



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

(21) BR 102014030942-0 A2

(22) Data do Depósito: 10/12/2014

(43) Data da Publicação: 05/07/2016



* B R 1 0 2 0 1 4 0 3 0 9 4 2 A

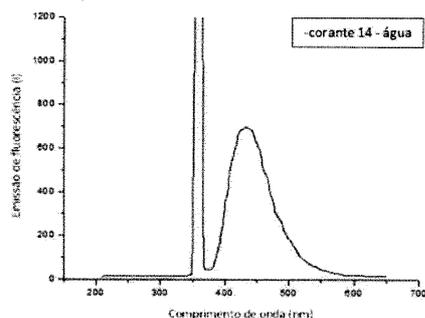
(54) **Título:** MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES

(51) **Int. Cl.:** C07D 411/00; G01N 1/30

(73) **Titular(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

(72) **Inventor(es):** VALTER STEFANI, HÉLIO LOPES BARBOSA BARROS

(57) **Resumo:** MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS. A presente invenção descreve a obtenção de derivados benzazólicos fluorescentes que propiciem o mecanismo de transferência protônica no estado excitado (ESIPT), bem como sua caracterização e sua aplicação como reveladores de impressões digitais latentes em fitas adesivas de diversas cores e outras superfícies de interesse forense, tais como vidro, metal, plásticos, cerâmicas, entre outras



MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA
APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS
LATENTES

CAMPO DE INVENÇÃO

[001] A presente invenção descreve a obtenção de derivados benzazólicos fluorescentes, que propiciem o mecanismo de transferência protônica no estado excitado (*ESIPT*) e sua aplicação no campo da química forense como reveladores de impressões digitais latentes em fitas adesivas de diversas cores, bem como em superfícies de interesse forense, tais como vidro, metal, plásticos, cerâmicas, entre outras.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] A técnica de fluorescência tem se tornado uma ferramenta extremamente importante dentro das ciências forenses, principalmente na química forense, como uma técnica de revelação de evidências latentes. Na cena do crime, nem sempre há evidências visíveis, como é o caso de impressões digitais latentes. Portanto, o desenvolvimento de novas metodologias que permitam que estas evidências possam se tornar visíveis e identificadas é fundamental. Atualmente diversos compostos fluorescentes têm sido aplicados na revelação de impressões digitais latentes. Por exemplo, ninidrina, que foi descoberta em 1910 (Ruhemann et al., Cyclic Di and Tri-Ketones, *J. Chem. Soc.* 1910, 97, 1438-49) tem sido utilizada na detecção de impressões digitais latentes pela formação de um complexo de cor carmin, chamado de púrpura de *Ruhemann* (Oden et al., Detection of Fingerprints by the Ninhydrin Reaction, *Nature*, 1954, 173, 449) e pela fluorescência observada quando complexada com cloreto de zinco (Almog, J; Levinton-Shamuilov, G.; Cohen, Y.; Azoury, M., Fingerprint reagents with dual action: color and fluorescence, *J. Forensic Sci.*, 2007, 52(2), 296-330). Mais recentemente, outros compostos, tais como 1,8-diazofluoren-9-ona (DFO) e 1,2-indanodiona têm sido utilizados na revelação de impressões digitais latentes (Pounds, et al., *J. Forensic Sci.*, The Use of 1,8-Diazafluoren-9-one (DFO) for the Fluorescent

Detection of Latent Fingerprints on Paper, 1990, 35 (1), 169-175 e Gardener et al, *J. Forensic. Sci.*, Optimization and Initial Evaluation of 1,2-Indandione as a Reagent for Fingerprint Detection, 2003, 48 (6), 1-5). A ninidrina reage com aminoácidos e aminas dos peptídeos e/ou proteínas (por exemplo, aminas terminais ou resíduos de lisina) presentes nas secreções écrinas para produzir uma cor azul escura ou roxa, conhecida como púrpura de *Ruhemann* (Wilkinson, D.; Rumsby, D.; Babin, B.; Merrit, M.; Marsh, The Results from a Canadian National Field Trial Comparing 1,8-Diazafluoren-9-one (DFO) with Ninhydrin and the Sequence DFO Followed by Ninhydrin; Technical Report TR-03-2005; Canadian Police Research Centre: Ontario, 2005; Stoilovic, M., Improved Method for DFO Development of Latent Fingerprints, *J. Forensic Sci. Int.*, 1993, 60 (3), 141-153; Cantu, A. A.; Leben, D. A.; Joullié, M. M.; Heffner, R. J.; Hark, R. R., A Comparative Examination of Several Amino Acid Reagents for Visualizing Amino Acid (Glycine) on Paper, *J. Forensic Ident.*, 1993, 43 (1), 44-66); Lennard, C. J.; Margot, P.; Stoilovic, M.; Warrenner, R. N., Synthesis of Ninhydrin Analogues and Their Application to Fingerprint Development: Preliminary Results, *J. Forensic Sci. Soc.*, 1986, 26 (5), 323-328; P. Jasuja, M.A. Toofany, G. Singh, G.S. Sodhi, "Dynamics of latent fingerprints: of ninhydrin developed prints - A preliminary study", *Science and Justice*, 2009, 49, 8-11). O corante 1,2-indanodiona é um análogo da ninidrina e é conhecido por reagir com aminoácidos de uma forma muito semelhante à ninidrina (Petrovskaia, O.; Taylor, B.; Hauze, D. B.; Carroll, P.; Joullié, M. M., Investigations of the Reaction Mechanisms of 1,2-Indanediones with Amino Acids, *J. Org. Chem.*, 2001, 66 (23), 7666-7675). No entanto, ele é considerado mais eficiente na revelação de impressões digitais do que o DFO, ninidrina, ou a combinação de DFO-ninidrina (Wiesner, S.; Springer, E.; Sasson, Y.; Almog, Chemical Development of Latent Fingerprints: 1,2-Indanedione Has Come of Age, *J. Forensic Sci.*, 2001, 46 (5), 1082-1084; Lennard, C. J.; Wallace-Kunkel, C.; Roux, C.; Stoilovic, M., 1,2-Indanedione: Is it a Useful Fingerprint Reagent? In Proceedings of the 2005 American Academy of Forensic Science Meeting; New Orleans, LA, 2005; p 43). O DFO também interage com aminoácidos e

produz uma cor rosa pálida. A imagem pode ser melhorada usando uma fonte de excitação de 560-620nm, pois o complexo DFO-aminoácido que se forma é fortemente luminescente (Pounds, C. A.; Grigg, R.; Mongkolaussavaratana, T., The Use of 1,8-Diazafluoren-9-one (DFO) for the Fluorescent Detection of Latent Fingerprints on Paper - A Preliminary Evaluation, *J. Forensic Sci.*, 1990, 35 (1), 169-175). Entretanto, esses reveladores comerciais atualmente empregados na revelação de impressões digitais latentes possuem algumas limitações, tais como, a baixa solubilidade em água (o que implica a utilização de solventes orgânicos, muitas vezes tóxicos e inflamáveis, além disso, inviabiliza a aplicação em superfícies adesivas uma vez que os solventes orgânicos podem alterar as superfícies a serem reveladas - dissolução da parte adesiva, tintas, ou mesmo atacar por completo as fitas adesivas), incapacidade de observação de impressões digitais quando a superfície a ser analisada é escura, marcação do fundo da superfície (dificultando a visualização de impressões digitais latentes), efeito de foto-esmaecimento, instabilidade da solução do corante, influência da temperatura e da umidade, tempo longo de revelação, e finalmente, o preço elevado dos reveladores fluorescentes.

[003] Outro método de revelação de impressões digitais latentes comumente utilizado é o método de cianoacrilato (*Super Bonder*®, outras marcas) que consiste em colocar ou suspender o objeto a ser analisado dentro de uma câmara fechada, juntamente com água para umidificar o meio. O cianoacrilato (*Super Bonder*®) é colocado num pequeno recipiente no interior da câmara e aquecido até emissão de vapores. Os vapores reagem com vestígios de proteínas e ácidos graxos constituintes de impressões digitais, produzindo uma cor esbranquiçada. Embora a técnica não seja difícil de ser executada, é potencialmente perigosa. Os vapores são irritantes para as mucosas e nunca devem ser inalados (Froude, Jr. J. H., The Super Glue Fuming Wand: A Preliminary Evaluation, *J. Forensic Ident.*, 1996, 46 (1), 19-31; Kent, T. [Letter to the Editor], A Comparison of Cyanoacrylate Fuming in a Vacuum Cabinet to a Humidity Fuming Chamber, *J. Forensic Ident.*, 2005, 55 (6), 681-683; Rosati,

B. B., Does Superglue Hinder Traditional Firearms Identification? *J. AFTE*, 2005, 37, 3-6).

[004] Atualmente um dos poucos corantes relatados na literatura utilizado para revelação de impressões digitais em fitas adesivas é a violeta cristal, também conhecida como violeta genciana (Technical Notes, Crystal Violet, Forensics Source, 13386 International Parkway Jacksonville, Florida 32218; Wilson, H.D., RAY Dye Stain Versus Gentian Violet and Alternate Powder for Development of Latent Prints on the Adhesive Side of Tape, *J. Forensic Ident.*, 2010, 60, 510-523; Gray, M. L., Sticky-side Powder Versus Gentian Violet: The Search for the Superior Method for Processing the Sticky-side of Adhesive Tape, *J. Forensic Ident.*, 1996, 46, 268-273). A violeta cristal reage com os ácidos graxos e lipídeos do suor e produz uma cor púrpura. A solução de corante pode ser preparada em água, entretanto outras formulações são descritas na literatura em que se faz o uso de solventes orgânicos. Uma fonte de luz forense pode ser aplicada para melhorar o contraste através da fluorescência. Neste caso, é recomendado secar a fita adesiva processada com o corante à temperatura ambiente durante 24 horas. O uso de filtro é indispensável para observação das impressões digitais processadas. Esta técnica possui algumas limitações, tais como, a baixa seletividade do corante para as impressões digitais, levando muitas vezes ao tingimento total da fita adesiva. Isso leva a uma metodologia de trabalho que exige muito cuidado para não corar intensamente o fundo, que não contém as digitais, e corar de maneira adequada as impressões digitais de modo a permitir sua perfeita visualização. Além disso, são pouco usuais para revelação de impressões digitais em superfícies escuras, como por exemplo, a fita isolante elétrica preta, devido a dificuldade em fotografar as impressões digitais. Eles também podem ser utilizados em superfícies escuras. Nesse caso, após a revelação das digitais latentes, as digitais reveladas precisam ser transferidas da superfície original para uma nova superfície, geralmente de cor clara, através de um processo chamado de sublimação térmica. Esse processo pode afetar a

qualidade e os detalhes das cristas e vales das impressões digitais (minúcias), comprometendo a análise papiloscópica posterior.

[005] Os corantes e a metodologia do presente invento permitem por outro lado, corar superfícies adesivas de qualquer cor (desde as usuais transparentes até as fitas isolantes de cor preta, passando pelas de cor acinzentada usualmente usadas em sequestros e estupros). Não há a necessidade de cuidar a saturação da superfície adesiva, contendo as digitais, pois os corantes não aderem a outras superfícies ficando restritos às impressões digitais.

[006] A visualização é muito fácil, bastando iluminar a região das impressões com uma luz UV de onda longa (luz negra) e fotografar as impressões reveladas. A estabilidade fotoquímica e fotofísica dos corantes, por outro lado, é muito alta, podendo-se armazenar a evidência por longos períodos sem qualquer tipo de degradação. A cor dos fluoróforos (corantes usados na revelação) sob luz visível é outra vantagem destes corantes e da técnica descrita. Eles não possuem cor o que facilita ler, visualizar ou fotografar o resto da evidência sem o comprometimento de uma coloração adicional resultante do uso do corante.

[007] Os insumos objeto da presente invenção são de fácil utilização, atendem às necessidades de superfícies adesivas escuras permitindo uma fácil e perfeita visualização das impressões digitais latentes e seu uso pode ser ampliado, com facilidade, para o emprego em diversas superfícies, tais como, plásticos, vidros, metais, cerâmica, madeira, entre outras. Possuem como vantagem adicional o emprego de água como solvente e a concentração extremamente baixa, podendo ser reutilizada a solução de corante, tornando-os ecologicamente muito mais corretos (química verde). Compostos similares aos que estão sendo objeto desta solicitação não mostraram toxicidade, comportamento carcinogênico ou mutagênico.

[008] Outras vantagens desses corantes em relação aos corantes atualmente comerciais é a alta eficiência na revelação de impressões digitais latentes num curto intervalo de tempo. São altamente estáveis devido ao mecanismo de

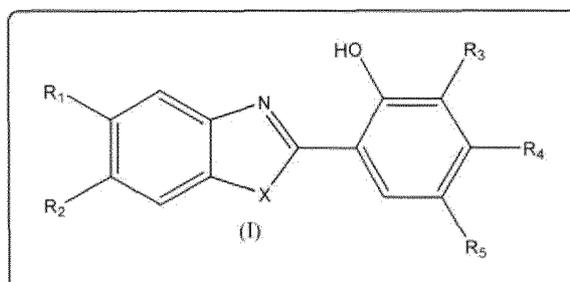
transferência protônica intramolecular no estado excitado (ESIPT) (Holler, M. G; Campo, L. F; Brandelli, A.; Stefani V., Synthesis and Spectroscopic Characterisation of 2- (2'-hydroxyphenyl) benzazole Isothiocyanates as New Fluorescent Probes for Proteins, *J. Photochem Photobiol A: Chemistry*, 2002, 149, 217-225), e possuem elevado rendimento quântico de fluorescência.

[009] Não foram encontradas patentes ou solicitações de patentes desta família de compostos, para esta finalidade, em bancos de dados nacionais ou internacionais. Algumas publicações citam sua potencialidade, porém, nenhuma mostra ou comprova este uso.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[010] É um objeto da presente invenção a síntese de compostos benzazólicos, fluorescentes por mecanismo de transferência protônica intramolecular no estado excitado (ESIPT).

[011] É um objeto da presente invenção derivados benzazólicos sintetizados do tipo 2-(2'-hidroxifenil)benzazólicos de fórmula geral (I):



Onde:

X = O, NH e S

R₁ = H, SO₃H, COOH e CH₃

R₂ = H, SO₃H, CH₃, COOH

R₃ = H, OH

R₄ = H, OH, NH₂

R₅ = H, OH, NH₂, SO₃H

[012] É um objeto da presente invenção a síntese de derivados benzazólicos com agrupamentos sulfônicos que aumentem a solubilidade em água e que permitam a interação com constituintes de impressões digitais latentes.

[013] É um objeto da presente invenção a aplicação desses compostos no desenvolvimento de uma nova metodologia forense para revelação de impressões digitais latentes em fitas adesivas de diversas cores e outras superfícies de interesse forense, tais como, vidro, madeira, plástico, metal, etc.

[014] É um objeto adicional da presente invenção obter elevada durabilidade das evidências reveladas, mesmo quando expostas à luz ou ar, não apresentando o efeito de foto-esmaecimento, permitindo assim, a preservação de evidências reveladas (cadeia de custódia).

[015] Esses e outros objetos da presente invenção serão mais bem compreendidos a partir da descrição detalhada da invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A FIGURA 1 apresenta o espectro de fluorescência do corante 14 em água, usando comprimento de onda de excitação de 365 nm.

A FIGURA 2 apresenta o espectro de fluorescência do corante 15 em água, usando comprimento de onda de excitação de 365 nm.

A FIGURA 3 apresenta a imagem de impressões digitais latentes resultantes do processamento da fita adesiva transparente (Fita para Embalagem Polisil) com o corante 15, sob uma lâmpada de UV 365nm.

A FIGURA 4 apresenta a imagem de impressões digitais latentes resultantes do processamento da fita adesiva castanha (Fita para Embalagem Polisil – “Scotch tape”) com o corante 16, sob uma lâmpada de UV 365nm.

A FIGURA 5 apresenta a imagem de impressões digitais latentes resultantes do processamento da fita adesiva prateada (Fita Multi-Uso “Duct tape”) com o corante 15, sob uma lâmpada de UV 365nm.

A FIGURA 6 apresenta a imagem de impressões digitais latentes resultantes do processamento da fita adesiva preta (Fita isolante elétrica – Tectape) com o corante 17, sob uma lâmpada de UV 365nm.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[016] A presente invenção descreve a síntese de derivados benzazólicos fluorescentes por *ESIPT* e sua aplicação como método forense para revelação de impressões digitais latentes em fitas adesivas de diversas cores e outras superfícies de interesse forense.

[017] O presente invento permite a revelação de impressões digitais latentes em superfícies adesivas (fitas tipo “durex”, fitas isolantes, fitas para empacotamento industrial, etc.), de todas as cores, bem como, em superfícies de interesse forense tais como: vidro, superfícies plásticas, cerâmicas, superfícies metálicas, entre outras. O processo de revelação envolve o uso de corantes novos, não descritos na literatura, em quantidades muito pequenas (alta diluição das soluções), o uso de solventes não tóxicos (água), e de maneira rápida, fácil e com excelentes resultados em todos os tipos de superfície testados. Os corantes possuem alta estabilidade química e fotoquímica tanto em estado sólido como em solução e baixo custo.

[018] O presente invento utiliza procedimentos muito simples: um mesmo corante ou solução do mesmo pode ser usada para diversas superfícies a serem reveladas. A superfície a ser revelada pode ser imersa ou ser borrifada com a solução aquosa do corante escolhido, lavada com água, deixada secar e fotografada.

[019] O presente invento vem superar limitações inerentes aos corantes comerciais, apresentando as seguintes vantagens:

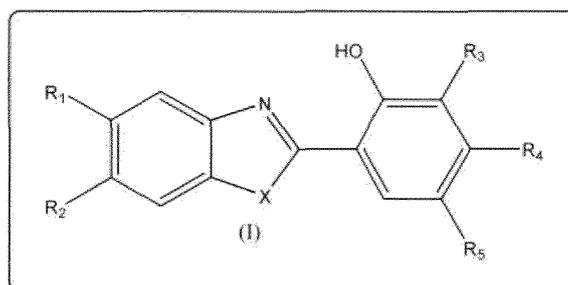
- 1) Serve para revelar impressões digitais latentes em superfícies transparentes, de cor clara ou escura indistintamente.
- 2) Revela exclusivamente impressões digitais latentes sem tingir o resto da superfície que contém a digitais.
- 3) As digitais reveladas são visualizadas sob luz ultravioleta de onda longa (luz negra), de baixo custo e facilmente acessível, ao contrário das lâmpadas de uso em Forense, de difícil aquisição e alto custo.
- 4) A superfície processada com os novos corantes não apresenta alteração de sua coloração. Tanto a impressão digital como o fundo permanecem com sua coloração original, sob luz visível.

5) Os novos corantes possuem elevada estabilidade química e fotoquímica mantendo sua coloração, sob luz ultravioleta, por muitos meses.

6) Estes novos corantes, aliados com sua metodologia de uso, revolucionam a revelação de impressões digitais latentes, em diversas superfícies, mas especialmente em fitas adesivas de diversas colorações.

[020] Como resultado de pesquisa desenvolvida pelos inventores, são descritos os métodos de síntese, metodologia sequencial e o processamento da técnica de revelação de impressões digitais latentes.

[021] Os derivados benzazólicos sintetizados na presente invenção compreendem os derivados do tipo 2-(2'-hidroxifenil)benzazólicos de fórmula geral (I):



Onde:

X = O, NH e S

R₁ = H, SO₃H, COOH e CH₃

R₂ = H, SO₃H, CH₃, COOH

R₃ = H, OH

R₄ = H, OH, NH₂

R₅ = H, OH, NH₂, SO₃H

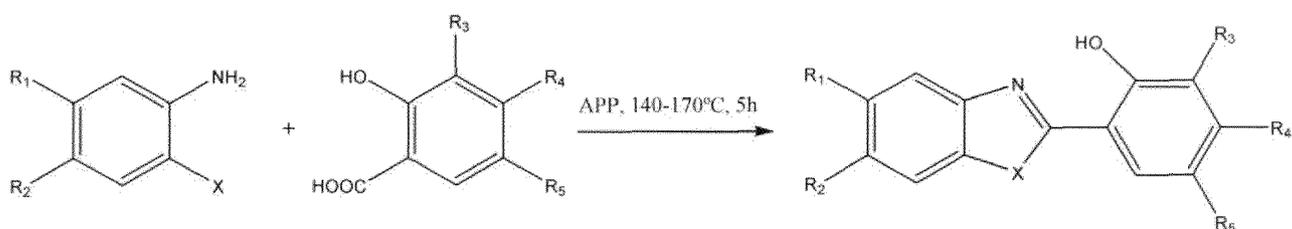
Método de Síntese

[022] A síntese dos novos derivados benzazólicos fluorescentes da presente patente é efetuada aplicando métodos de síntese usualmente empregados em laboratórios de síntese orgânica (Hein, D. W.; Alheim, R. K.; Leavitt, J. J., The

Use of Polyphosphoric Acid in the Synthesis of 2-Aryl- and 2-Alkyl-substituted Benzimidazoles, Benzoxazoles and Benzothiazoles, *J. Am. Chem. Soc.*, 1957, 79, 427). Essas reações consistem na condensação de ácido salicílico substituído com derivados de anilinas *orto*-substituídos em ácido polifosfórico a temperatura variando entre 140 a 170° C por aproximadamente 5 horas. As misturas reacionais são vertidas sobre 200ml de gelo e deixadas em repouso até formação completa de precipitados. A seguir são filtrados sob vácuo e lavados com água destilada, deixando-os secar a temperatura ambiente, seguido de recristalização em água/acetona. Os rendimentos brutos variam entre 54% a 71%. Os produtos obtidos apresentam fluorescência na região azul, verde e laranja sob exposição à luz UV 365nm.

[023] O controle de todas as reações é efetuado por CCD tendo como eluente o clorofórmio. Os espectros de fluorescência foram efetuados num fluorímetro Hitachi, modelo F - 4500, usando concentrações na faixa de 0.0035 M no solvente indicado.

[024] A Figura abaixo representa de forma esquemática a síntese dos novos derivados benzazólicos fluorescentes da presente patente (14-26).



1, X=O, R₁=H, R₂=H

2, X=S, R₁=H, R₂=H

3, X=O, R₁=H, R₂=CH₃

4, X=O, R₁=CH₃, R₂=H

5, X=O, R₁=H, R₂=COOH

6, X=NH, R₁=SO₃H, R₂=H

7, X=O, R₁=COOH, R₂=H

8, R₃=H, R₄=OH, R₅=H

9, R₃=OH, R₄=H, R₅=H

10, R₃=OH, R₄=OH, R₅=H

11, R₃=H, R₄=H, R₅=OH

12, R₃=H, R₄=H, R₅=NH₂

13, R₃=H, R₄=NH₂, R₅=H

14, X=O, R₁=H, R₂=H, R₃=H, R₄=H, R₅=SO₃H

15, X=O, R₁=H, R₂=CH₃, R₃=H, R₄=H, R₅=SO₃H

16, X=S, R₁=H, R₂=H, R₃=H, R₄=H, R₅=SO₃H

17, X=O, R₁=COOH, R₂=H, R₃=H, R₄=H, R₅=SO₃H

18, X=NH, R₁=COOH, R₂=H, R₃=H, R₄=H, R₅=SO₃H

19, X=O, R₁=H, R₂=COOH, R₃=H, R₄=H, R₅=SO₃H

20, X=O, R₁=SO₃H, R₂=H, R₃=H, R₄=N(CH₂CH₃)₂, R₅=F

21, X=O, R₁=SO₃H, R₂=H, R₃=H, R₄=OH, R₅=H

22, X=O, R₁=SO₃H, R₂=H, R₃=OH, R₄=H, R₅=H

23, X=O, R₁=SO₃H, R₂=H, R₃=OH, R₄=OH, R₅=H

24, X=O, R₁=SO₃H, R₂=H, R₃=H, R₄=H, R₅=OH

25, X=O, R₁=SO₃H, R₂=H, R₃=H, R₄=H, R₅=NH₂

26, X=O, R₁=SO₃H, R₂=H, R₃=H, R₄=NH₂, R₅=H

Formulação para soluções dos derivados benzazólicos fluorescentes (corantes)

[025] Solução *stock*: uma solução 1% (p/v) do corante em água destilada.

[026] Solução de trabalho: a partir da solução *stock* prepararam-se quatro soluções aquosas nas seguintes concentrações: 0.5%, 0.25%, 0.1%, 0.01% (p/v).

[027] Cada solução do corante foi preparada colocando o corante num erlenmeyer e adicionando o volume adequado de água destilada para atingir a concentração pretendida. A mistura foi deixada sob agitação até o corante dissolver totalmente, aquecendo-a quando se fez necessário. No caso de existência de partículas não dissolvidas, estas foram retiradas da solução por filtração e a concentração da solução foi devidamente retificada.

Metodologia sequencial e o processamento da técnica de revelação de impressões digitais latentes

a) Coloca-se a solução do corante (solução de trabalho) num *becker* ou recipiente adequado para conter o objeto a ser revelado. A quantidade de solução deve ser suficiente para imergir o objeto a ser analisado (fita adesiva ou outro material).

b) O objeto permanece imerso na solução entre 0.5- 2min.

c) Após término do tempo de imersão, lava-se o objeto com água corrente até remover todo excesso do corante do fundo da superfície do objeto.

d) O objeto é secado à temperatura ambiente ou com auxílio de um secador.

e) O objeto é exposto a uma fonte de luz ultravioleta com comprimento de onda de 365nm (uma lâmpada de luz negra comercialmente disponível) a fim de observar as impressões digitais latentes reveladas. Quando a revelação se mostrar insuficiente repete-se o tratamento com a solução de corante, seguindo os mesmo passos anteriores.

f) As imagens reveladas são fotografadas para comparação, documentação, e propósito de arquivamento, utilizando uma câmera digital com abertura 3 e velocidade ISO-1600.

Resultados referentes ao processamento da técnica de revelação de impressões digitais empregando os novos derivados benzazólicos fluorescentes da presente invenção

[028] Nas imagens de impressões digitais latentes processadas com os corantes da presente invenção, conforme apresentadas nas FIGURAS (3 - 6), foi possível observar a revelação das cristas papilares correspondentes às impressões digitais em todos os tipos de fitas adesivas analisadas ("Scotch tape", "duct tape", "black electrical tape", etc.) o que demonstra o potencial de aplicação desses corantes na revelação de impressões digitais.

[029] Os reveladores de impressões digitais latentes atualmente comercializados não são satisfatórios, e possuem algumas limitações. Uma das limitações é a ineficiência dos corantes em corar apenas as impressões digitais, sendo que, muitas vezes, acaba por corar todo fundo da superfície do objeto a ser analisado, impossibilitando a identificação das impressões digitais. Outra limitação deve-se ao fato da maioria dos corantes fluorescentes empregados na revelação de impressões digitais em outras superfícies fazer o uso de solventes orgânicos, o que inviabiliza sua aplicação em fitas adesivas uma vez que o solvente orgânico dissolve a parte adesiva fazendo perder as impressões digitais. Além disso, o uso de solventes orgânicos constitui um risco à saúde de quem os manuseia. O preço é certamente um fator importante, pois os outros métodos destinados a revelação de impressões digitais em fitas adesivas são geralmente muito dispendiosos, tais como, microscopia de infravermelho e de elétron, com exceção do corante violeta genciana, que além de ser barato, tem demonstrado também potencialidades na revelação de IDs latentes em fitas adesivas, embora possui algumas limitações, tais como, a baixa seletividade que faz com que muitas vezes toda a superfície da fita fique tingida com o corante, o que dificulta a visualização de IDs.

[030] Tais limitações são solucionadas de acordo com a presente invenção, como mostram as FIGURAS (3-6). A existência de grupamentos sulfônicos atribui a esses derivados benzazólicos uma boa solubilidade em água, eliminando o uso de qualquer solvente orgânico. Além disso, pensa-se que os grupos sulfônicos são responsáveis pela marcação de impressões digitais pela ligação aos aminoácidos e/ou proteínas constituintes de impressões digitais (Tsopelas, C., Sutton, R., Why Certain Dyes are Useful for Localizing the Sentinel Lymphnode, *J. Nucl Med.*, 2002, 43, 1377-1382; Zollinger, H., *Color Chemistry: Synthesis, Properties and Application of Organic Dyes and Pigments*, 2nd ed. Weinheim, Germany: VCH, 1991, 172, 405.). Os derivados benzazólicos abordados nessa invenção apresentam uma excelente relação custo-benefício, pois são obtidos a partir de materiais de baixo custo e aplicando métodos de síntese usualmente empregados em laboratórios de síntese orgânica.

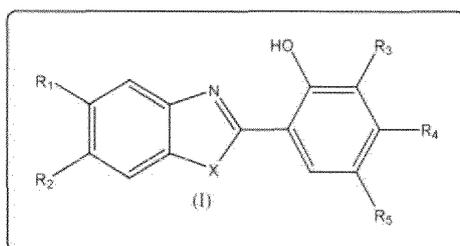
[031] Quanto às concentrações dos corantes testados na revelação de impressões digitais, foi possível constatar que mesmo a concentrações baixas do corante, como 0.1 (p/v), as impressões digitais foram perfeitamente reveladas. No entanto, as soluções abaixo deste valor não tiveram o mesmo êxito.

[032] O tempo de processamento de técnica de revelação de impressões digitais mostrou pouca influência na revelação das mesmas, tendo conseguido excelentes resultados com tempos variando entre 0.5 a 2 minutos.

[033] Todos os objetos revelados com os corantes da presente invenção foram guardados durante meses e analisados novamente sob lâmpada de UV-365 nm, apresentando os mesmos resultados, o que demonstra a importância dessa técnica na conservação das evidências (cadeia de custódia).

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES **caracterizado por** compreender pelo menos um dos derivados benzazólicos de fórmula geral (I):



Onde:

X = O, NH e S

R₁ = H, SO₃H, COOH e CH₃

R₂ = H, SO₃H, CH₃, COOH

R₃ = H, OH

R₄ = H, OH, NH₂

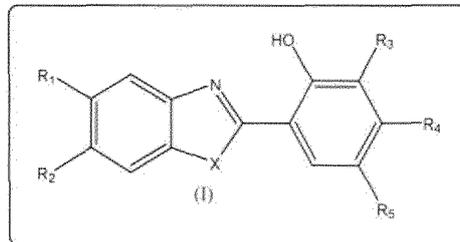
R₅ = H, OH, NH₂, SO₃H

2. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** compreenderem derivados benzazólicos com grupos reativos que possuem a capacidade para se ligar aos constituintes das impressões digitais.
3. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES, de acordo com as reivindicações 1-2, **caracterizados por** compreenderem derivados benzazólicos com grupamentos que aumentem a solubilidade em água.

4. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES, de acordo com as reivindicações 1-3, **caracterizado pelo** fato de que o referido corante possa ser dissolvido em água.
5. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES, de acordo com as reivindicações 1-4, **caracterizado por** compreender uma etapa de imersão do objeto (fita adesiva ou outra superfície de interesse forense) em solução do corante.
6. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES, de acordo com as reivindicações 1-5, **caracterizado por** ser realizado preferencialmente a temperatura ambiente.
7. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES, de acordo com as reivindicações 1-6, **caracterizado por** compreender uma etapa de secagem do objeto.
8. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES, de acordo com as reivindicações 1-7, **caracterizado pela** referida secagem ser feita a temperatura ambiente ou com auxílio de um secador.
9. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES, de acordo com as reivindicações 1-8, **caracterizado por** compreender uma etapa de lavagem do objeto.
10. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES, de acordo com as reivindicações 1-9, **caracterizado pela** referida lavagem ser feita com água corrente.

11. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES, de acordo com as reivindicações 1-10, **caracterizado pela** concentração do corante estar compreendida na faixa de 1 % a 0.1 % (p/v).

12. DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES **caracterizados por** compreender pelo menos um dos derivados benzazólicos de fórmula geral (I):



Onde:

X = O, NH e S

R1 = H, SO₃H, COOH e CH₃

R2 = H, SO₃H, CH₃, COOH

R3 = H, OH

R4 = H, OH, NH₂

R5 = H, OH, NH₂, SO₃H

FIGURAS

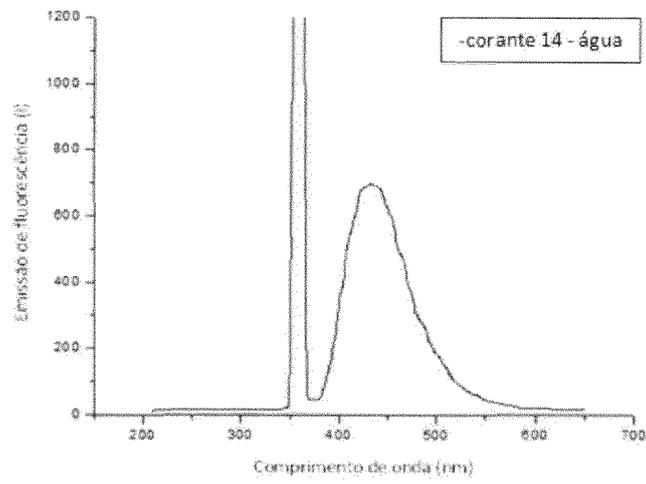


FIGURA 1

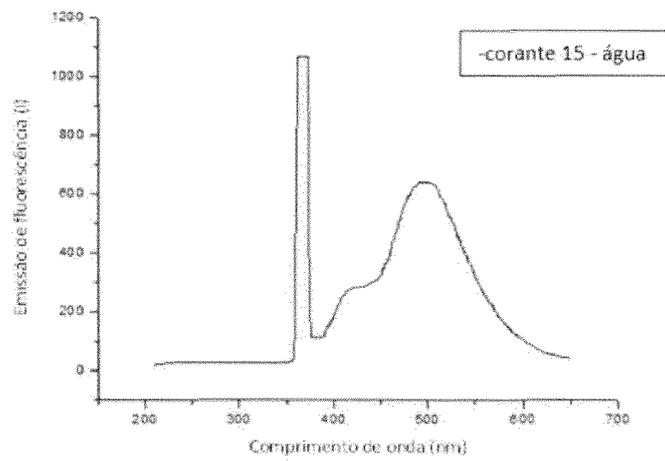


FIGURA 2

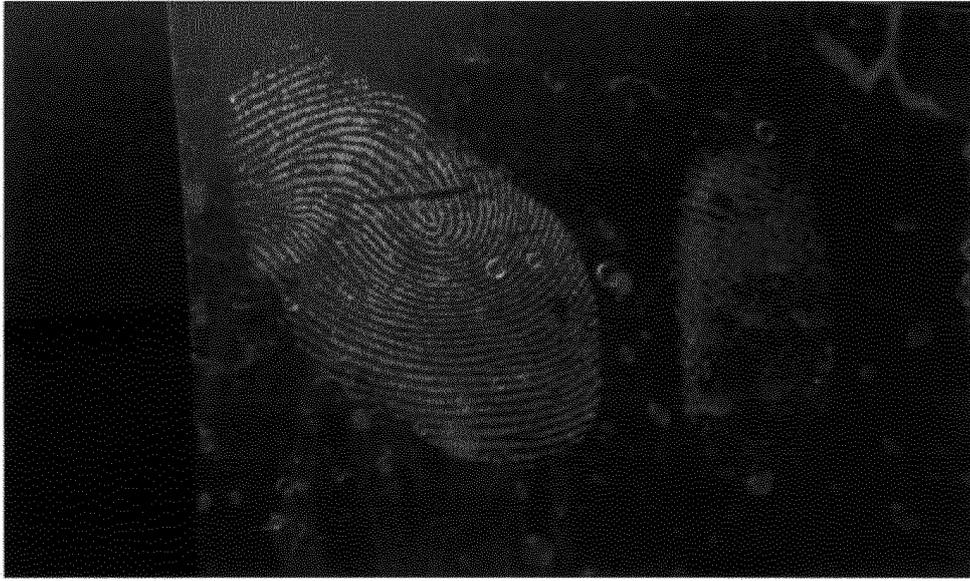


FIGURA 3

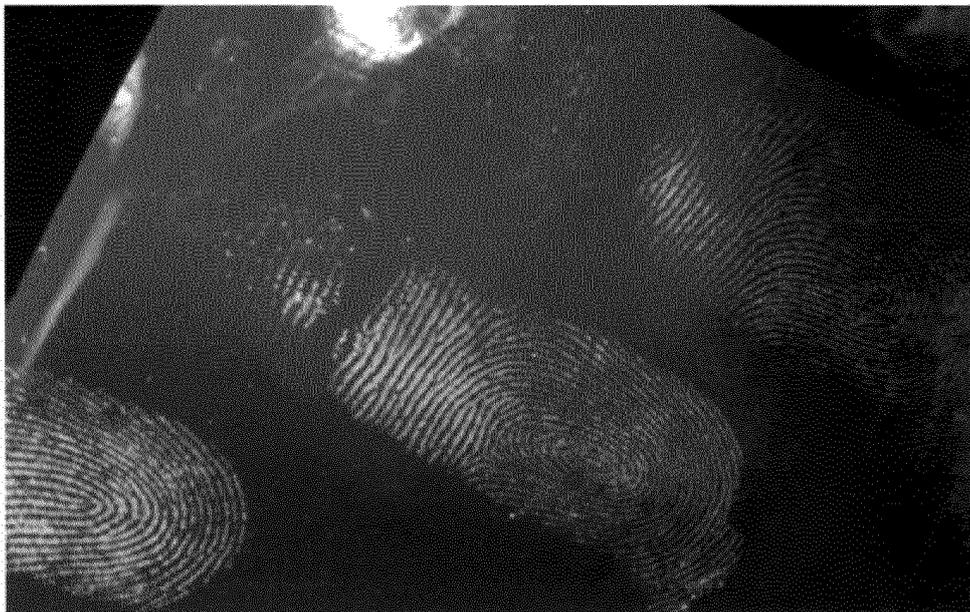


FIGURA 4

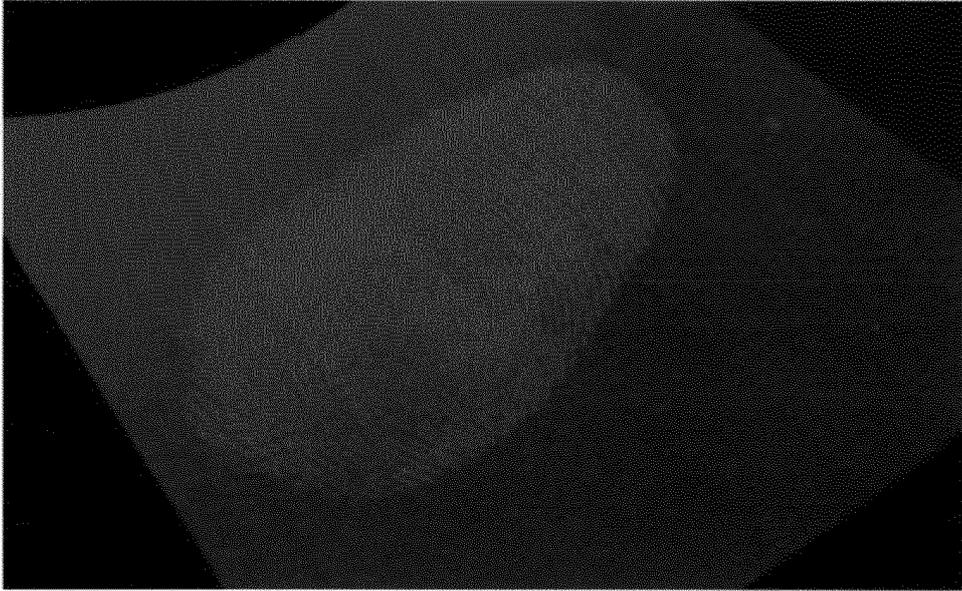


FIGURA 5



FIGURA 6

RESUMO

MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DERIVADOS BENZAZÓLICOS FLUORESCENTES E SUA APLICAÇÃO EM CIÊNCIA FORENSE COMO REVELADORES DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES

A presente invenção descreve a obtenção de derivados benzazólicos fluorescentes que propiciem o mecanismo de transferência protônica no estado excitado (*ESIPT*), bem como sua caracterização e sua aplicação como reveladores de impressões digitais latentes em fitas adesivas de diversas cores e outras superfícies de interesse forense, tais como vidro, metal, plásticos, cerâmicas, entre outras.