraquinona. O máximo de absorção do corante esta na faixa de 710nm a 850nm.

[0021] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

[0022] Dessa forma, a partir do estado da técnica relevante a presente invenção verifica-se que em países, como no Brasil, em que a adição de etanol anidro à gasolina é permitida por lei, há uma carência de técnicas para a verificação se a concentração de etanol anidro na gasolina está na conformidade estabelecida por lei.

[0023] Do mesmo modo, há uma carência em método de detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro. Ressalta-se que as técnicas de identificação são simples e diretas (UV-Vis)

Sumário da Invenção

[0024] A marcação de gasolina muitas vezes requer a adição de compostos orgânicos ao combustível, que após a determinação da sua concentração, realizada após métodos de extração bem estabelecidos, podem auxiliar na identificação da adulteração deste combustível. Esta determinação se faz utilizando metodologias também bem estabelecidas, embora geralmente complexas ou que demandam cuidado na preparação da amostra, e que utilizam equipamentos sofisticados.

[0025] Além disso, o marcador pode também apresentar algumas limitações, como elevado custo de obtenção, polaridade não adequada para a análise, capacidade de reprodução ou extração do combustível. Já as técnicas analíticas empregadas na determinação destes corantes marcadores, são muitas vezes caras demandando grande infraestrutura.

[0026] De tal forma que, na presente invenção foi desenvolvido um método visual colorimétrico para determinação do percentual de etanol anidro na gasolina, preferivelmente de países que por lei permitem uma concentração de etanol anidrido na gasolina, mais particularmente no Brasil em que essa concentração é de até 27% e nos EUA em que a mesma é de até 7%. De modo que, a presente invenção permite a utilização de compostos orgânicos de elevado valor agregado, pois podem ser aplicados como sensores colorimétricos para a detecção de adulteração de gasolina automotiva por excesso de etanol anidro. Em algumas faixas de concentração deste adulterante, a detecção pode ser feita visivelmente (olho nu).

[0027] Na presente invenção, para determinação de etanol anidro na mistura combustível, pode ser utilizada uma curva de calibração elaborada conforme a variação de máximo de absorção do corante marcador, na mistura gasolina/etanol. A determinação do percentual de etanol na mistura combustível, se da, por alterações físico-químicas no corante marcador causada pela variação do volume de etanol na mistura combustível. Para tal determinação é utilizada a técnica de espectroscopia de absorção visível, que é mais simples, de baixo custo e relativamente fácil de ser empregada.

[0028] A propriedade apresentada por estes corantes marcadores permite, por exemplo, a detecção de uma forma relativamente rápida e eficiente da quantidade de etanol anidro em gasolina automotiva comum. A determinação do percentual de etanol anidro na mistura combustível, ocorre, na presente invenção, por alterações físico-químicas no corante marcador causada pela variação da polaridade da mistura etanol anidro/gasolina no combustível. Para tal determinação é utilizada a técnica de espectroscopia de absorção visível, que é mais simples, de baixo custo e relativamente fácil de ser empregada.

[0029] Dessa forma, a presente invenção diferencia-se das tecnologias/abordagens atuais e resolve os problemas constantes no estado da técnica a partir da utilização de corantes do tipo cianínicos como sensor óptico para a detecção de adulteração de gasolina automotiva a partir de análise

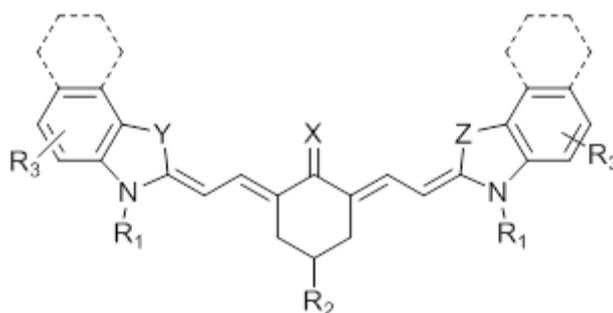
espectroscópica de absorção na região do UV-Vis. Salieta-se fortemente que em algumas faixas de concentração do adulterante, esta análise pode ser feita a olho nu, aplicação ainda não encontrada na literatura científica ou em patentes depositadas.

[0030] Para a aplicação como marcador, o presente invento utiliza compostos inéditos, diferentes dos já apresentados que são publicados, patenteados ou comerciais.

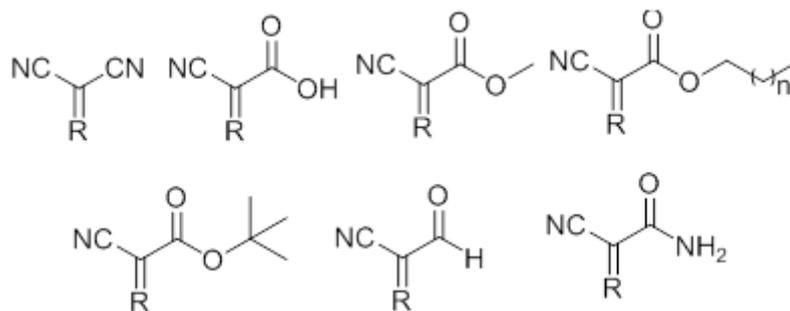
[0031] Ademais, a presente invenção pode inclusive, a partir das propriedades ópticas dos respectivos marcadores, ser utilizada com a proposta de rastreabilidade do combustível.

[0032] Sendo um objeto da presente invenção a utilização de corantes orgânicos da classe das heptametenos cianinas, para a utilização como marcadores para gasolina para detecção de adulteração e rastreabilidade.

[0033] Dessa forma, em um primeiro aspecto, a invenção refere-se a um sensor óptico compreendendo um corante orgânico para detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, em que o corante orgânico é derivado de heptametenos cianinas compreendendo a seguinte estrutura:



onde, X pode ser escolhido entre quaisquer substituintes apresentados a seguir:



sendo, n um numero de 1 a 20;

R_1 é independentemente escolhido do grupo que compreende grupamentos saturados do tipo alquila ($-C_nH_{2n+1}$, onde $n= 1-20$), grupamentos alquila contendo insaturações, grupamentos conjugados, grupamentos do tipo arila, benzila, COOH, SO_3H , SO_3Na , NO_2 , CF_3 ou derivados destes.

R_2 são independentemente escolhidos do grupo que compreende H, Metil, Etil, Butil, t-Butil ou aril.

R_3 são independentemente escolhidos do grupo que compreende H, COOH, SO_3H , SO_3Na , PO_3H , PO_3Na , F, Cl, Br, I, OH, COOMe, COOEt, COOBu, COOt-Bu, OMe, CHO, C(O)Me, NO_2 , NH_2 ou aril;

X é independentemente escolhido do grupo vinil dinitrila e seus derivados que compreende COOH, COOMe, COOEt, COOBu, COOt-Bu, CHO, $CONH_2$.

Y-Z independentemente escolhido do grupo que compreende qualquer O, N, S, Se ou $C(CH_3)_2$.

[0034] Em um segundo aspecto, a invenção descreve um processo de produção de soluções contendo um sensor óptico para detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro. Em que o processo produz uma solução estoque (a), para utilização na identificação de adulteração por alteração da concentração do combustível, e uma solução estoque (b) para utilização na detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, compreendendo um corante derivado de heptametano cianinas, conforme definido no primeiro aspecto, e as seguintes etapas:

a) Preparação de uma solução estoque com um sensor óptico, conforme definido no primeiro aspecto, diluído em gasolina pura, para utilização na identificação de adulteração por alteração da concentração do combustível.

b) Preparação de uma solução com o sensor óptico, conforme definido no primeiro aspecto, com um solvente orgânico inerte à gasolina, para utilização na detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, conforme definido no primeiro aspecto.

[0035] Em um terceiro aspecto, a invenção refere-se a um método de detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, compreendendo as seguintes etapas:

a) prepara uma solução estoque (a) e/ou (b), conforme definido no segundo aspecto da invenção, sendo em (a) para detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador ou em (b) para detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro.

b) Análise das soluções preparadas em (a) ou em (b) para avaliação de adulteração por alteração da concentração do combustível e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro utilizando espectroscopia de absorção na região do Vis-NIR, conforme definido no primeiro aspecto, compreendendo:

[0036] Em um quarto aspecto, a invenção refere-se ao uso corantes orgânicos derivados de heptametenos cianinas, conforme definido no primeiro aspecto, por ser para a aplicação como marcadores de rastreabilidade e/ou adulteração de gasolina automotiva comum.

[0037] É um objeto adicional da presente invenção, a comprovação visual colorimétrica para a presença de etanol na gasolina para faixas de concentração de etanol em gasolina. Para demais faixas de concentração a determinação de etanol na mistura combustível pode ser utilizada uma curva de calibração elaborada conforme a variação de máximo de absorção do corante marcador, na

mistura gasolina/etanol anidro.

[0038] Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados é a detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, utilizando um corante orgânico derivado de heptametenocianinas.

[0039] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0040] Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, são apresentadas as presentes figuras:

[0041] A figura 1 mostra espectros de absorção na região do UV-Vis-NIR do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ em gasolina pura em função da concentração do marcador (ppm).

[0042] A figura 2 mostra a Curva de calibração do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ em gasolina pura.

[0043] A figura 3 mostra espectros de absorção na região do UV-Vis-NIR do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ em gasolina com 27% de etanol em função da concentração do marcador (ppm).

[0044] A figura 4 mostra a curva de calibração do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ em gasolina com 27% de etanol.

[0045] A figura 5 mostra uma foto das mudanças colorimétricas obtidas dos marcadores em gasolina com 27% de etanol (solução azul) e gasolina pura (solução rosa) ambas na concentração de 2,96 ppm.

[0046] A figura 6 mostra a variação de cores do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ das misturas combustíveis gasolina/etanol anidro.

[0047] A figura 7 mostra espectros de absorção na região do Vis-NIR do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ nas soluções de combustível em diferentes concentrações de etanol anidro.

[0048] A figura 8 mostra espectros de absorção na região do Vis-NIR do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ nas soluções de combustível em diferentes concentrações de etanol anidro.

[0049] A figura 9 mostra a curva de calibração do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ em diferentes concentrações de gasolina/ etanol/anidro na faixa de 0-17% de etanol anidro.

[0050] A figura 10 mostra a curva de calibração do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ em diferentes concentrações de gasolina/ etanol/anidro na faixa de 17-50% de etanol anidro.

Descrição Detalhada da Invenção

[0051] A presente invenção visa à produção de soluções contendo um sensor óptico derivado de heptametano cianinas e sua aplicação para a marcação de segurança para detecção de adulteração de gasolina contra agentes que alterem a concentração de um marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro.

[0052] Os agentes de adulteração normalmente utilizados incluem querosene thinner, solventes orgânicos em geral e excesso de etanol anidro ou diesel. Sendo que tais agentes descritos ilustram melhor a invenção, mas não são limitantes como agentes de adulteração.

[0053] Na presente invenção, as técnicas de identificação são preferencialmente simples e diretas e são compreendidas na espectroscopia de absorção na região do Vis-NIR.

[0054] Os corantes orgânicos da presente invenção, são compostos derivados de heptametano cianinas que apresentam excelente solubilidade em solventes apolares e polares. Em que, devido ao elevado coeficiente de absorvidade molar destes compostos os qualifica para aplicação como

marcadores de rastreabilidade e/ou adulteração da gasolina, que envolva variação da concentração do marcador. Ainda, as características químicas de tais compostos que permitem observar pequenas variações de polaridade do meio, de modo que os corantes são empregados com sucesso na detecção de diferentes concentrações de etanol anidro em gasolina automotiva comum (detecção a olho nu).

[0055] Na presente invenção, sensores ópticos são materiais que apresentam a propriedade de interagir com a matéria ou a energia, transmitindo como resposta um sinal que pode ser medido e quantificado. No caso de sensores ópticos, a resposta consiste na emissão de luz ou mudança de coloração do sensor.

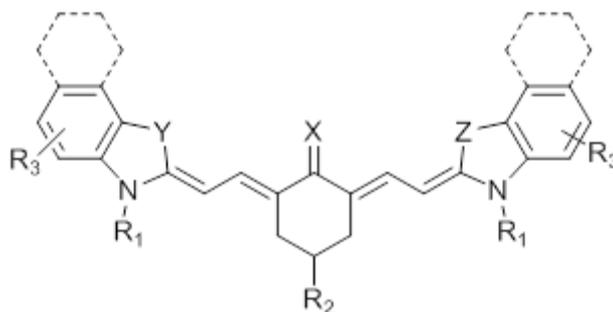
[0056] Adicionalmente, o sensor óptico apresentará uma intensidade de absorbância bem definida, a partir dos valores do seu coeficiente de absorvidade molar e da concentração que se encontra na amostra. Qualquer evento que modifique a concentração deste sensor na amostra poderá ser identificado pela variação da intensidade de absorbância obtida a partir da leitura do espectro de absorção do referido sensor. Esta variação da absorvidade poderá ser associada a adulteração do combustível contra qualquer agente que altere a concentração do marcador.

[0057] Além disso, o sensor óptico poderá ser utilizado para a detecção de adulteração de gasolina por excesso de etanol anidrido. Neste contexto ocorrerá uma variação na localização no máximo de absorção do sensor óptico, que ocorre pela alteração da polaridade do meio ao qual este sensor está inserido. Esta variação do máximo de absorção poderá ser relacionada com o teor de etanol na amostra, a partir da obtenção prévia de curvas de calibração contendo diferentes concentrações de etanol anidro em gasolina pura.

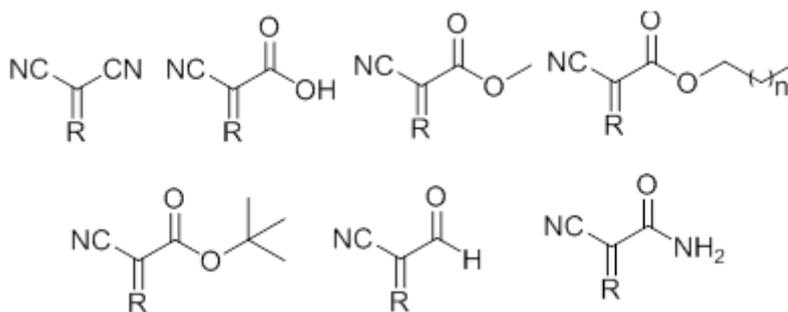
[0058] Mais particularmente, na presente invenção o sensor óptico refere-se a um corante orgânico derivado de heptametano cianinas para a detecção de adulteração de gasolina.

[0059] Dessa forma, em um primeiro aspecto, a invenção refere-se a um

sensor óptico compreendendo um corante orgânico para detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, em que o corante orgânico é derivado de heptametenocianinas compreendendo a seguinte estrutura:



onde, X pode ser escolhido entre quaisquer substituintes apresentados a seguir:



sendo, n um numero de 1 a 20;

R_1 é independentemente escolhido do grupo que compreende grupamentos saturados do tipo alquila ($-C_nH_{2n+1}$, onde $n=1-20$), grupamentos alquila contendo insaturações, grupamentos conjugados, grupamentos do tipo arila, benzila, $COOH$, SO_3H , SO_3Na , NO_2 , CF_3 ou derivados destes.

R_2 são independentemente escolhidos do grupo que compreende H, Metil, Etil, Butil, t-Butil ou aril.

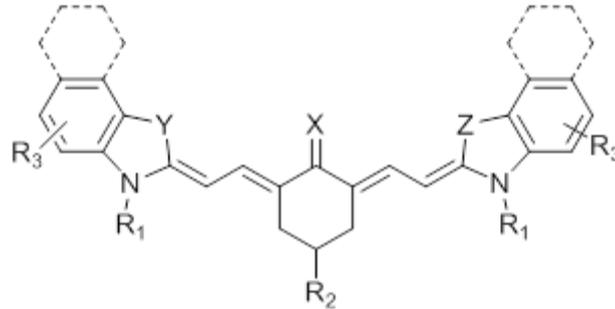
R_3 são independentemente escolhidos do grupo que compreende H, $COOH$, SO_3H , SO_3Na , PO_3H , PO_3Na , F, Cl, Br, I, OH, $COOMe$, $COOEt$, $COOBu$, $COOt-Bu$, OMe, CHO, $C(O)Me$, NO_2 , NH_2 ou aril;

X é independentemente escolhido do grupo vinil dinitrila e seus derivados

que compreende COOH, COOMe, COOEt, COOBu, COO*t*-Bu, CHO, CONH₂.

Y-Z independentemente escolhido do grupo que compreende qualquer O, N, S, Se ou C(CH₃)₂.

[0060] Em uma concretização do primeiro aspecto, as heptametenocianinas preferidas pela presente invenção apresenta a seguinte estrutura:



em que

R₁ é independentemente escolhido do grupo que compreende grupamento do tipo alquil (CH₃, C₄H₉, C₆H₁₃).

R₂ é Etil.

R₃ = H.

X = grupo malononitrila.

Y-Z = grupo C(CH₃)₂.

[0061] Em um segundo aspecto, a invenção descreve um processo de produção de soluções compreendendo um sensor óptico para detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro. Em que o referido processo produz uma solução estoque (a), para utilização na identificação de adulteração por alteração da concentração do combustível, e uma solução estoque (b) para utilização na detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, compreendendo um corante derivado de heptametenocianinas, conforme definido no primeiro aspecto, e as seguintes etapas:

a) Preparação de uma solução estoque (a) um sensor óptico, conforme definido no primeiro aspecto, diluído em gasolina pura, para utilização na

identificação de adulteração por alteração da concentração do combustível.

a1) misturar o sensor óptico em uma faixa de concentração de 0,1 a 1000 ppm ($1,4 \times 10^{-7}$ - $1,4 \times 10^{-3}$ Molar) do marcador orgânico em gasolina pura;

a2) diluir a solução estoque (obtida em (a1)) no combustível a ser marcado, em uma razão volumétrica tal que a concentração final do marcador em combustível seja de 0,7 ppm até 5 ppm;

Para preparação da solução estoque utiliza-se 3,7 mg de corante em 10 mL de gasolina pura, obtendo se uma solução de concentração de $5,92 \times 10^{-4}$ Molar.

b) Preparação de uma solução (b) com um sensor óptico, conforme definido no primeiro aspecto, diluído em um solvente orgânico inerte a gasolina, para utilização na detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, conforme definido no primeiro aspecto.

b1) misturar o sensor óptico em uma faixa de concentração de 0,1 a 1000 ppm ($1,4 \times 10^{-7}$ - $1,4 \times 10^{-3}$ Molar) do marcador orgânico em solvente orgânico;

b2) Transferir um volume da solução estoque preparada anteriormente para um recipiente adequado, em que a solução transferida permanecerá em repouso até a secura total do solvente orgânico inerte a gasolina, restando apenas o resíduo sólido do corante marcador.

b4) Após a evaporação, completar o recipiente contendo o marcador com amostras de gasolina contendo diferentes percentuais V/V de etanol (1-50%). As alíquotas ficaram em repouso por 30 minutos;

Em que, as amostras de gasolina contendo diferentes percentuais V/V de etanol foram preparadas da seguinte forma: diferentes volumes de etanol anidro foram adicionados à gasolina pura em diferentes proporções %V/V compreendendo concentrações finais de 1-50% etanol anidro/gasolina pura (%V/V).

[0062] Em uma concretização do segundo aspecto, as etapas de

preparação de uma solução estoque (a), mais especificamente a etapa (a1), a mistura sensor óptico ocorre preferencialmente na proporção de 500ppm, atingindo uma concentração de $5,92 \times 10^{-4}$ Molar do marcador orgânico em gasolina pura.

[0063] Em uma concretização do segundo aspecto, as etapas de preparação de uma solução estoque (a), mais especificamente a etapa (a2), a concentração final do marcador é preferencialmente 3ppm.

[0064] Em uma concretização do segundo aspecto, as etapas de preparação de uma solução estoque (b), mais especificamente a etapa (b1), a mistura do sensor óptico ocorre preferencialmente na proporção de 500ppm, atingindo uma concentração de $5,92 \cdot 10^{-4}$ Molar do marcador orgânico em diclorometano (solvente orgânico preferencial).

[0065] Em uma concretização do segundo aspecto, as etapas de preparação de uma solução estoque (b), mais especificamente a etapa (b2), o volume transferido é uma alíquota de 40 μ L, que é transferida para um recipiente adequado e deixada em repouso por um período de 60 a 120 minutos, a temperatura ambiente, até a secura total do diclorometano, restando apenas o resíduo sólido do corante marcador.

[0066] Em uma concretização do segundo aspecto, as etapas de preparação de uma solução estoque (b), mais especificamente a etapa (b3), o volume completado de gasolina é de 5 ml. E as alíquotas permanecem em repouso por um período de 30 minutos.

[0067] Em um terceiro aspecto, a invenção refere-se a um método de detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, compreendendo as seguintes etapas:

a) prepara uma solução estoque (a) e/ou (b), conforme definido no segundo aspecto da invenção, sendo em (a) para detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador ou em (b) para detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de

etanol anidro.

b) Análise das soluções preparadas em (a) ou em (b) para avaliação de adulteração por alteração da concentração do combustível e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro utilizando espectroscopia de absorção na região do Vis-NIR, conforme definido no primeiro aspecto, compreendendo:

b1) Para realizar as medidas de absorção foi utilizado idealmente um espectrofotômetro de feixe duplo, com duas cubetas de quartzo; o mesmo experimento pode ser realizado em espectrofotômetro de feixe simples e cubetas de material diferente a quartzo, que não interfira nas análises;

b2) As medidas iniciaram pela obtenção de uma linha de base com gasolina pura;

b3) As medidas foram obtidas utilizando uma região espectral de 400-750nm.

[0068] Em um quarto aspecto, a invenção refere-se ao uso corantes orgânicos derivados de heptametenos cianinas, conforme definido no primeiro aspecto, por ser para a aplicação como marcadores de rastreabilidade e/ou adulteração de gasolina automotiva comum.

[0069] Adicionalmente, a presente invenção apresenta como principais vantagens técnicas:

[0070] A presente invenção apresenta como principais vantagens técnicas:

- Marcação de segurança para detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador.
- Detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro (detecção a olho nu para determinadas faixas de concentração de etanol).
- Técnica simples e direta para detecção de adulteração (UV-Vis ou olho nu para determinadas faixas de concentração de etanol).

Exemplos

[0071] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

Prova de conceito 1. Aplicação como marcador de segurança para gasolina comum pura

[0072] Foi preparada uma solução estoque de 10 mL do marcador contendo $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ e utilizando qualquer solvente orgânico, idealmente diclorometano, na concentração de $5,92 \times 10^{-4}$ Molar. Alíquotas desta solução estoque (10 μ L, 15 μ L, 20 μ L, 25 μ L, 30 μ L, 40 μ L) foram adicionadas em balões volumétricos de 5 ml. A mistura foi deixada em repouso por 40 minutos. Após este tempo foram preparadas soluções de 0,36 ppm a 3,69 ppm de corante marcador em 5ml de gasolina comum pura. As soluções finais foram avaliadas a de medidas de espectroscopia de absorção na região do Vis-NIR.

[0073] O método utilizado para a determinação do coeficiente de absorvidade molar foi através do valor de absorbância da solução de 2,96 ppm de marcador, indicado pelo máximo de absorção do corante marcador, obedecendo a lei de Lambert-Beer (Equação 1). Para esta prova de conceito obteve-se um valor para o coeficiente de extinção molar de $9,9 \times 10^4 M^{-1} \cdot cm^{-1}$.

$$A = \epsilon bc \quad (\text{Equação 1})$$

[0074] Nas figuras 1 e 2 estão apresentadas os espectros de absorção na região do UV-Vis-NIR da gasolina comum pura em diferentes concentração (ppm) do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ e curva de calibração, respectivamente. Pode-se observar que o marcador é facilmente detectável em concentrações de 0,73 a 2,96 ppm, além dos resultados apresentarem linearidade da intensidade de absorção com a concentração do marcador, permitindo construir uma curva de calibração (Figura 2). As curvas de calibração obtidas, podem ser utilizadas desta forma para identificar a adição de qualquer adulterante comum de gasolina, a exemplo de

querosene, thinner, solventes orgânicos em geral e excesso de etanol anidro ou até mesmo diesel. Para este propósito o corante marcador deve ser adicionado em uma concentração fixa conhecida, a exemplo de 2,96 ppm, que em gasolina pura apresenta um valor de coeficiente de absorvidade molar de $9,9 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. Desta forma, qualquer amostra analisada com um valor de coeficiente de absorvidade molar a baixo deste, para gasolina pura, deve ser considerada como adulterada.

Prova de conceito 2. Aplicação como marcador de segurança para gasolina contendo 27% de etanol conforme a legislação brasileira

[0075] Foi preparada uma solução estoque de 10 mL do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=\text{Etil}$, $R_3=H$, $X=\text{malononitrila}$ e $Y-Z=C(\text{CH}_3)_2$ utilizando qualquer solvente orgânico, idealmente diclorometano, na concentração de $5,92 \times 10^{-4}$ Molar. Alíquotas desta solução estoque (5 μL , 10 μL , 15 μL , 20 μL , 25 μL , 30 μL , 40 μL , 50 μL) foram adicionadas em balões volumétricos de 5 ml. A mistura foi deixada em repouso por 40 minutos. Após este tempo foram preparadas soluções de 0,36 ppm a 3,69 ppm de corante marcador em 5ml de gasolina acrescida de 27% em volume de etanol anidrido. As soluções finais foram avaliadas a de medidas de espectroscopia de absorção na região do Vis-NIR.

[0076] O método utilizado para a determinação do coeficiente de absorvidade molar foi através do valor de absorbância da solução de 2,96 ppm de marcador, indicado pelo máximo de absorção do corante marcador, obedecendo a lei de Lambert-Beer (Equação 1). Para esta prova de conceito obteve-se um valor para o coeficiente de extinção molar de $9,9 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$.

[0077] Nas figuras 3 e 4 estão apresentadas os espectros de absorção na região do UV-Vis-NIR da gasolina pura acrescida de 27% em volume de etanol anidrido em diferentes concentração (ppm) do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=\text{Etil}$, $R_3=H$, $X=\text{malononitrila}$ e $Y-Z=C(\text{CH}_3)_2$ e curva de calibração, respectivamente. Pode-se observar que o marcador é facilmente detectável em concentrações de 0,36 ppm a 3,69 ppm em gasolina com 27% de etanol, além dos resultados apresentarem linearidade da intensidade de absorção com a concentração do

marcador, permitindo construir uma curva de calibração (Figura 4). As curvas de calibração obtidas, podem ser utilizadas desta forma para identificar a adição de qualquer adulterante comum de gasolina, a exemplo de querosene, thinner, solventes orgânicos em geral e excesso de etanol anidro ou até mesmo diesel. Para este propósito o corante marcador deve ser adicionado em uma concentração fixa conhecida, a exemplo de 2,96 ppm, que em gasolina pura apresenta um valor de coeficiente de absorvidade molar de $9,9 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. Desta forma, qualquer amostra analisada com um valor de coeficiente de absorvidade molar a baixo deste, para gasolina pura, deve ser considerada como adulterada, mostrando que o sensor em questão funciona como um marcador de combustível. A detecção visual desta prova de conceito encontra-se na Figura 5, onde na concentração de etanol anidro determinada por lei, a gasolina apresenta coloração azul, quando na ausência de etanol, a mesma é rosa.

Prova de conceito 3. Aplicação como sensor óptico para a identificação de gasolina comum adulterada com etanol anidro.

[0078] O presente processo permitiu a obtenção de sensor óptico para a identificação de gasolina comum contendo etanol a partir da concentração de 4% em volume para casos em que a presença de etanol na gasolina consiste em adulteração. Além disso, o sensor óptico consegue detectar concentrações entre 30-50% de etanol anidro em gasolina, o que em alguns casos (Brasil) tipifica combustível adulterado.

[0079] Metodologia: Foi prepara uma solução estoque do marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ de 10 ml em diclorometano na concentração de $5,92 \times 10^{-4} \text{ M}$. Após alíquotas desta solução estoque (20 μL), foram adicionadas em balões volumétricos de 5 ml. Estes foram deixados em repouso para a volatilização do solvente restante. Após foram preparadas soluções de concentração fixa do marcador em 5ml de gasolina, onde a concentração de etanol anidro foi variada de 1 a 50%. Após o preparo destas soluções foram realizadas as medidas via espectroscopia de absorção

na região do Vis-NIR. Esta análise permitiu a determinação do percentual de etanol anidro na mistura combustível.

[0080] Os compostos desta presente invenção apresentam potencial aplicação como sensor óptico para detecção a olho nu (Figura 6). Nesta figura estão apresentadas soluções de gasolina com diferentes quantidades de etanol anidro. A coloração rosa indica a ausência de etanol. As demais cores são formadas em decorrência do aumento da polaridade da mistura, gerada pelo aumento da concentração de etanol. A cor violeta representa uma faixa de concentração de 3 a 18% de etanol na mistura combustível. A coloração azul representa uma faixa de concentração de 19 a 50% de etanol na mistura combustível.

[0081] Os espectros de absorção na região do Vis-NIR das soluções de combustível contendo o marcador $R_1=C_4H_9$, $R_2=Etil$, $R_3=H$, $X=malononitrila$ e $Y-Z=C(CH_3)_2$ em diferentes concentrações de etanol anidro estão apresentados nas Figuras 7-8. Através da análise do deslocamento do máximo de absorção do corante marcador, é possível avaliar a variação de 1% de etanol. Os resultados relevantes estão sumarizados na Tabela 1. As respectivas curvas de calibração estão apresentadas nas Figuras 9-10.

Tabela 1. Percentual de etanol anidro adicionado na gasolina vs. máximo de absorção observado.

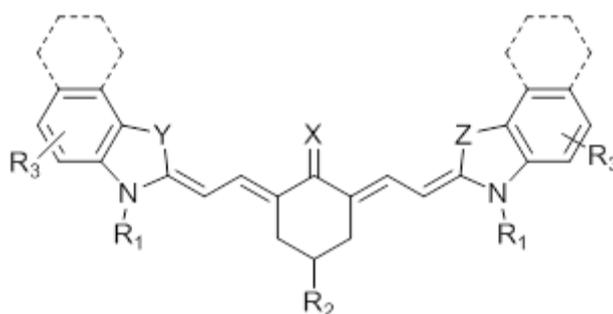
Percentual de etanol anidro	Máximo de Absorção (nm)
0	565
5	574
10	581
15	588
20	596
25	599
30	603

[0082] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui

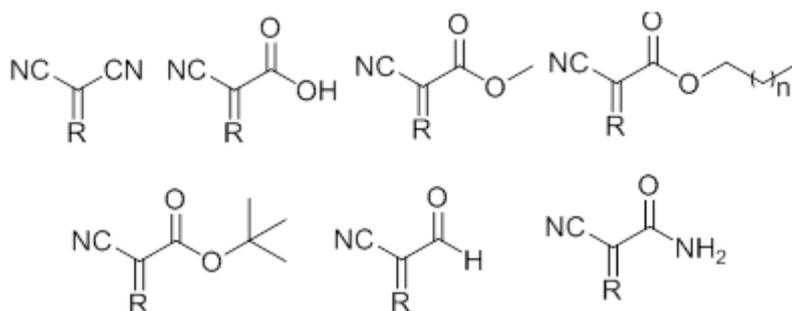
apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. Sensor óptico para a detecção de adulteração de gasolina, **caracterizado por** ser um corante orgânico derivado de heptametenos cianinas compreendendo a seguinte estrutura:



i) onde, X pode ser escolhido entre quaisquer substituintes apresentados a seguir:

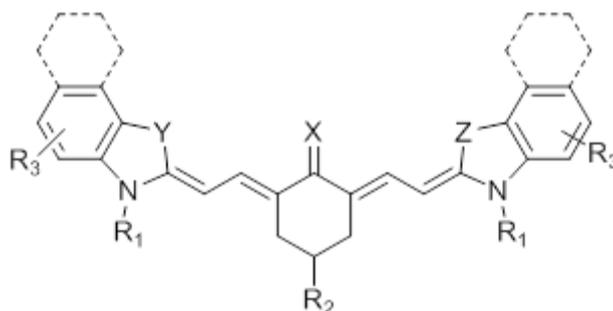


- ii) sendo, n um numero de 1 a 20
- iii) R₁ é independentemente escolhido do grupo que compreende grupamentos saturados do tipo alquila (-C_nH_{2n+1}, onde n= 1-20), grupamentos alquila contendo insaturações, grupamentos conjugados, grupamentos do tipo arila, benzila, COOH, SO₃H, SO₃Na, NO₂, CF₃ ou derivados destes
- iv) R₂ são independentemente escolhidos do grupo que compreende H, Metil, Etil, Butil, t-Butil ou aril
- v) R₃ são independentemente escolhidos do grupo que compreende H, COOH, SO₃H, SO₃Na, PO₃H, PO₃Na, F, Cl, Br, I, OH, COOMe,

COOEt, COOBu, COO*t*-Bu, OMe, CHO, C(O)Me, NO₂, NH₂ ou aril

- vi) X é independentemente escolhido do grupo vinil dinitrila e seus derivados que compreende COOH, COOMe, COOEt, COOBu, COO*t*-Bu, CHO, CONH₂ e
- vii) Y-Z independentemente escolhido do grupo que compreende qualquer O, N, S, Se ou C(CH₃)₂

2. Sensor óptico, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado por** ser derivado de heptametenos cianinas e consistir na seguinte estrutura:



em que:

- i) R₁ é independentemente escolhido do grupo que compreende grupamento do tipo alquil (CH₃, C₄H₉, C₆H₁₃);
- ii) R₂ é Etil
- iii) R₃ = H
- iv) X = grupo malononitrila
- v) Y-Z = grupo C(CH₃)₂

3. Sensor óptico, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 2, **caracterizado pela** gasolina ser uma gasolina automotiva comum

4. Processo de produção de soluções contendo um sensor óptico para detecção de adulteração de gasolina **caracterizado pelo** processo produzir uma solução estoque (a), para utilização na identificação de adulteração por alteração da

concentração do combustível, e uma solução estoque (b) para utilização na detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, compreendendo um sensor óptico, conforme definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, e as seguintes etapas:

a) preparação de uma solução estoque (a) compreendendo um sensor óptico, conforme definido no primeiro aspecto, diluído em gasolina pura, para utilização na identificação de adulteração por alteração da concentração do combustível

a1) misturar o corante orgânico em uma faixa de concentração de 0,1 a 1000 ppm ($1,4 \times 10^{-7}$ - $1,4 \times 10^{-3}$ Molar) do marcador orgânico em gasolina pura

a2) diluir a solução estoque (obtida em (a1)) no combustível a ser marcado, em uma razão volumétrica tal que a concentração final do marcador em combustível seja de 0,7 ppm até 5 ppm

b) Preparação de uma solução (b) compreendendo um sensor óptico, conforme definido no primeiro aspecto, diluído em um solvente orgânico inerte a gasolina, para utilização na detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro, conforme definido no primeiro aspecto

b1) misturar o corante orgânico em uma faixa de concentração de 0,1 a 1000 ppm ($1,4 \times 10^{-7}$ - $1,4 \times 10^{-3}$ Molar) do marcador orgânico em solvente orgânico

b2) transferir um volume da solução estoque preparada anteriormente para um recipiente adequado, em que a solução transferida permanecerá em repouso até a secura total do solvente orgânico inerte a gasolina, restando apenas o resíduo

sólido do corante marcador

b3) Após a evaporação, completar o recipiente contendo o marcador com amostras de gasolina contendo diferentes percentuais V/V de etanol (1-50%); as alíquotas ficaram em repouso por 30 minutos; em que, as amostras de gasolina contendo diferentes percentuais V/V de etanol foram preparadas da seguinte forma: diferentes volumes de etanol anidro foram adicionados à gasolina pura em diferentes proporções %V/V compreendendo concentrações finais de 1-50% etanol anidro/gasolina pura (%V/V)

5. Processo, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pela** etapa (a1) a mistura do sensor óptico ocorre preferencialmente na proporção de 500ppm, atingindo uma concentração de $5,92 \times 10^{-4}$ Molar do marcador orgânico em gasolina pura; e pela etapa (a2) a concentração final do marcador ser 3ppm

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 4 a 5, **caracterizado**, pela etapa (b1) a mistura do sensor óptico ocorre na proporção de 500ppm, atingindo uma concentração de $5,92 \cdot 10^{-4}$ Molar do marcador orgânico em diclorometano; pela etapa (b2) o volume transferido é uma alíquota de 40 μ L, que é transferida para um recipiente adequado e deixada em repouso por um período de 60 a 120 minutos, a temperatura ambiente, até a secura total do diclorometano, restando apenas o resíduo sólido do corante marcador e; pela etapa (b3) o volume completado de gasolina é de 5 ml. E as alíquotas permanecem em repouso por um período de 30 minutos

7. Método de detecção de adulteração de gasolina, **caracterizado por** compreender as seguintes etapas:

a) preparar a solução estoque (a) e/ou solução estoque (b), conforme definida em qualquer uma das reivindicações de 4 a 6, em que a solução

(a) seja para detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador e a solução (b) seja para detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro

b) análise das soluções preparadas em (a) em espectroscopia de absorção na região do Vis-NIR

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pela** etapa (a) consistir nas seguintes etapas:

b1) utilização de um espectrofotômetro de feixe duplo, com duas cubetas de quartzo

b2) Obtenção inicial de uma linha de base com gasolina pura

b3) Obtenção das medidas utilizando uma região espectral de 400-750nm

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pela** etapa (d1) por ser feita em espectrofotômetro de feixe simples e cubetas de material diferente a quartzo

10. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo** sensor óptico ser obtido pelo processo, conforme definido em qualquer uma das reivindicações de 4 a 6

11. Uso de um corante orgânico derivado de heptametenos cianinas, conforme definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado por** ser para a aplicação como marcadores de rastreabilidade e/ou adulteração de gasolina automotiva comum

FIGURAS

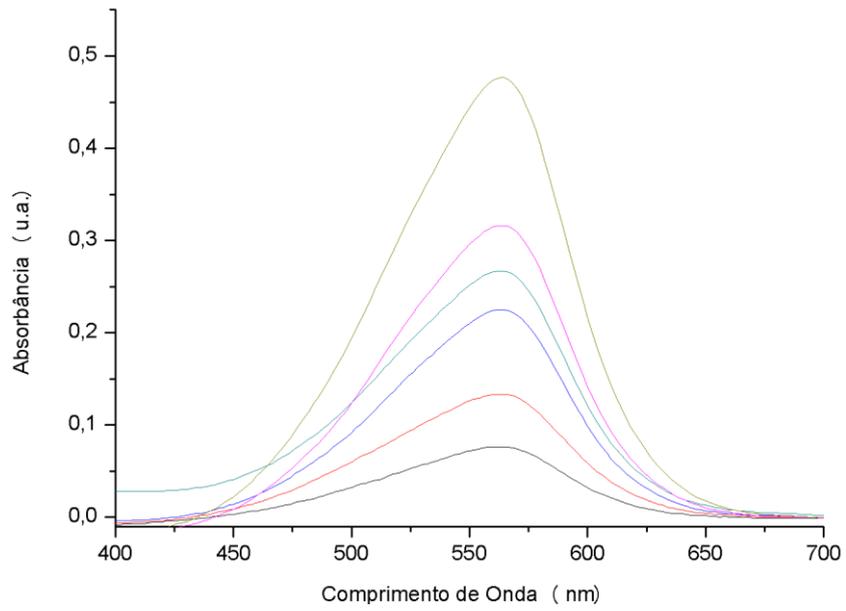


Figura1

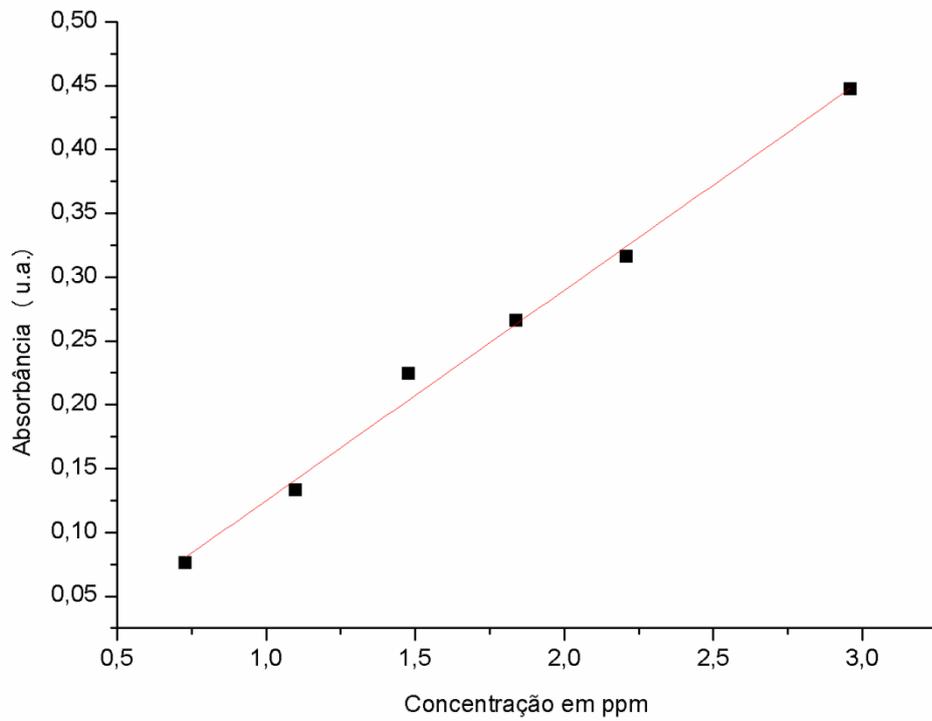


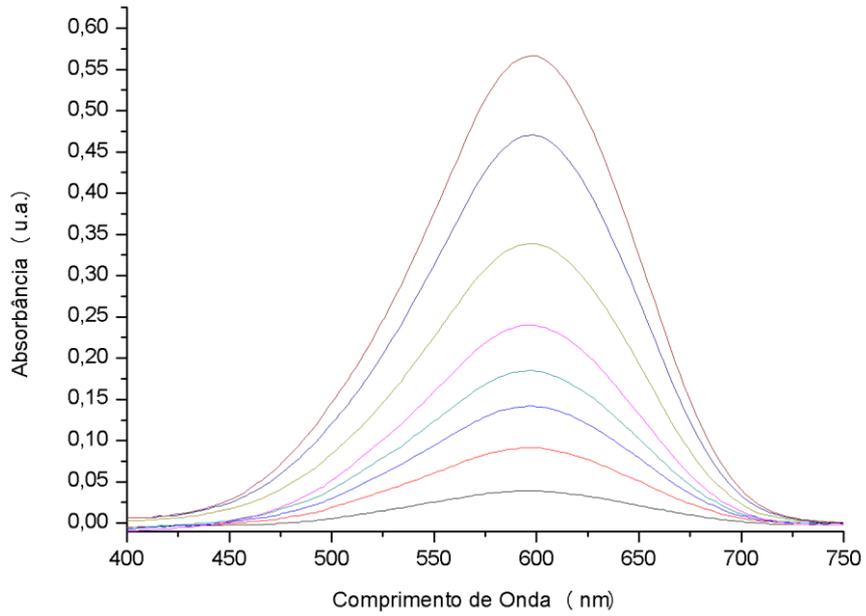
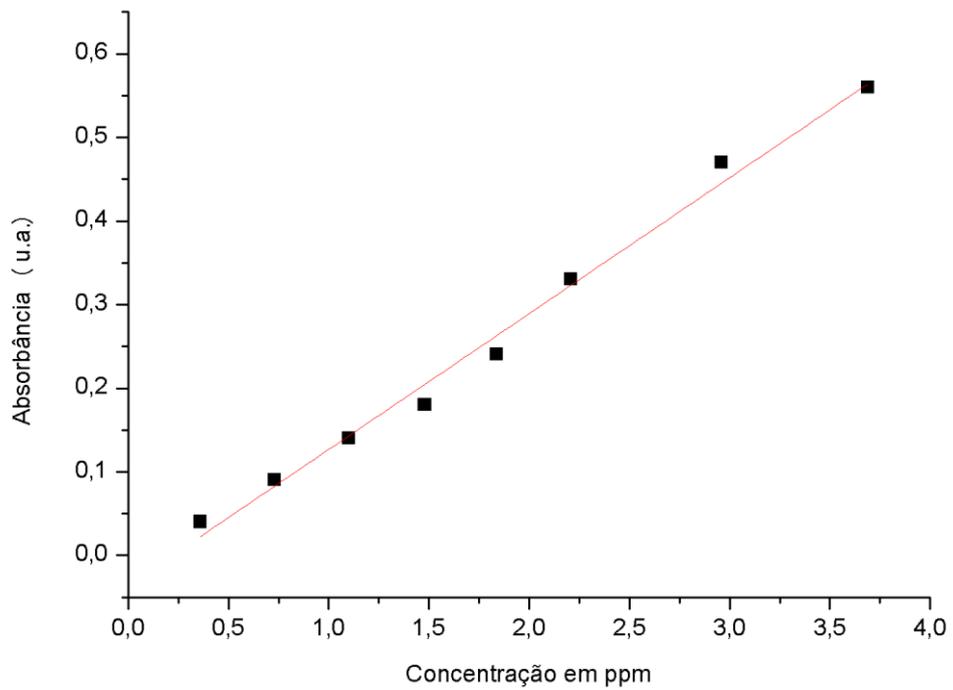
Figura 2**Figura 3****Figura 4**



Figura 5



Figura 6

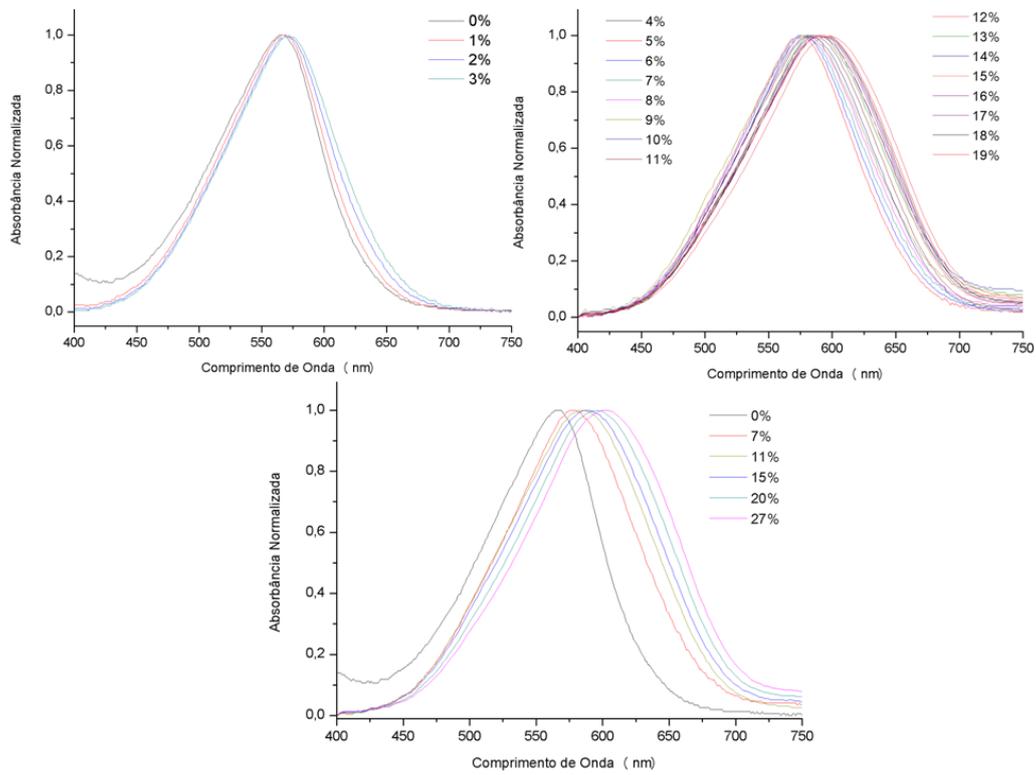


Figura 7

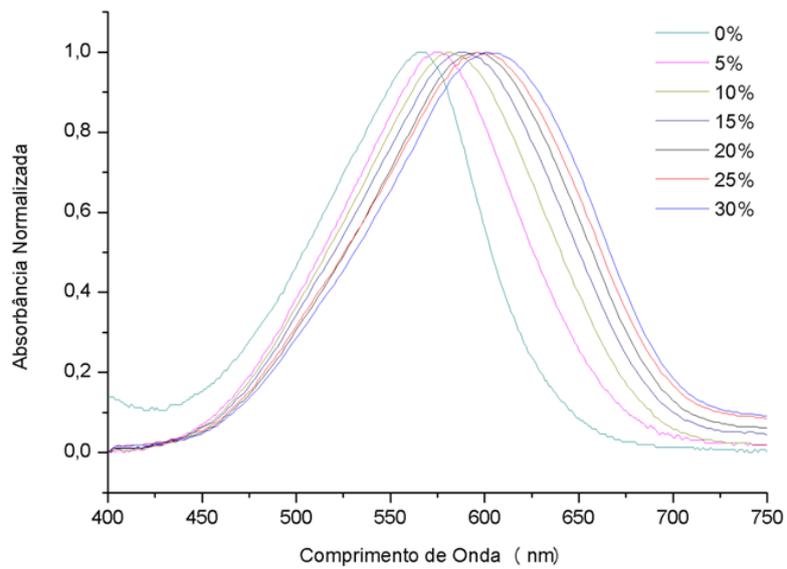


Figura 8

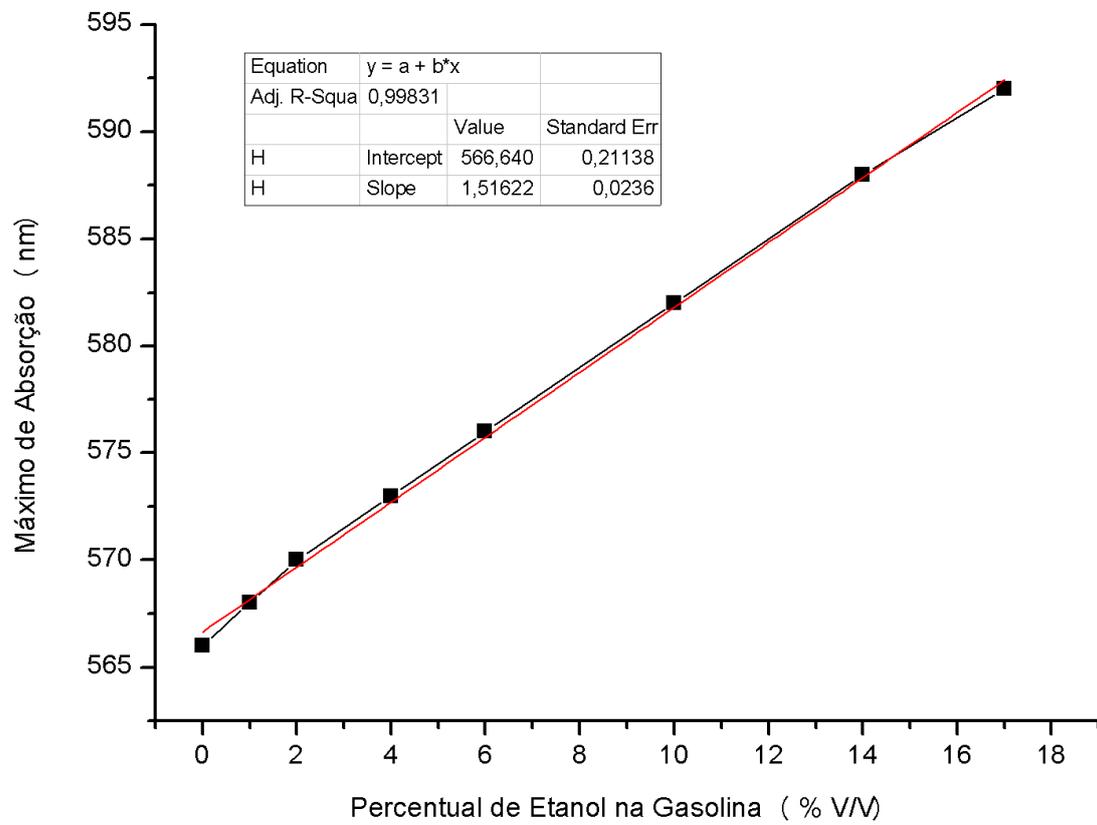
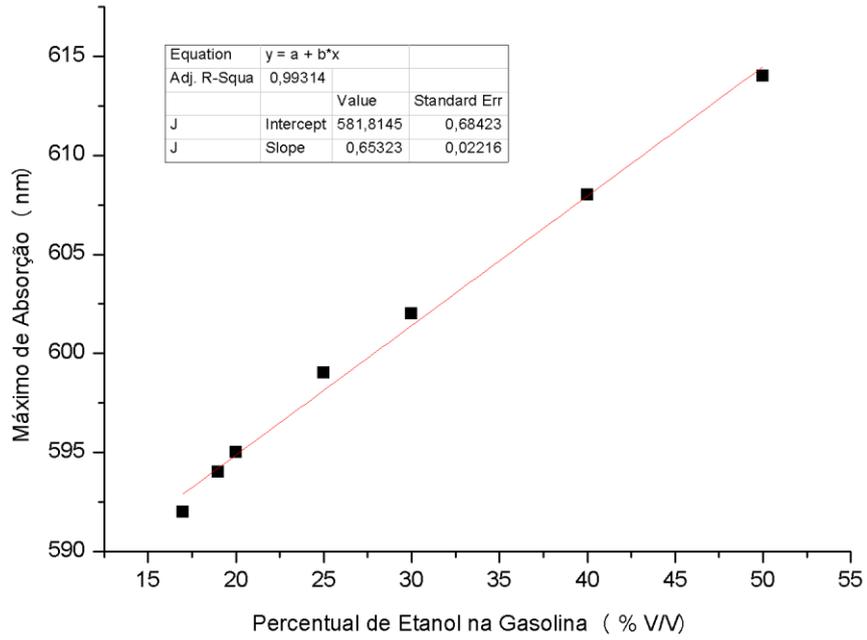


Figura 9

**Figura 10**

Resumo

SENSOR ÓPTICO PARA A DETECÇÃO DE ADULTERAÇÃO DE GASOLINA, PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SOLUÇÕES CONTENDO UM SENSOR ÓPTICO, MÉTODO DE DETECÇÃO DE ADULTERAÇÃO DE GASOLINA AUTOMOTIVA COMUM E USO DE UM CORANTE ORGÂNICO DERIVADO DE HEPTAMETENO CIANINAS

Esta invenção visa a produção de sensores ópticos derivados de heptametano cianinas e sua aplicação como sensores ópticos para marcação de segurança para detecção de adulteração de gasolina contra qualquer agente que altere a concentração do marcador e/ou detecção de adulteração de gasolina automotiva comum por excesso de etanol anidro. Ressalta-se que as técnicas de identificação são simples e diretas (espectroscopia de absorção na região do Vis-NIR). Os compostos apresentam excelente solubilidade em solventes apolares e polares, podendo assim serem utilizados para tais propósitos. O elevado coeficiente de absorvidade molar destes compostos os qualifica para aplicação como marcadores de adulteração gasolina que envolva variação da concentração do marcador, bem como as características químicas de tais compostos permitem observar pequenas variações de polaridade do meio, sendo empregados com sucesso na detecção de diferentes concentrações de etanol anidro em gasolina automotiva comum (detecção a olho nu). A presente invenção se situa nos campos da química, mais especificamente da química analítica.