

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Odontologia
Programa de Pós-Graduação em Odontologia



Tese

Novos métodos para auxílio na identificação de materiais odontológicos

Luciana Domingues Conceição

Pelotas, 2017

Luciana Domingues Conceição

Novos métodos para auxílio na identificação de materiais odontológicos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Renato Manzolli Leite

Coorientadores: Prof. Dr. Alexandre Severo Masotti

Prof. Dr. Andrew Forgie

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

C744n Conceição, Luciana Domingues

Novos métodos para auxílio na identificação de materiais odontológicos / Luciana Domingues Conceição ; Fábio Renato Manzolli Leite, orientador ; Alexandre Severo Masotti, Andrew Hugh Forgie, coorientadores. — Pelotas, 2017.

93 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Dentística, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Odontologia. 2. Dentística. 3. Odontologia legal. 4. Identificação humana. 5. Materiais dentários. I. Leite, Fábio Renato Manzolli, orient. II. Masotti, Alexandre Severo, coorient. III. Forgie, Andrew Hugh, coorient. IV. Título.

Black : D151

Luciana Domingues Conceição

Novos métodos para auxílio na identificação de materiais odontológicos

Tese apresentada como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia de Pelotas, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 20/02/2017

Banca examinadora:

Prof. Dr. Fábio Renato Manzolli Leite
Doutor em Odontologia (Periodontia) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof^a. Dr^a. Patrícia dos Santos Jardim
Doutora em Odontologia (Dentística Restauradora) pela Universidade Estadual de São Paulo - Araraquara

Prof. Dr. Rafael Guerra Lund
Doutor em Odontologia (Dentística) pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Cláudio Pereira de Pereira
Doutor em Química (Química Orgânica) pela Universidade Federal de Santa Maria

Profa. Dr. César Henrique Zanchi
Doutora em Ciências (Dentística) pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Rafael Ratto de Moraes (suplente)
Doutor em Materiais Dentários pela Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Fábio Garcia Lima (suplente)
Doutor em Odontologia (Dentística) pela Universidade Federal de Pelotas

**Dedico este trabalho a todos que
me incentivaram nesta caminhada, com
amor e carinho.**

Agradecimentos

À **Universidade Federal de Pelotas** por meio do Magnífico Reitor, Prof. Dr. Pedro Curi Hallal.

À **Faculdade de Odontologia** por meio da Senhora Diretora, Profa. Dra. Adriana Etges.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Odontologia** por meio do Senhor coordenador Prof. Dr. Rafael Ratto de Moraes.

À **Faculdade de Odontologia da Universidade de Dundee**, por ter me acolhido com tanto carinho.

Ao meu orientador, professor **Fábio Leite** por estar me acompanhando nessa caminhada desde o mestrado, me apoiando e acreditando nas minhas ideias malucas!

Ao meu coorientador professor **Alexandre Masotti**, com seu conhecimento no mundo visual, vibrando a cada coisa nova que conseguíamos conquistar!

Ao professor **Cláudio Pereira**, pelo apoio ao projeto, pelas conversas, pelas parcerias, com certeza ainda teremos muitas parcerias.

Ao meu orientador escocês, professor **Andrew Forgie**, pelo carinho que fui recebida, pelas ideias e conhecimento que adquiri enquanto estive aos seus cuidados. Amizade que levarei sempre comigo.

Ao **Ciência Sem Fronteiras** pela bolsa de estudo durante o Dourado Sanduíche na Escócia.

Aos Laboratórios **CDC-Bio, Áudio/Visual, Faculdade de Química** da UFPel e da **Universidade de Dundee**, por terem me aberto as portas sempre que necessitei.

Agradeço em especial alguns **professores** que tive o prazer de conviver e que me ajudaram a crescer como pessoa e profissional ao longo da minha carreira acadêmica: Rafael Lund, Patrícia Jardim, Gustavo Nascimento, Fabrício Ogliari, Maximiliano Cenci, Evandro Piva, Josué Martos.

Agradeço aos **colegas de pós-graduação e amigos da vida** que sempre se mostraram dispostos a ajudar, trocar ideias, incentivos e parcerias: Aline Oliveira,

Ferdinan Luiz Leida, Marina Madruga, Carlos Enrique Suárez, Juan Pablo Saavedra, Ricardo Cotto, Katerine Pilownic, Wellington Rosa.

As orientadas Núbia e Isadora por termos trocado tantas experiências.

Agradeço, acima de tudo, aos meus amigos e familiares, especialmente meus pais, Leonora e Luciano, e minha irmã Lara pelos conselhos, por terem sempre incentivado, entendido minhas ausências e mau humor, amo muito vocês!

**“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original”
(Albert Einstein)**

Notas Preliminares

A presente tese foi redigida segundo o Manual de Normas para Dissertações, Teses e Trabalhos Científicos da Universidade Federal de Pelotas de 2013, adotando o Nível de Descrição 4 – estrutura em Artigos, descrita no referido manual. < <http://sisbi.ufpel.edu.br/?p=manual>> Acesso em: 18/10/2016.

O projeto de pesquisa contido nesta tese é apresentado em sua forma final após qualificação realizada em 31 de agosto de 2016 e aprovado pela Banca Examinadora composta pelas Professoras Doutoras Professora Doutora Giana Silveira Lima e Professora Doutora Patrícia dos Santos Jardim.

Resumo

CONCEIÇÃO, Luciana Domingues. **Novos métodos para auxílio na identificação de materiais odontológicos.** 2017. 91f. Tese (Doutorado em Odontologia) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

A excelência estética de materiais restauradores tem sido desenvolvida proporcionando múltiplas máscaras, translucências, opalescências, proporcionado trabalhos com excelente contorno, polimento e com propriedades óticas similares a estrutura dental. Hoje em dia os tratamentos e materiais odontológicos são estéticos e acabam não sendo identificados e notificados na hora do exame odontológico e odontolegal. O objetivo desse estudo foi estabelecer metodologias para auxiliar o cirurgião dentista na hora do exame odontolegal ou na clínica odontológica com uso de substâncias evidenciadoras (corantes) ou luz ultravioleta (UV), detectando e diferenciando os materiais restauradores. Para o ensaio com corantes (n=10), dentes anteriores e pré-molares humanos (n=20) foram selecionados, limpos e restaurados nas faces lingual/palatina e bucal com resinas compostas. Para o ensaio com a luz UV foram confeccionados três discos de 10 mm x 2 mm de cada cor de resina composta (95 cores). As amostras foram fotografadas em câmara escura especialmente construída para o ensaio e as fotos foram analisadas em um software para imagem. Resultados dos corantes mostrou que ambos os ácidos utilizados foram efetivos na seletividade do corante e evidenciando restaurações ($p < 0.05$) comparado com o controle. Os resultados de fluorescência foram categorizados de acordo com o valor de L, em 5 categorias: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto e organizado em um Atlas de Fluorescência. O presente estudo tem um caráter inovador em dois pontos. O primeiro em relação aos de corantes histológicos que foram utilizados como substâncias evidenciadoras, tendo uma nova aplicação em uma nova técnica para auxiliar o profissional a reconhecer a presença de resinas compostas em dentes restaurados. O segundo é em relação ao método e dispositivo utilizado no ensaio de fluorescência, pois não existe na literatura, nem em bancos de patentes, justificando o pedido de proteção do dispositivo e método.

Palavras-chave: odontologia legal, identificação humana, materiais dentários, fluorescência, corantes, fotografia.

Abstract

LUCIANA, Domingues Conceição. **New methods to aid the identification of dental materials.** 2017. 91p. Thesis PhD in Dentistry. Postgraduate Program in Dentistry. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2017.

Aesthetic excellence of restorative materials has been developed providing multiple masks, translucencies, opalescences, providing works with excellent contour, polishing and with optical properties similar to dental structure. Dentists need to deal with numerous shades, compositions and trademarks of composite resins to make perfect restorations, mimicking the characteristics of the original tooth. Forensic dentistry plays a key role in cases of human identification. Postmortem examination can be hampered by a number of reasons, including the poor oral opening of the corpse during cadaveric "rigor mortis" and the presence of soils such as blood and secretions. The site for examination may not be ideal, with little or no light and scarce human and structural resources. This can lead to the loss of important information for the comparison, leading to negative identification. Nowadays treatments and dental materials are aesthetic and end up not being identified and notified at the time of dental and forensic examination. The purpose of this study was to establish methodologies to assist the dentists at the time of examination with use of substances (dyes) or ultraviolet (UV) light, detecting and differentiating restorative materials. For the dye assay (n = 10), anterior and premolar human teeth (n = 20) were selected, cleaned and restored on the lingual / palatal and buccal surfaces with composite resins. For the UV light assay, three 10 mm x 2 mm disks of each color of resin composite from 13 manufacturers were made using a metal matrix, which were polymerized for 20 s on each side. The samples were photographed in a dark box specially built for the test and the photos were analyzed in an imaging software. The obtained values were submitted to statistical analysis and a reference table and a tutorial were constructed so the user can apply the method. The present study has an innovative character in two points. The first one in relation to the histological dyes that were used as substances, having a new application in a new technique to help the professional to recognize the presence of composite resins in restored teeth. The second is in relation to the method and device used in the fluorescence assay, as it does not exist in the literature, nor in patent banks, justifying the request for protection of the device and method.

Key words: Forensic dentistry, human identification, dental materials, dyes, fluorescence, photography

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	PROJETO DE PESQUISA.....	14
3	RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO.....	34
4	ARTIGO 1.....	35
5	ARTIGO 2.....	46
6	CONCLUSÕES.....	62
	REFERÊNCIAS.....	63
	APÊNDICES.....	70
	ANEXOS.....	77

1 Introdução

As restaurações de amalgama têm sido substituídas por resina composta ao longo dos anos, principalmente por razões estéticas (BRUNTHALER et al., 2003). Restaurações de resina composta mostram algumas vantagens como melhor estética, propriedades adesivas, resultando em uma redução do tamanho do preparo (CENCI et al., 2006) e reforço do remanescente dental (COELHO-DE-SOUZA et al., 2008).

Resinas compostas e cerâmicas de excelência estética têm sido desenvolvidas proporcionando múltiplas máscaras, translucências, opalescências e efeitos quando usados com técnicas incrementais e policromáticas, proporcionando trabalhos com excelente contorno, polimento e com propriedades óticas similares a estrutura dental. Cirurgiões-dentistas precisam lidar com inúmeras tonalidades, composições e marcas comerciais de resinas compostas para fazer restaurações perfeitas, mimetizando ao máximo as características do dente original.

A odontologia forense tem um papel fundamental em casos de identificação humana, principalmente quando a identificação visual, papiloscopia ou outros métodos estejam prejudicados (GUPTA et al., 2014). Inúmeras são as situações em que o perito odontólogo é chamado: desastres em massa, putrefação, afogamento, carbonização, poli traumatismo, exumações, marcas de mordida e valas comuns (PRETTY; SWEET, 2001; VERMA et al., 2014). A identificação dental é baseada em comparação de prontuários odontológicos *antemortem* (antes da morte) e *postmortem* (após a morte) e essas fichas podem incluir radiografias, odontograma e modelos de gesso (MARTIN-DE-LAS-HERAS et al., 2010). A outra maneira é quando as informações antemortem não foram disponibilizadas e o prontuário postmortem precisa ser preenchido com todas as características e informações possíveis adquiridas durante o exame do perito para uma identificação em data posterior (PRETTY; SWEET, 2001). A omissão na descrição pode comprometer a identificação da vítima, pois a comparação dentária *postmortem* e *antemortem* torna-se inconsistente (RATTLE; BUSH, 2009).

A nova perspectiva de excelência estética em materiais restauradores tem dificultado o trabalho dos peritos em casos de identificação humana e até mesmo dos práticos nos consultórios dentários, uma vez que a identificação das margens das restaurações em casos de substituições ou reparos se torna um desafio. O exame *postmortem* pode ser dificultado por vários motivos, dentre eles a pouca abertura bucal do cadáver durante a rigidez cadavérica e pela presença de sujidades como sangue e secreções. Além disso, o local do exame pode não ser o ideal, com pouca ou nenhuma luz e com escassos recursos humanos e estruturais (GUZY; CLAYTON, 2013). Isso pode levar a perda de informações importantes para a comparação, fazendo com que a identificação tenha resultado negativo, ou seja, que o cadáver não seja identificado em decorrência da falta de notificação, principalmente de restaurações e trabalhos estéticos, muito comuns atualmente.

Apenas alguns artigos descreveram técnicas usando corantes com finalidade odontologia legal (BENTHAUS; DUCHESNE; BRINKMANN, 1998), mas nenhum utilizando diferentes resinas compostas ou mais de um tipo de corante e protocolos. O desenvolvimento e o estudo de materiais odontológicos com fluorescência vem sido muito estudado ao longo da última década (CARSON et al., 1997, KIM et al., 2016, MELLER; KLEIN, 2015, TAKAHASHI et al., 2008, YU; LEE, 2008), mas poucos relacionados a odontologia forense (GUZY; CLAYTON, 2013, RATTLE; BUSH, 2009). A partir disso, todo e qualquer novo método que possa auxiliar ou melhorar o trabalho do perito ou do profissional em clínica se mostra válido.

2 Projeto de Pesquisa

2.1 Introdução

Todos os dias nos deparamos com manchetes sobre incêndios (ANDERSEN et al., 1995), tsunamis (SCHULLER-GOTZBURG; SUCHANEK, 2007), enchentes, terremotos, acidentes aéreos (CHAPENOIRE; SCHULIAR; CORVISIER, 1998), ataques terroristas, dentre outros. A odontologia tem um significativo papel nesse processo, sendo fundamental na identificação das vítimas e, com isso, proporciona alívio para a família, possibilitando pagamento de seguros, execuções, regularização de casamentos e fundamental na investigação da autoria do crime.

A identificação odontolegal é baseada em comparação de documentação *antemortem* e *postmortem* (prontuário, odontograma, modelos, radiografias, fotos) onde características como trabalhos odontológicos, patologias, diastemas, giroversões, entre outras, são únicas e podem ser usadas para identificar uma pessoa (PRETTY; SWEET, 2001). O exame *postmortem* pode ser dificultado por vários motivos, dentre eles a pouca abertura bucal do cadáver durante a rigidez cadavérica e pela presença de sujidades como sangue e secreções. Além disso, o local do exame pode não ser o ideal, com pouca ou nenhuma luz e com escassos recursos humanos e estruturais, como aparelho de raio-x odontológico. Isso pode levar a perda de informações importantes para a comparação, fazendo com que a identificação tenha resultado negativo, ou seja, que o cadáver não seja identificado em decorrência da falta de notificação, principalmente de restaurações e trabalhos estéticos, muito comuns atualmente.

Nos últimos 10 anos houve um decréscimo de 30% no uso do amalgama dando-se preferência às restaurações com resinas compostas, uma clara busca pela melhora da estética do sorriso (BUSH et al., 2007). Cada vez mais os pacientes

buscam restaurações perfeitas e, por isso, o profissional deve saber quais materiais oferecem as propriedades mais satisfatórias, promovendo saúde e autoestima. O objetivo da dentística restauradora é repor a estrutura dental perdida por cárie ou trauma com materiais que possuem propriedades biológicas, físicas e funcionais similares ao dente natural (CHU; AHMAD, 2003). Com base nisso, algumas escolas de odontologia têm discutido e até abolido de seu currículo de graduação o ensino de técnicas restauradora a base de amálgama.

As resinas são compostas de partícula de carga inorgânica em uma matriz orgânica. A parte inorgânica pode representar 70% ou mais da resina e são incluídas para fornecer a ela resistência mecânica, radiopacidade e capacidade de polimento. A parte orgânica consiste em uma mistura de metacrilatos com inibidores de polimerização, iniciadores, corantes (CRAIG; POWERS, 2004). Atualmente fluoróforos, compostos orgânicos que apresentam fluorescência, foram incluídos nas formulações a fim de imitar a fluorescência natural da estrutura dental (LEE; LU; POWERS, 2005).

Resinas compostas e cerâmicas de excelência estética têm sido desenvolvidas proporcionando múltiplas máscaras, translucências, opalescências e efeitos quando usados com técnicas incrementais e policromáticas, proporcionando trabalhos com excelente contorno, polimento e com propriedades óticas similares a estrutura dental. Por outro lado, o aprimoramento dessas propriedades tem dificultado a detecção visual e radiográfica das restaurações realizadas nos pacinetes e, por isso, retardado ou impedido um preciso exame odontológico no dia a dia dos Institutos Médicos Legais (IML) ou nos desastres de massa. A omissão na descrição dessas restaurações pode comprometer a identificação da vítima, pois a comparação dentária *postmortem* e *antemortem* torna-se inconsistente (RATTLE; BUSH, 2009).

Não somente na odontologia forense, mas também no dia a dia da clínica odontológica, o cirurgião dentista se depara com dificuldade em identificar a completa

remoção de resina composta na troca de restaurações ou na remoção de braquetes ortodônticos. Ademais, ao preencher o odontograma, restaurações de resina composta e coroas totalmente cerâmicas tem seu reconhecimento dificultado pelas qualidades estéticas de ambos os materiais.

Poucos estudos se propuseram a evidenciar restaurações estéticas com uso de substâncias que promovam coloração ou utilizem diferentes comprimentos de onda de luz visível (CARSON et al., 1997, GUZY; CLAYTON, 2013). Apenas o estudo de Benthous (1998) descreve uma técnica de coloração em esmalte utilizando ácido fosfórico a 37% por 120s seguida por aplicação de tinta azul, mas não relata de qual substância se trata. Devido à dificuldade de visualização dos diversos materiais estéticos utilizados atualmente em odontologia, é necessário que sejam pesquisados métodos para auxiliar o profissional a visualizar e descrever corretamente os materiais.

O objetivo desse estudo é estabelecer metodologias com uso de substâncias evidenciadoras e o uso de uma fonte alternativa de luz ultravioleta (UV) que possam ser utilizadas na odontologia legal e na clínica odontológica, evidenciando e diferenciando os materiais restauradores e, assim, auxiliando o profissional na formação de sua convicção. Uma vez estabelecidos os melhores corantes e protocolos será produzido um ou mais produtos e métodos a serem patenteados e comercializados.

2.2 Caracterização dos problemas

O estudo de diferentes metodologias para evidenciar materiais restauradores na prática odontológica é escasso. Há poucos relatos na literatura de uso de corante ou luz ultravioleta para esta finalidade e não há nenhum estudo analisando diferentes protocolos. Não há um produto comercializado com finalidade definida para identificação da presença ou ausência de materiais restauradores.

Além disso, não há na literatura uma metodologia que utilize análise fotográfica com luz ultravioleta a fim de identificar diferenças entre marcas de resinas compostas com a finalidade de distinção entre si.

2.3 Objetivos

2.3.1 Geral

Estabelecer metodologias para auxiliar o cirurgião dentista no exame odontolegal ou na clínica odontológica com uso de substâncias evidenciadoras (corantes) e/ou luz ultravioleta, detectando e diferenciando os materiais restauradores.

2.3.2 Específicos

1. Avaliar o potencial corante de dez tipos de substâncias encontradas no mercado e testá-los em diferentes concentrações em dentes naturais restaurados com resina composta ou cerâmica;
2. Avaliar a necessidade de condicionamento ácido superficial anterior a aplicação do corante;
3. Firmar protocolos para utilização do(s) corante(s);
4. Testar a fluorescência de diversas marcas de resinas compostas com fonte de luz UV;
5. Firmar protocolo para fotografia em ambiente controlado e para analisar amostras em software de imagem.
6. Construir uma tabela de referência com os valores e imagens obtidas.
7. Estabelecer método e material que não causem danos ao cirurgião dentista e ao paciente, que seja de baixo custo e eficiente a ser patenteado e comercializado.

2.4 Metodologia

2.4.1 Ensaio com corantes

2.4.1.1 Preparo das amostras

Dentes anteriores e pré-molares humanos (n=20) serão selecionados no banco de dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de Dundee. Serão limpos com pedra pomes e taça de borrada em baixa rotação e serão feitas cavidades nas faces lingual/palatina e vestibular utilizando ponta diamantada. Os dentes serão restaurados com resinas compostas de quatro diferentes classificações conforme Tabela 1 e serão polidos com kit de lixas Soflex®.

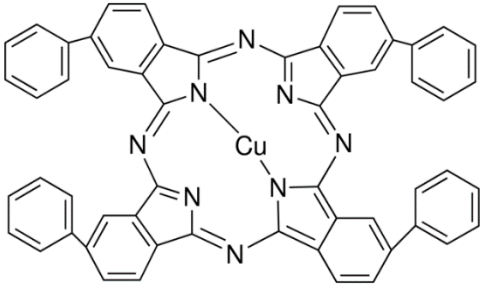
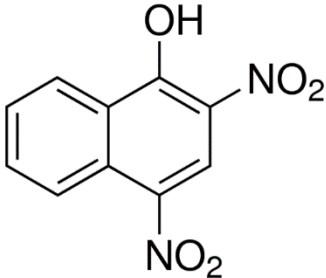
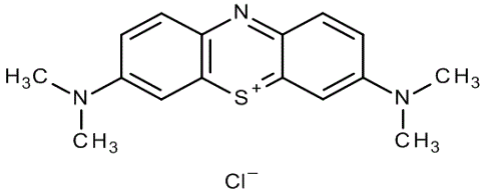
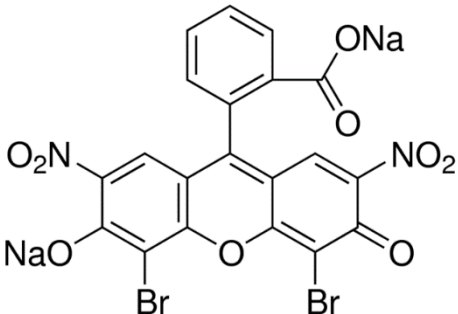
Tabela 1. Descrição das resinas compostas a serem utilizadas para o ensaio com corantes

Nome comercial	Fabricantes	Classificação de partículas
Spectrum	Dentsply	Submicrohíbrida
Venus flow	Heraeus/Alemanha	Nanohíbrida
Charisma	Heraeus /Alemanha	Microglass®
Orbi-Hifil	Orbis/Dinamarca	Híbrida

2.4.1.2 Escolha dos corantes

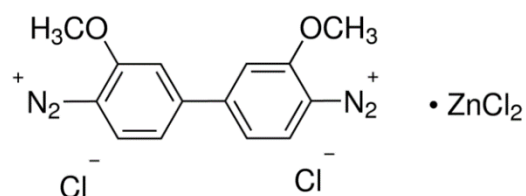
Serão utilizados corantes histológicos e comercialmente disponíveis mostrados na tabela 2.

Tabela 2. Nomenclaturas e fórmulas das substâncias utilizadas

Corantes	Nomenclatura IUPAC	Fórmulas
Verde de Alcian	Não disponível	 $C_{56}H_{32}CuN_8$
Amarelo de Martius	2,5-dinitro-1-naphthalenol	 $C_{10}H_6N_2O_5$
Azul de metileno	[7-(dimethylamino)phenothiazin-3-ylidene]-dimethylazanium;chloride	 Cl^-
Eosina	disodium;2-(4,5-dibromo-2,7-dinitro-3-oxido-6-oxoxanthen-9-yl)benzoate	 $C_{18}H_{18}ClN_3S \cdot xH_2O$

Fast Blue

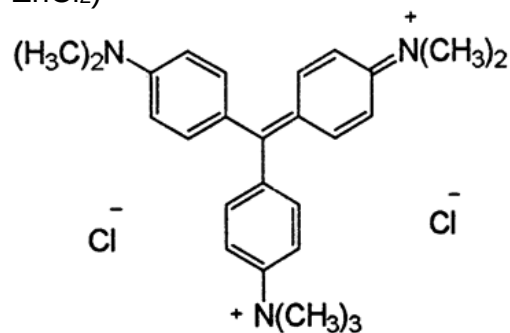
4-(4-diazonio-3-methoxyphenyl)-2-methoxybenzenediazonium ;dichlorozinc;dichloride



$C_{14}H_{12}Cl_4N_4O_2Zn^{++}$ (ou $C_{14}H_{34}N_4O_2Cl_2 \cdot ZnCl_2$)

Verde claro

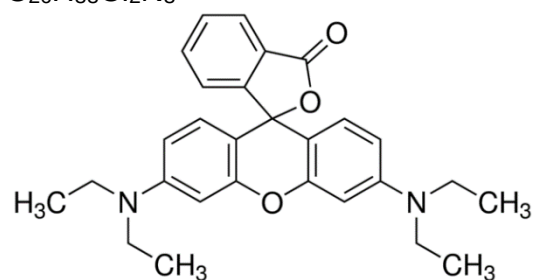
[4-[[4-(dimethylamino)phenyl]-(4-dimethylazaniumylidenecyclohexa-2,5-dien-1-ylidene)methyl]phenyl]-trimethylazanium;dichloride



Rodamina B

9-ortho-carboxyphenyl-6-diethylamino-3-ethylimino-3-isoxanthene

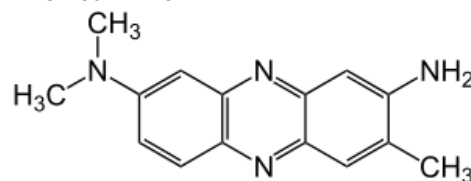
$C_{26}H_{33}Cl_2N_3$



Vermelho Neutro

$N^2,N^2,7$ -trimethylphenazine-2,8-diamine($N^2,N^2,7$ -trimetilfenazina-2,8-diamina)

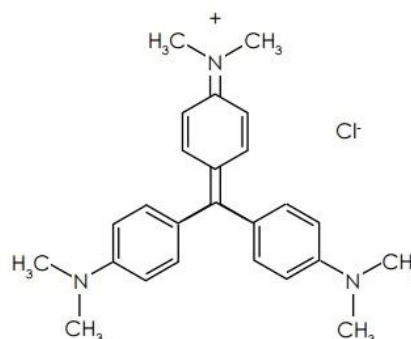
$C_{28}H_{30}N_2O_3$



$C_{15}H_{17}ClN_4$

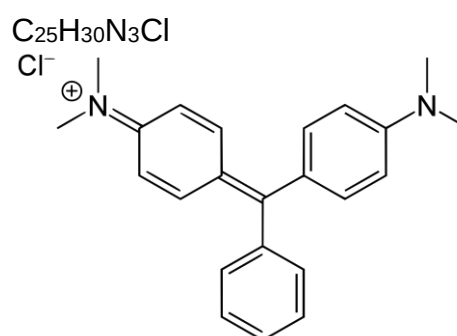
Violeta
Genciana

[4-[bis[4-(dimethylamino)phenyl]methylidene]cyclohexa-2,5-dien-1-ylidene]-dimethylazanium;chloride



Verde de
Malaquita

[4-[[4-(dimethylamino)phenyl]-phenylmethylidene]cyclohexa-2,5-dien-1-ylidene]-dimethylazanium;chloride



Ácidos	Nomenclatura IUPAC	Fórmulas
Fosfórico	Phosphoric acid	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO} - \text{P} - \text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
Hidrofluorídrico	Fluorane	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{PO}_4 \\ \text{H} - \text{F} \end{array}$

Informações retiradas da SDS Sigma-Aldrich e software ChemDraw® e PubChem

2.4.1.3 Preparo de soluções corantes

Soluções corantes serão preparadas em diferentes concentrações (0,25%, 1% e 2%). Todos os corantes utilizados serão apresentados na forma de pó e diluídos em água destilada.

2.4.1.4 Protocolos propostos

Os protocolos propostos serão modificados, baseados no método utilizado por Benthaus (1998). Para cada corante serão feitos quatro testes diferentes, repetidos para cada concentração:

1. GControl: o corante será aplicado com um microaplicador descartável (Microbrush, Microbrush International, Grafton, WI) em toda superfície do dente e da restauração, aguardados 20 s e seco com gaze.
2. Ghidro a 5%: o ácido hidrófluorídrico a 5% será aplicado por 60 s, lavado com água e seco com gaze. Após, o corante será aplicado com um microaplicador descartável em toda superfície do dente e restauração, aguardados 20 s e seco com gaze.
3. Gfosf a 37%: o ácido fosfórico a 37% será aplicado por 60 s, lavado com água e seco com gaze. Após, o corante será aplicado com um microaplicador descartável em toda superfície do dente e restauração, aguardados 20 s e seco com gaze.
4. GClor: o clorofórmio será aplicado por 60 s, lavado com água e seco com gaze. Após, o corante será aplicado com um microaplicador descartável em toda superfície do dente e restauração, aguardados 20 s e seco com gaze.

A análise visual será feita por um avaliador cego em relação aos fabricantes de resinas compostas e será feita através de análise visual através de conceitos baseados no estudo de Carson, et al. (1997), os quais consistem em visualmente

insatisfatório “-“, ligeiramente marcado “+”, marcado “++”, muito marcado “+++”. Os dados serão anotados em fichas confeccionadas para este fim. As amostras serão fotografadas e será feito um quadro comparativo. Os dados serão analisados estatisticamente.

2.4.2 Ensaio com luz ultravioleta

2.4.2.1 Preparo das amostras

Serão confeccionados três discos de resina composta de cada fabricante medindo 10 mm x 2 mm (Tabela 3) utilizando uma matriz metálica entre duas lâminas de vidro. Os discos serão polimerizados durante 20s de cada lado, utilizando fotopolimerizador 3M ESPE Elipar™, 1200 mW/cm². A metodologia será adaptada de Lim (2007). Serão testadas resinas compostas de diferentes fabricantes e classificações, preferencialmente na cor A2. Amostras controle de dentina e esmalte serão feitas a partir de dentes humanos hígido que serão seccionados no sentido transversal em terço médio, obtendo-se um slice de 2 mm que será mantido em solução de cloreto de sódio a 0,9% para evitar a desidratação.

Tabela 3. Resinas a serem utilizadas no ensaio com a luz ultravioleta.

Nome Comercial	Cor	Fabricante	Composição
4 Seasons	A1E, A2E, A3E, B2E, C3E, A1D, A2D, A3,5D, C3D, High, T, Low, White, Bleach XL, Bleach M, Blue, Clear	Ivoclar Vivadent	Microhíbrida

Amelogen® Plus	A2	Ultradent Products Co.	Micro-híbrida
AristoFil posterior	G, L	Wright Cottrell	Micro-híbrida reforçada com vidro
Charisma	OA2, A2, C3,	Heraeus Kulzer	Microglass®
Estelite	A1, A2	Tokuyama Corp.	Supra-nano
Empress Direct	A2E	Ivoclar Vivadent	Nano-híbrida
Filtek Supreme	CT, YT, WD	3M/ESPE	Nano-híbrida
Filtek™ Z350	OA3, A2E	3M/ESPE	Híbrida
Filtek™ Z350XT	WB, XWE, C3B, B2B, B2E, C4D, WD, C2B, A3B, C1B	3M/ESPE	Nano
Heliomolar	A3	Ivoclar Vivadent	Híbrida
Herculite XRV	A2	Kerr	Microhíbrida
Herculite XR	LY	Kerr	Microhíbrida
ICE	A3,5E, A3E, A1E, A2E, OA2D, OA3D	SDI	Nano-híbrida
Lite fill II posterior	A2	Shofu Inc.	Híbrida
Lite fill II anterior	A2	Shofu Inc.	Híbrida
Llis	I, EA1, EA2, EA3,5, EA3, EB1, EB2, EC2, DA3, DA3,5, DA2	FGM, Brasil	Microhíbrida
Oclusin posterior	G	ICI	Híbrida

Opallis	EA1, EA2, EA3, EB2, DA1, DA2, DB2, DA3	FGM	Nano-híbrida
Opalux	DY	ICI	Híbrida
Opalux anterior	S	ICI	Híbrida
Orbi-Hifi	A2	Orbis	Híbrida
Premise flow	A1, XLI	Kerr	Nano
Premise	A1B, A3B	Kerr	Nano
Renamel®	Bzero	Cosmedent Inc.	Nano
Rok	A3,5, C2, A3, B2, A2	SDI	Híbrida
Spectrum®	OA2D, A2	Denstply Inc.	sub-micron híbrida
Silux Universal	O	3M/ESPE	Microhíbrida
Valux	Extra light	3M/ESPE	Híbrida
Venus Diamond®	A2	Heraeus Kulzer	Nano-híbrida
Venus Diamond® Flow	A2	Heraeus Kulzer	Nano-híbrida
Z100	I, A2	3M/ESPE	Híbrida

As resinas citadas estão grafadas conforme embalagem do fabricante.

2.4.2.2 Ensaio

O protocolo utilizado foi modificado de Silva (2013). A fluorescência das amostras será obtida em uma câmara escura confeccionada especialmente para o experimento onde a única fonte de luz será uma lanterna UltraFire® WF-501B G60 3W, com emissão de luz ultravioleta de comprimento de onda de 395-410nm, sustentada por um pedestal que formará um ângulo de 45 graus com o suporte do

corpo de prova. A amostra será colocada sob um retângulo de papel cartão na cor preta de 10,0 cm x 10,0 cm, que servirá como fundo inerte. A máquina fotográfica será mantida em um tripé, formando um ângulo de 90 graus com a mesa da amostra. Todo o sistema ficará fechado, evitando entrada de luz natural no sistema.

As fotografias serão obtidas com uma câmera fotográfica profissional Nikon modelo D90, com lente macro de 105 mm, manualmente configurada com f/22, 1/13 s, ISO 200, distante aproximadamente 10 cm do objeto, sem uso de flash. O processamento das imagens será feito com a ajuda de um software para tratamento de imagem, Adobe® Photoshop® CS6 que calcula os parâmetros L^* , a^* , b^* , de acordo com um sistema internacional para medição, adotado pela Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) em 1976, conhecido como CIE $L^*a^*b^*$ ou CIELAB, onde L^* é a luminescência que tem valores de 100 a 0 (do preto ao branco), a^* do vermelho ao verde e b^* do azul ao amarelo (Figura 1). No programa uma área de seleção será formada na fotografia em forma de quadrado com 2 cm de lado, que será salva e usada em todas as fotografias a fim de padronizar a seleção. Três valores simples de L , a e b obtidos de cada amostra serão colocados em uma tabela no software Microsoft Excel e analisados. As resinas com valores semelhantes serão agrupadas e será confeccionada uma tabela com valores de referência e tipo protocolo com figuras e valores, para que o usuário possa classificar sua amostra conforme a referência proposta pelo estudo. Também será preparado um tutorial para auxiliar o futuro usuário quanto ao uso do protocolo no photoshop e uso da tabela.

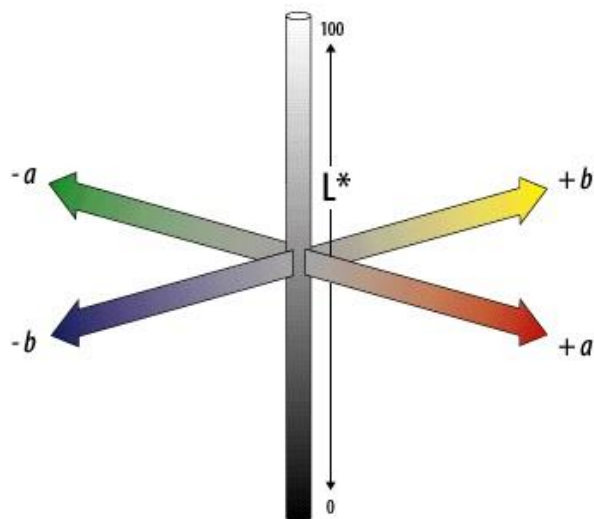


Figura 1. Esquema do sistema CIE L*, a*, b*.

2.4.2.3 Análise estatística

Os dados serão submetidos a análise descritiva e avaliados quanto à normalidade e igualdade de variâncias por meio de software estatístico (Stata/SE 13.0, StataCorp, TX, USA) como condição para utilização de análise estatística paramétrica por meio de one-way ANOVA. Dados que apresentarem distribuição não-normal será utilizado teste de Kruskal Wallis, em ambos os casos será posteriormente utilizado um teste pos-hoc para detectar diferenças entre médias dos grupos. Será considerado um valor alfa igual a 5% nas análises.

2.5 Inovação

O presente estudo tem um caráter inovador em dois pontos. O primeiro em relação aos corantes histológicos que serão utilizados como substâncias evidenciadoras. Terão uma nova aplicação em uma técnica para auxiliar o profissional a reconhecer a presença de resinas compostas em dentes restaurados, além de serem inseridos em dispositivos aplicadores. A técnica e demais protocolos não

existem na literatura nem nos bancos de patentes, o que justifica o pedido de proteção que será feito junto ao Coordenação de Inovação Tecnológica (CIT) da UFPel. O segundo é em relação ao método e dispositivo utilizado no ensaio de fluorescência, pois não existe na literatura, nem em bancos de patentes, justificando o pedido de proteção do dispositivo.

2.6 Referências

ANDERSEN, L.; JUHL, M.; SOLHEIM, T.; BORRMAN, H. Odontological identification of fire victims--potentialities and limitations **International Journal of Legal Medicine**, v.107, n.5, p.229-234, 1995.

BENTHAUS, S.; DUCHESNE, A.; BRINKMANN, B. A new technique for the postmortem detection of tooth-coloured dental restorations **International Journal of Legal Medicine**, v.111, n.3, p.157-159, 1998.

BUSH, M. A.; MILLER, R. G.; PRUTSMAN-PFEIFFER, J.; BUSH, P. J. Identification through X-ray fluorescence analysis of dental restorative resin materials: a comprehensive study of noncremated, cremated, and processed-cremated individuals **Journal of Forensic Science**, v.52, n.1, p.157-165, 2007.

CARSON, D. O.; ORIHARA, Y.; SORBIE, J. L.; POUNDER, D. J. Detection of white restorative dental materials using an alternative light source **Forensic Science International**, v.88, n.2, p.163-168, 1997.

CHAPENOIRE, S.; SCHULIAR, Y.; CORVISIER, J. M. Rapid, efficient dental identification of 92% of 13 train passengers carbonized during a collision with a petrol tanker **American Journal of Forensic Medical Pathology**, v.19, n.4, p.352-355, 1998.

CHESNE, A. D.; BENTHAUS, S.; BRINKMANN, B. [Forensic identification value of roentgen images in determining tooth-colored dental filling materials] **Archives Kriminology**, v.203, n.3-4, p.86-90, 1999.

CHU, S. J.; AHMAD, I. Light dynamic properties of a synthetic, low-fusing, quartz glass-ceramic material **Practice Procedures Aesthetic Dentistry**, v.15, n.1, p.49-56; quiz 58, 2003.

CRAIG, R. G.; POWERS, J. M. **Materiais dentários restauradores**. 11.ed. São Paulo:Series Santos, 2004.

DA SILVA, R. D.; DA SILVA, M. A.; DE OLIVEIRA, O. B.; MELO, A. C.; DE OLIVEIRA, R. N. Dental fluorescence: potential forensic use **Forensic Science International**, v.231, n.1-3, p.167-171, 2013.

GUZY, G.; CLAYTON, M. A. Detection of composite resin restorations using an ultraviolet light-emitting diode flashlight during forensic dental identification **American Journal of Forensic Medicine Pathology**, v.34, n.2, p.86-89, 2013.

LEE, Y. K.; LU, H.; POWERS, J. M. Fluorescence of layered resin composites **J Esthet Restorative Dentistry**, v.17, n.2, p.93-100; discussion 101, 2005.

LIM, Y. K.; LEE, Y. K. Fluorescent emission of varied shades of resin composites **Dental Materials**, v.23, n.10, p.1262-1268, 2007.

PRETTY, I. A.; SWEET, D. A look at forensic dentistry--Part 1: The role of teeth in the determination of human identity **Brasilian Dental Journal**, v.190, n.7, p.359-366, 2001.

RATTLE, C. N.; BUSH, M. A. Fluorescence and structural degradation in composite resins as a function of temperature **Journal of Forensic Science**, v.54, n.2, p.433-438, 2009.

SCHULLER-GOTZBURG, P.; SUCHANEK, J. Forensic odontologists successfully identify tsunami victims in Phuket, Thailand **Forensic Science International**, v.171, n.2-3, p.204-207, 2007.

ORÇAMENTO

Descrição	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Resinas compostas	1 tubo de cada cor - 40	50,00	2.000,00
Corantes	11	20,00	220,00
Cerâmica IPS Empress	1	400,00	400,00
Espátula de resina composta	1	50,00	50,00
Camara escura	1	280,00	280,00
Lanterna UV	2	200,00	200,00
TOTAL			3.150,00

3 Relatório do trabalho de campo

Os objetivos específicos propostos no projeto foram todos realizados. As diferenças entre o projeto de pesquisa apresentado no item 2 e os artigos a seguir apresentados nos itens 4 e 5 mostram a inclusão e exclusão de algumas metodologias.

4 Artigo 1¹

Staining protocols to improve detection of dental materials

Luciana Domingues Conceição^a, Andrew Hugh Forgie^b, Fábio Renato Manzolli Leite^c

^aDepartment of Restorative Dentistry, Dental School, Federal University of Pelotas, Pelotas, RS, Brazil. E-mail: ludconceicao@hotmail.com

^bDepartment of Restorative Dentistry, School of Dentistry, University of Dundee, Dundee, Scotland, UK. E-mail: a.h.forgie@dundee.ac.uk

^cDepartment of Semiology and Clinics, Dental School, Federal University of Pelotas, Pelotas, RS, Brazil. E-mail: leite.fabio@gmail.com

CORRESPONDING AUTHOR: Fábio Renato Manzolli Leite, Faculdade de Odontologia – Departamento de Semiologia e Clínica. Rua Gonçalves Chaves, 457 – Centro, Pelotas, RS, CEP: 96015-560. E-mail: leite.fabio@gmail.com

Key words: human identification, forensic dentistry, dyes, dental materials, resin composites, forensic science.

Sources of funding: Financial support provided by CAPES – Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel.

¹ Artigo formatado segundo as normas do periódico Forensic Science International

Abstract

Dentists have to deal with different shades, compositions and brands of resin composites to build the perfect restorations and mimic the original teeth characteristics. This new perspective of aesthetics in dental materials has hampered the forensic expert in cases of identification, and even in dental practices, since the identification of the margins of restorations in need of replacement or a dental exam in new patients has become a challenge. Anterior and premolars human's teeth were chosen (n=20) and class V cavities were made in lingual/palatal and buccal sides. All dyes were dissolved in distilled water: alcian green, crystal violet, eosin, light green, luxol fast blue, methylene blue, malachite green, matius yellow, neutral red, orange G and rhodamine B. Three protocols were made using phosphoric acid (Gphos) and hydrofluoric acid (Ghydro) for 60 s previously of the dye application for 20 s. The control group (Gcontrol) was acid free. Visual and statistical analyses showed that darker dyes had better results with 2% concentration (crystal violet, methylene blue, malachite green and neutral red). Different brands of restorative materials used in this study did not influence the result. Both Gphos and Ghydro were effective in discriminating restorations, showing statistic difference ($p<0.05$) compared to Gcontrol; Gphos and Ghydro did not show statistic difference. All dyes had the same behaviour compared to acid-treatment. Gphos enabled the enamel surfaces to be stained leaving the restoration without pigmentation while Ghydro led to composite staining but not the enamel. In Gcontrol, dyes stained enamel and restoration it did not show selective stain with all dyes. This method showed to be reliable to identify dental fillings. It is a cheap, easy and quick method to improve human identifications, mainly in mass disasters situations, and can be used in dental practice to assist in repairs or removal of resin composites residuals. Thus, dentists can choose among these protocols according to their specific goals, i.e. identification of composites or enamel, or according to the access to the dyes.

Introduction

Amalgam fillings has been replaced for resin composites over the years, mainly for aesthetics reasons [1]. Composite resin fillings have some advantages such as better aesthetics; adhesive properties, resulting in reduced preparation size [2] and reinforcement of the remaining dental structure [3].

Dentists have to deal with different shades, compositions and brands of resin composites to build the perfect restorations and mimic the original teeth characteristics. But not only composites, ceramic systems also show perfect adaptation and all the natural tooth properties like translucency, fluorescence and opalescence. This new perspective of aesthetics in dental materials has hampered the forensic expert in cases of identification, and even in dental practices, since the identification of the margins of restorations in need of replacement or a dental exam in new patients has become a challenge.

In the forensic field, dental identification is based on two protocols. Most frequently it is performed comparing dental profiles, antemortem (before death) and postmortem (after death) Typical antemortem dental records may include radiographs, dental charts (odontograms) and dental casts [4]. The other way is when the antemortem profile is not available and the postmortem profile must be filled with all possible characteristics to enable the identification in a posterior date [5]. Aesthetic materials have made it difficult to detect and correct charting. Complicating this is the fact; forensic odontologist may be performing the identification in a not familiar location, e.g. a temporary morgue in a tent or warehouse. In these locations, access to water and sources of electricity may be limited, making visualization and the ability to thoroughly clean and dry the dentition more difficult [6]. Autopsy conditions are often more difficult because of the presence of the putrefaction, blood, stomach products and, moreover, the difficulty to open the oral cavity when the rigor mortis is installed. Even in dental practice, where the dentist has an especial equipment, a perfect polished and tooth-coloured restorations can be overlooked.

Staining is basically the artificial coloration of a material to facilitate its examination by the use of a coloured organic molecule called dye [7]. Only a few papers described techniques using dyes for forensic purposes [8], but none using different kind of composites or testing more than one dye and protocols. The aim of this study was to create an easy and cheap technique using conventional histology dyes to assist and improve dental examination in morgues, mass disasters and clinical settings.

Material and Methods

Sample preparation

Anterior and premolars human's teeth were chosen (n=20) and class V cavities were made in lingual/palatal and buccal sides using a diamond bur. Teeth were cleaned with water and prophylaxis brush. The 37% phosphoric acid was applied with a syringe for 60 s and rinsed with water for 10 s. A two-step adhesive system (XP Bond, Dentsply, Germany) was applied and photo-cured (Elipar™, 3M ESPE, 1200 mW/cm²) according to the manufacturers' instructions. Teeth were restored with the resin composites (n=10 per composite) showed in table 1 and polished with Sof-Lex® kit (3M/ESPE).

Table 1 Brand and description of the composites for dental filling

Composites	Manufacturer	Classification
Spectrum	Dentsply/Germany	Submicrohybrid
Venus flow	Heraeus/Germany	Nano-hybrid
Charisma	Heraeus /Germany	Microglass®
Orbi-Hifil	Orbis/Denmark	Hybrid

Dyes preparation

All dyes were dissolved in distilled water: alcian green, crystal violet, eosin, light green, luxol fast blue, methylene blue, malachite green, matius yellow, neutral red, orange G and rhodamine B. The concentrations were tested in a pilot study (1%, 2% and 3%) and after statistical analyses by Fisher's exact test, the concentration of 2% showed best results ($p < 0.0001$, data not shown). The time used for acid-etching was established by manufacturers in 60 s. After each test, teeth were cleaned with 70% ethanol, polished with Sof-lex® Kit (3M/ESPE) and stored in distilled water for 24h.

Protocols

Gcontrol: Dyes were applied on tooth and restoration surface with a micro applicator (Microbrush, Microbrush International, Grafton, WI) for 20 s without conditioning and dried with gauze.

Ghydro: 5% Hydrofluoric Acid Gel (Ivoclar-Vivadent) as applied with a syringe for 60 s and rinsed with water. The dyes were applied with a Microbrush (Microbrush International, Grafton, WI) along the surface of the tooth and the restoration, expected 20 s and dried with gauze.

Gphos: 37% Phosphoric Acid Gel (Ivoclar-Vivadent) was applied with a syringe for 60 s, rinsed with water. The dyes were applied with a Microbrush (Microbrush International, Grafton, WI) along the surface of the tooth and the restoration, expected 20 s and dried with gauze.

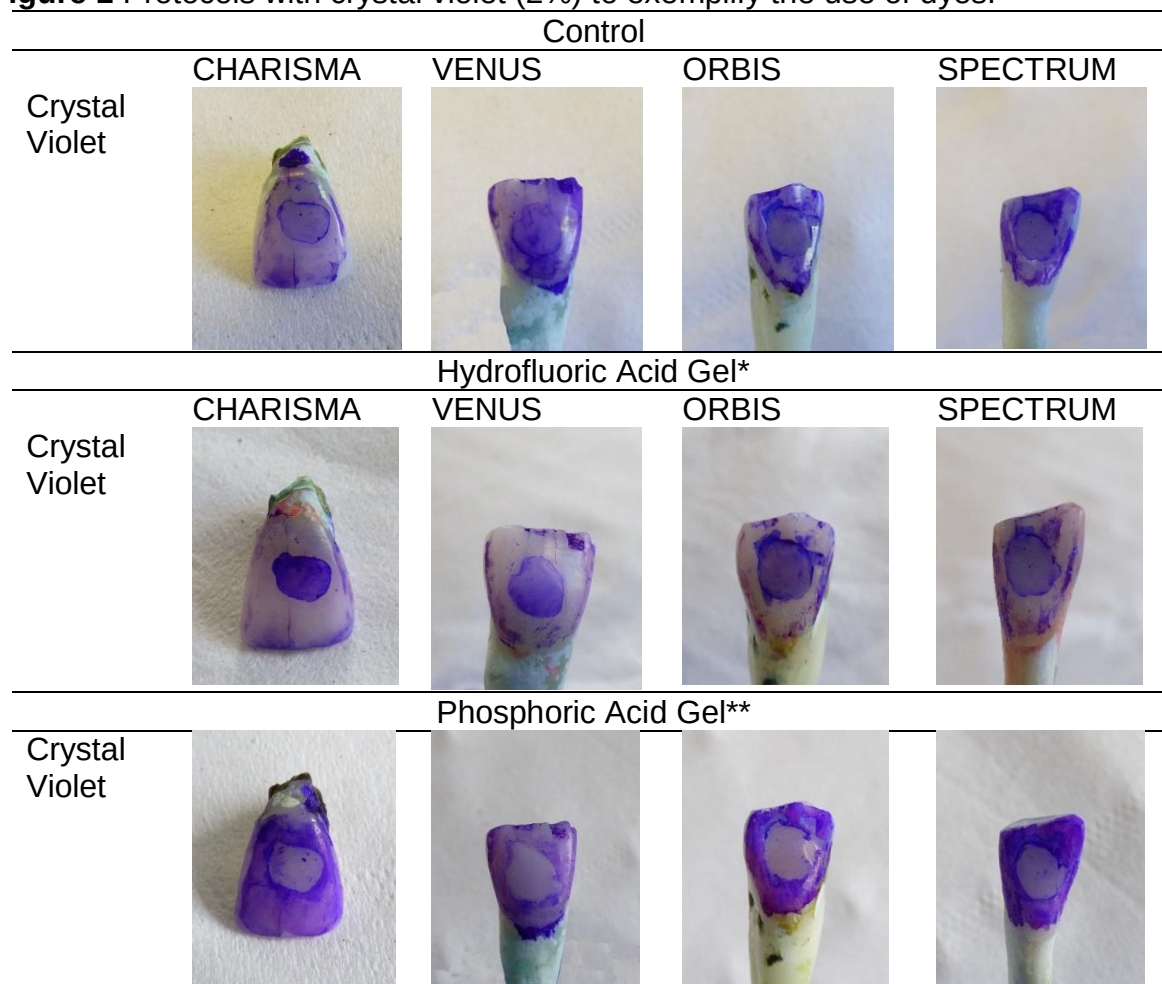
Visual examination was performed using concepts based on capability of the operator to distinguish the restoration: Visibility reduced (-); Slightly improved (+); Marked improvement (++); Very marked improvement (+++) [9].

Results

Different brands of restorative materials used in this study did not influence the result. Both Gphos and Ghydro were effective in discriminating restorations, showing

statistic difference ($p < 0.05$) compared to Gcontrol; Gphos and Ghydro did not show statistic difference. All dyes had the same behaviour compared to acid-treatment. Gphos enabled the enamel surfaces to be stained leaving the restoration without pigmentation while Ghydro led to composite staining but not the enamel. Crystal violet, methylene blue, malachite green and neutral red showed best results with 2% solution in Gphos and Ghydro. In Gcontrol, dyes stained enamel and restoration it did not show selective stain with all dyes.

Figure 1 Protocols with crystal violet (2%) to exemplify the use of dyes.



*Protocol enable pigmentation only in composite.

**Protocol enable pigmentation only in enamel.

Discussion

The main idea of this study was to establish protocols to be used in clinical settings and in forensic dentistry to enhance visualization of dental restorations or its remaining's. With special regards to forensic dentistry, protocols were thought to use easy to find, apply and carry substances to identify dental materials in morgues, and mass disasters. Most of the morgues around the world are not be able to provide appropriate conditions as good illumination, portable dental x-rays to complement the examination or enough staff, thereat can lead to mistakes during dental charts filling, and result in a non-possible identification of the deceased. It is known that the dental radiographs is an important part in forensic dentistry, but a previous study [10] found that 40% of aesthetical restorations could not be detected on dental radiographs at an acceptable resolution, and it is still difficult to discriminate some resin materials and teeth [11]. This is another reason to think in alternative methods to improve the forensic dental examination.

Likewise, dental materials show fluorescence when illuminated with ultraviolet light [12, 13]. Normally this property and method are used for material detection, but material and tooth can match in fluorescence, making the detection impaired [14]. Bux [15] demonstrated that high quality tooth-coloured dental restorations may be overlooked even by an experienced dentist and suggested that phosphoric acid [15] could be used to facilitate the visual identification of tooth-coloured restorations, because the use of acids change dental surface ionic characteristic.

The interaction mechanisms between tissues and dyes rely on the same forces that occur in other organic compounds, and they can be classified in physical and chemical. In physical stains the dye may be dissolved in the stained substance, absorbed on the surface of the tissue structure or precipitated within the tissue. Chemical interactions are more common in histology and imply a tissue-dye binding. Ionic bond or electrostatic interaction is the most important in histological staining and involves electrostatic attractions between opposite charges of dye and tissue [7]. The

acids applied in this study are commonly used for adhesive bonding technique materials, phosphoric acid (H_3PO_4) etching for adhesive resin composites and hydrofluoric acid etching is an imperative procedure for the success of adhesive cementation of silica-based ceramics[16]. Enamel phosphoric etching can dissolve and demineralize the inorganic $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ matrix, creating micro pores and microgrooves to improve mechanical retention, and also increase the attraction of positively charged molecules of dyes [17] [18]. In our study, the staining process was probably due to micromechanical retention and surface tension alteration induced by different acids.

This method provides a selective stain. To improve visualization of enamel, dentist can use phosphoric acid and analyse its extensions, caries and fillings. Otherwise, he or she can enrich visualization of fillings when hydrofluoric acid is used, promoting stain of the fillings and theirs extension. The visualization of tooth and fillings colorations were improved when darked dyes were used.

Regarding of time of acid-etching, a few studies show that ceramic etching with a 5% HF during 2-3 minutes is enough to dissolve the glassy phase[19], increasing roughness and creating a surface more favourable to bonding. In the same way a previous study [20] showed that 10% hydrofluoric acid etching for 1 min produces a rougher surface in ceramics similar to enamel. The etching time of (60 s) for hydrofluoric acid, in our study, contraries other authors because our intention is not to promote bonding but dying and we could do that time-less consuming. In Since the early 1980s the phosphoric etching was fixed in 60 s, to obtain the preferred morphologic alteration of enamel prisms [21, 22]. A systematic review concluded that an etching time of less than 60 seconds (30 seconds, 15 seconds, or even shorter) can produce similar clinical results for enamel adhesion.

The concentration of dyes we test was lower as possible to promote dyeing and it is because that decrease the costs, and dentists may be less exposed to chemicals, even if they are non-toxic, and the amount of available dye may be few.

Although this technique was tested only in enamel fillings and composites, the etching protocol has potential to be used also when dentin or ceramics are involved. Thus, the acids can be used to make a selective etching, depending on the situation and preference.

Conclusion

This method showed to be reliable to identify dental fillings. It is a cheap, easy and quick method to improve human identifications, mainly in mass disasters situations, and can be used in dental practice to assist in repairs or removal of resin composites residuals. Protocols with acids were effective in helping to discriminate between enamel and composites, with improved results with darkened dyes. Thus, dentists can choose among these protocols according to their specific goals, i.e. identification of composites or enamel, or according to the access to the dyes.

References

- [1] A. Brunthaler, F. Konig, T. Lucas, W. Sperr, A. Schedle, Longevity of direct resin composite restorations in posterior teeth, *Clinical oral investigations* 7(2) (2003) 63-70.
- [2] M.S. Cenci, R.G. Lund, C.L. Pereira, R.M. de Carvalho, F.F. Demarco, In vivo and in vitro evaluation of Class II composite resin restorations with different matrix systems, *The journal of adhesive dentistry* 8(2) (2006) 127-32.
- [3] F.H. Coelho-De-Souza, G.B. Camacho, F.F. Demarco, J.M. Powers, Fracture resistance and gap formation of MOD restorations: influence of restorative technique, bevel preparation and water storage, *Operative dentistry* 33(1) (2008) 37-43.
- [4] S. Martin-de-Las-Heras, A. Valenzuela, D. Luna Jde, M. Bravo, The utility of dental patterns in forensic dentistry, *Forensic science international* 195(1-3) (2010) 166 e1-5.
- [5] I.A. Pretty, D. Sweet, A look at forensic dentistry--Part 1: The role of teeth in the determination of human identity, *British dental journal* 190(7) (2001) 359-66.
- [6] G. Guzy, M.A. Clayton, Detection of composite resin restorations using an ultraviolet light-emitting diode flashlight during forensic dental identification, *The American journal of forensic medicine and pathology* 34(2) (2013) 86-9.

- [7] T. Veuthey, G. Herrera, V.I. Dodero, Dyes and stains: from molecular structure to histological application, *Frontiers in bioscience* 19 (2014) 91-112.
- [8] S. Benthous, A. DuChesne, B. Brinkmann, A new technique for the postmortem detection of tooth-coloured dental restorations, *International journal of legal medicine* 111(3) (1998) 157-9.
- [9] D.O. Carson, Y. Orihara, J.L. Sorbie, D.J. Pounder, Detection of white restorative dental materials using an alternative light source, *Forensic science international* 88(2) (1997) 163-8.
- [10] A.D. Chesne, S. Benthous, B. Brinkmann, [Forensic identification value of roentgen images in determining tooth-colored dental filling materials], *Archiv fur Kriminologie* 203(3-4) (1999) 86-90.
- [11] A.M. Amirouche, M.; Watts, D. C., Radiopacity evaluation of Bis-GMA/TEGDMA/opaque mineral filler dental composites *Journal of Applied Polymer Science* 104(3) (2007) 1632-1639.
- [12] R.D. da Silva, M.A. da Silva, O.B. de Oliveira, A.C. Melo, R.N. de Oliveira, Dental fluorescence: potential forensic use, *Forensic science international* 231(1-3) (2013) 167-71.
- [13] Y.K. Lim, Y.K. Lee, Fluorescent emission of varied shades of resin composites, *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 23(10) (2007) 1262-8.
- [14] A.S. Hermanson, M.A. Bush, R.G. Miller, P.J. Bush, Ultraviolet illumination as an adjunctive aid in dental inspection, *Journal of forensic sciences* 53(2) (2008) 408-11.
- [15] R. Bux, D. Heidemann, M. Enders, H. Bratzke, The value of examination aids in victim identification: a retrospective study of an airplane crash in Nepal in 2002, *Forensic science international* 164(2-3) (2006) 155-8.
- [16] R. Ramakrishnaiah, A.A. Alkheraif, D.D. Divakar, J.P. Matinlinna, P.K. Vallittu, The Effect of Hydrofluoric Acid Etching Duration on the Surface Micromorphology, Roughness, and Wettability of Dental Ceramics, *International journal of molecular sciences* 17(6) (2016).
- [17] J. Noble, N.E. Karaiskos, W.A. Wiltshire, In vivo bonding of orthodontic brackets to fluorosed enamel using an adhesion promotor, *The Angle orthodontist* 78(2) (2008) 357-60.
- [18] O. Addison, P.M. Marquis, G.J. Fleming, The impact of hydrofluoric acid surface treatments on the performance of a porcelain laminate restorative material, *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 23(4) (2007) 461-8.
- [19] D.M. Qeblawi, C.A. Munoz, J.D. Brewer, E.A. Monaco, Jr., The effect of zirconia surface treatment on flexural strength and shear bond strength to a resin cement, *The Journal of prosthetic dentistry* 103(4) (2010) 210-20.
- [20] S. Fraga, L.F. Valandro, M.A. Bottino, L.G. May, Hard machining, glaze firing and hydrofluoric acid etching: Do these procedures affect the flexural strength of a leucite glass-ceramic?, *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 31(7) (2015) e131-40.

[21] M.G. Buonocore, Retrospections on bonding, *Dental clinics of North America* 25(2) (1981) 241-55.

[22] J.J. Zhu, A.T. Tang, J.P. Matinlinna, U. Hagg, Acid etching of human enamel in clinical applications: a systematic review, *The Journal of prosthetic dentistry* 112(2) (2014) 122-35.

5 Artigo 2²

New fluorescence analyses to aid dental material detection: A pilot study

Luciana Domingues Conceição^a, Alexandre Severo Masotti^b, Andrew Hugh Forgie^c, Fábio Renato Manzolli Leite^d

^aDepartment of Restorative Dentistry, Dental School, Federal University of Pelotas, Pelotas, RS, Brazil. E-mail: ludconceicao@hotmail.com

^bDepartment of Restorative Dentistry, Federal University of Pelotas, Pelotas, RS, Brazil. E-mail: masottibrasil@gmail.com

^cDepartment of Restorative Dentistry, School of Dentistry, University of Dundee, Dundee, Scotland, UK. E-mail: a.h.forgie@dundee.ac.uk

^dDepartment of Semiology and Clinics, Dental School, Federal University of Pelotas, Pelotas, RS, Brazil. E-mail: leite.fabio@gmail.com

Key words: human identification, forensic dentistry, fluorescence, dental materials, resin composites, forensic science.

Sources of funding: Financial support provided by CAPES – Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel.

² Artigo formatado segundo as normas do periódico Forensic Science International

Abstract

The identification of aesthetical dental materials can be a challenge, since visualization of fillings can become difficult under conventional clinical inspection procedures. The aim of this study was to develop a simple method using photography analyses to determine differences between brands and shades, using fluorescence. Moreover, to create a reference atlas to help the expert to identify the composite that was used in the dental treatment. Photographs of samples ($n=95$) were taken in dark box and an UV flashlight was the only light source. They were analysed with the image software Photoshop® CS6 (Adobe Systems Inc, San Jose, CA) and the L (lightness) component according to the CIE lab was collected. Variances were determined to be unequal by Bartlett's test for equality of variances. Kruskal-Wallis test was used to compare the means followed by Dunn's test for multiple comparisons. The level of significance was set at $P<0.05$. Results showed (L) values with peak 238.81 (Four Seasons, special shade White, Ivoclar) to 49.74 (ROK, shade A3E, SDI), and a mean value of all composites 132.79 (SD 63.89). All fluorescence results were categorized according to crescent L values in 5 categories: very low fluorescence; low fluorescence; medium fluorescence; high fluorescence) and very high fluorescence and organized in a Fluorescence Atlas. Four Seasons dentin shades showed higher value of L when compared with same shade but enamel: A3.5E and A3.5D ($p = 0.000$). A1E 231.15 (SD 2.85) compared with A3,5E 129.26 (SD 1.33) demonstrate that darker shades had lower L value ($p = 0.000$). Comparing A2 shade in all brands, the mean value was 140.21 (SD 62.47), with values between 228.64 (shade A2E, Venus Diamond, Heraeus Kulzer) to 62.39 (shade OA3D, ROK, SDI). This method can be reliable to access the fluorescence of resin composites in forensic dentistry helping the expert in human identification cases. In addition, clinicians may use fluorescence in an attempt to determine the brand or characteristics of an already present filling that need a repair. The Fluorescence Atlas and method is a good instrument, cheap, easy, portable, accurately and quick.

Introduction

Fluorescence by definition is the absorption of light by a substance and its emission at the same time at a usually longer wavelength [1]. In dentistry, Benedict (1928) was one of the firsts to observe the fluorescence of dental hard tissues with transillumination using ultraviolet (UV) light. [2]. Considering the increasing demand for aesthetic dental restorations, manufacturers have been improving the optical properties of composites and ceramics such as translucency, fluorescence and opalescence to mimic the lost dental tissues. An aesthetic dental filling shows optimal properties only when it reflects light or disperses fluorescent light in a similar way as the natural tooth [3].

In order to improve the aesthetics of composites under all lighting conditions, rare earth oxides, e.g. europium, cerium and ytterbium, which are well-known fluorescent materials have been included in restorative materials as fluorescent additive [4]. However, manufacturers do not use the same oxides or the same amount of them, therefore; composites show substantial differences in fluorescence and in other optical properties.

Resin composites and ceramics can provide contouring, polishing and optical properties similar to tooth structure. Because of that, identification of these materials in mouth can be a challenge, since visualization of fillings can become difficult or practically impossible under conventional clinical inspection procedures [4, 5]. Dentists might find difficulty in complete removal of fillings during restoration replacement or to detect remaining of it after orthodontic treatment. Mainly during forensic identification, the expert can miss information and consequently miss a positive match.

Alternate light source is used in forensic science to detect substances as blood, saliva, semen and bones [6-8]. Tooth colour and fluorescence can be measured with different methods including spectrophotometry, colorimeters, visual scales and digital image analyses. The addition of fluorophores enable each resin composite and dental

ceramics to have its own fluorescence. It is hypothesized that UV light could be used to detect differences in the fluorescence among composites brands. The aim of this study was to develop a simple method using photography analyses to determine differences between brands and shades, using fluorescence. Moreover, to create a reference atlas to help the expert to identify the composite that was used in the dental treatment.

Material and Methods

Samples were placed in a Medium-Density Fiberboard (MDF) box with 45 height x 45 depth x 45 width cm. A UV flashlight (Ultrafire WF-501B UV 395-400nm) was installed inside the box in a tripod as the only light source, placed 10 cm from sample and fixed in 45 degrees with the sample. A digital camera (Nikon D7000) was adapted on the top of the box, set with Macro 105 mm, f/22, ISO 200 and speed of aperture 1/13 s, WB 2600K, at a distance of 10 cm from the sample. An illustration of the box is shown in Figure 1.

Photographs in RAW / .nef were analysed with the image software Photoshop® CS6 (Adobe Systems Inc, San Jose, CA) according to a Tutorial (Fig. 2) and the *L* (lightness) component according to the CIE lab was collected.

Sample preparation

Samples from resin composites were requested from the universities in European Union, Latin America and private practitioners. The request included all brands of resin composites since patients might still present fillings with brands not available in market anymore. Information of the composite resins available for the study are shown in Table 1. Composites were packed inside a circular stainless-steel matrix, with 2 mm of thickness and 10 mm of diameter between 2 glass streak plates to produce uniform thickness. All specimens were prepared, light polymerized (Elipar™, 3 M ESPE, 1200 mW/cm²) in accordance with the manufacturers'

instructions, and polished with Sof-Lex® kit (3M /ESPE). The reference sample was a ceramic IPS Empress shade A2 made in the same dimensions of the other samples. Reference sample was photographed before the tested samples in order to calibrate the camera (L=54.35 (SD 0.5)).

Table 1 Brands, shades, manufacturers and composition of the resin composites.

Brand Name	Shade Code	Manufacturer	Composition
Four Seasons	A1E, A2E, A3E, B2E, C3E, A3,5E, A1D, A2D, A3,5D, C3D, High(S), T(S), Low(S), White(S), Bleach(S) XL(S), Bleach M(S), Blue(S), Clear(S)	Ivoclar Vivadent , Schaann, Liechtenstein	Microhybrid
Amelogen® Plus	A2 (enamel)	Ultradent Products Inc., South Jordan, USA	Microhybrid
AristoFil posterior	G(S)	Wright Cottrell , Dundee, Scotland	Microhybrid reinforced with glass
AristoFil posterior	L(S)	Wright Cottrell , Dundee, Scotland	Microhybrid reinforced with glass
Charisma	OA2D, A2E, C3E	Heraeus Kulzer , Dormagen, Germany	Microglass®
Empress Direct	A2E	Ivoclar Vivadent , Burs, Austria	Nanohybrid
Estelite	A1E, A2E	Tokuyama Corp. , Tokyo, Japan	Supra-nano composite
Filtek Supreme	CT(S), WD(S)	3M/ESPE , St. Paul, MN, USA	Nanohybrid
Filtek™ Z350	OA3D, A2E	3M/ESPE , St. Paul, MN, USA	Hybrid
Filtek™ Z350XT	WB(S), XWE(S), C3B, B2B, B2E, C4D, WD, C2B, A3B, C1B	3M/ESPE , St. Paul, MN, USA	Nano composite
Heliomolar	A3E	Ivoclar Vivadent , Amherst, NY, USA	Hybrid

Herculite XRV	A2E	Kerr , Romulus, MI, USA	Microhybrid
Herculite XR	LY(S)	Kerr , Romulus, MI, USA	Microhybrid
ICE	A3,5E, A3E, A1E, A2E, OA2D, OA3D	SDI , Bayswater, Victoria, Australia	Nanohybrid
Lite fill II posterior	A2(E)	Shofu Inc. , Kyoto Japan	Hybrid
Lite fill II anterior	A2(E)	Shofu Inc. , Kyoto Japan	Hybrid
Llis	I(S), EA1, EA2, EA3,5, EA3, EB1, EB2, EC2, DA3, DA3,5, DA2	FGM , Santa Catarina, Brazil	Microhybrid
Oclusin posterior	G(S)	ICI Ltd. , Cheshire, England.	Hybrid
Opallis	EA1, EA2, EA3, EB2, DA1, DA2, DB2, DA3	FGM , Santa Catarina, Brazil	Nanohybrid
Opalux	DY(S)	ICI Ltd. , Cheshire, England.	Hybrid
Opalux anterior	S(S)	ICI Ltd. , Cheshire, England.	Hybrid
Orbi-Hifil	A2E	Orbis Dental , Denmark	Hybrid
Premise flow	A1, XLI(S)	Kerr , Romulus, MI, USA	Nanohybrid
Premise	A1B, A3B	Kerr , Romulus, MI, USA	Nanohybrid
Renamel®	Bzero(S)	Cosmedent Inc. , Chicago, USA	Nano
Rok	A3,5E, C2D, A3E, A3D, B2E, A2D, A2E, OA2D	SDI , Bayswater, Victoria, Australia	Hybrid
Silux Universal	O(S)	3M/ESPE , St. Paul, MN, USA	Microhybrid
Valux	Extra light(S)	3M/ESPE , St. Paul, MN, USA	Hybrid
Venus Diamond®	A2E	Heraeus Kulzer , Hanau, Germany	Nanohybrid
Venus Diamond® Flow	A2E	Heraeus Kulzer , Hanau, Germany	Nanohybrid

Z100	I(S), A2E	3M/ESPE , St. Paul, MN, USA	Hybrid
------	-----------	------------------------------------	--------

S: Special shade, E: Enamel shade, D or B: Dentin shade

Data analyses

Analyses were performed in triplicate with 7-day interval between photos and the values of L was registered. Statistical analyses was perform using a statistical software StataSE 14.1 (StataCorp, College Station, TX, USA). Variances were determined to be unequal by Bartlett's test for equality of variances. Kruskal-Wallis test was used to compare the means followed by Dunn's test for multiple comparisons. The level of significance was set at $P < 0.05$.

Results

A descriptive analyses showed very distinct lightness (L) values, since the composites vary from peak 238.81 (Four Seasons, special shade White, Ivoclar) to 49.74 (ROK, shade A3E, SDI), with a mean value of all composites 132.79 (SD 63.89). Mean value of enamel composites were 144.05 (SD 59.68), dentin 118.41 (SD 57.72) and special 129.73 (SD 76.35). All fluoresce results were categorized according to crescent L values in 5 categories: very low fluorescence (Category I: 49.74 to 70.32); low fluorescence (Category II: 71.02 to 88.48); medium fluorescence (Category III: 129.26 to 172.20); high fluorescence (Category IV: 174.1 to 190.48) and very high fluorescence (Category V: 198.16 to 238.81) and organized in a Fluorescence Atlas (Fig. 2 and 3). We can see that brands of the same manufacturer remained in the same category or one upper or lower. In other words, the fluorescence of a brand remained in a not very wide range.

Fluorescence behavior in a single brand

Data of shades of the same brand were analysed separately and Four Seasons (Ivoclar-Vivadent) results were shown in Table 2. Special shade White 238.81 (SD 1.51) showed the highest values of fluorescence. Dentin shades showed higher value of *L* when compared with same shade but enamel: A3.5E and A3.5D ($p = 0.000$). A1E 231.15 (SD 2.85) compared with A3,5E 129.26 (SD 1.33) demonstrate that darker shades had lower *L* value ($p = 0.000$). Data of Opallis and Llis (FGM) were showed in Table 3. The same behaviour was observed in special shade Incisal (I), showing the highest value of FGM composites. Opallis' dentin shades showed higher values of fluorescence when compared to those of enamel, aside shade EA1 with higher fluorescence above all. Llis showed the lower fluorescence in the shade DA3,5 ($p = 0.000$) and also is the darker shade of the FGM group. Values of both brands are concentrated in Categories III, IV, and Four Seasons in Category V in Fluorescence Reference Table (Fig. 2 and 3).

Table 2 Four Seasons composite mean (SD) for *L* value and enamel, dentin and special shades

Brand Name	Shade Code	Mean(SD)
Four Seasons Ivoclar Vivadent	A1E	231.15 (2.85)
	A2E	214.48 (.76)a
	A3E	201.54 (3.00)
	B2E	206.30 (.99)
	C3E	178.04 (3.00)
	A3,5E	129.26(1.33)b
	A1D	233.01 (1.85)
	A2D	220.85 (1.44)a'
	A3,5D	179.21 (.85)b'
	C3D	174.1 (1.705)
	High	230.89 (1.20)
	Bleach XL	236.59 (.80)
	Bleach M	233.37 (1.14)
	T	227.37 (1.23)
	Low	172.20 (2.33)
	White	238.81 (1.51)
	Clear	222.13 (1.87)
	Blue	228.48 (.84)

Standard deviations are in parentheses. Pairs of letters means comparison between two composites and apostrophe means statistically difference between them.

Table 3 Opallis and Llis composite mean(SD) for L value of enamel, dentin and special shades.

Brand Name	Shade code	Mean(SD)
Opallis FGM	EA1	190.48(3.37)
	EA2	156.50(1.84)b
	EA3	168.54(.19)c
	EB2	172.04(2.77)a
	DA1	187.36(2.51)
	DA2	185.02(3.35)b'
	DB2	180.05(2.17)a'
	DA3	184.92(4.83)c'
Llis FGM	I	223.30(.36)
	EA1	199.97(2.01)
	EA2	160.04(.37)
	EA3	149.30(1.93)
	EA3,5	176.08(1.38)
	EB1	189.37(1.52)
	EB2	185.59(2.99)
	EC2	154.13(1.35)
	DA3	171.97(1.44)
	DA3,5	143.57(1.37)
	DA2	165.25(1.02)

Standard deviations are in parentheses. Pairs of letters means comparison between two composites and apostrophe means statistically difference between them.

Shade code A2 comparison of all brand names

Comparing A2 shade in all brands tested (Table 4), the mean value was 140.21 (SD 62.47), with values between 228.64 (shade A2E, Venus Diamond, Heraeus Kulzer) to 62.39 (shade OA3D, ROK, SDI). Composites Llis and Opallis (FGM) showed more fluorescence in dentin shades then enamel shades as well as Four Seasons

(Ivoclar-Vivadent) despite of no statistically significant (Dunn's test). Due to the large volume of statistical results, only a few differences were placed in the Table 4.

Table 4 Mean and standard deviation of resin composites A2 shades

Brand Name	Shade Code	Mean (SD)
Charisma	OA2	144.42 (3.01)a,n'
	A2E	169.95 (3.35)b
Venus Diamond®	A2E	225.12 (2.08)c,k'
Venus Diamond® Flow	A2E	228.64 (1.28)a',d
Herculite XRV	A2E	63.68 (.33)e
Orbi-Hifi	A2E	198.16 (1.66)f
Lite fill II posterior	A2E	77.02 (0)f',
Lite fill II anterior	A2E	77.02 (0)f',m'
Estelite	A2E	186.67 (.95)g
Amelogen® Plus	A2E	162.70 (5.87)h
Z100	A2E	77.15 (1.17)c',j'
Filtek™ Z350	A2E	77.02 (0)d'
Empress Direct	A2E	203.17 (1.37)i
ICE	A2E	77.02 (0)i'
	OA2D	77.02(0)i'
Rok	A2D	66.87(.84)b',l'
	OA2D	62.39(.22)g'
	A2E	54.82(.87)h'
Opallis	EA2	156.50(1.84)k
	DA2	185.02(3.35)j
Llis	EA2	160.04(.37)e'
	DA2	165.25(1.02)l
Four Seasons	A2E	214.48 (.76)m
	A2D	220.85 (1.44)n

Standard deviations are in parentheses. Pairs of letters means comparison between two composites and apostrophe means statistically difference between them.

Discussion

The purpose of this study is to show a new method for fluorescence analyses that can be used in forensic dentistry and also be improved for diagnosis in dental clinics, since tooth coloured composite restorations have become more difficult to detect [9]. The detection of resin composites is possible and improved using UV light sources, the same way as natural teeth that emit a strong blue fluorescence [10]. Since in the case of a deceased is non-identified, this method might be used to assess the brand or manufacturer and bring new elements for identification, a large number of brands from different countries was used. Using brands from different parts of the world might be helpful to identify the countries or areas where this person had a filling performed in mass disaster scenarios, for example. In order to allow the fluorescence comparison, values of the *L* component were collected making the analyses feasible because it is a single parameter that encompasses all others.

The fluorescence of 13 manufactures in 25 brands and 95 shades was analyzed. The propose of this study is compare resin composites it selves to help in identify brands of composites or other materials like ceramics and the method was shown to be very precise. During photography session, it was possible to visualize the differences in fluorescence between most of brands used in this study. In order to organize the immense range of results, they were categorized into five fluorescence intensities that can be seen on “Fluorescence Reference Table” (Fig. 2 and 3). Performing this method, the forensic expert can measure the sample’s *L* value and compare its result directly on table, including or excluding the sample in a category.

Enamel and dentin of A2 shades from the same brand differ in fluorescence and dentin shades exhibit higher fluorescence than enamel shades. A few studies show that in natural tooth, dentin intensity is most affected by fluorophores in organic components[11] as amino acids like tryptophan[12], whose fluorescence is greater than enamel [2, 13]. Manufacturers of dental materials have been concerned with mimic the human tooth as much as possible, hindering the visual detection of the materials. Our

study also showed that darker shades had lower L values compared with lighter shades. This can be explained by the fact that, though inside the same brand, manufacturers add different amounts of chemical compositions like pigments, initiators, inhibitors, activators [14], decreasing the fluorescence phenomenon.

Few papers compared natural tooth fluorescence with composites and they showed that Filtek™ Z350 and Z100 presented low fluorescence compared with enamel or dentin [3, 15-17]. Our study also showed all Filtek™ has lower fluorescence compared with other composites and they were organized on Category I and II.

The choice for a well-known and largely used ceramic such as IPS Empress A2 as a reference was preferred for calibration, because fluorescence of natural tooth can change according to age, and thickness of enamel [18]. Moreover, enamel and dentin have different spectral fluorescence, also translucency and opalescence are influenced by the thickness, which decreases translucency and increases opalescence [19].

The complete dark environment with only a UV light dismissed the use of filters or special lens. A study by Meller and Klein [3] showed that the studied composite resins have their fluorescence within the same spectrum of the UV emission (390-450nm). The choice to use this flashlight is because it meets 4 criteria according to Guzy and Clayton [20]: inexpensive, small, lightweight, battery operated (lithium battery 1x18650). Just a few papers have been used a computer software to systematically analyze images to aid dental identification [21]. Results from other studies are not comparable because methods are different and not systematized and also differ in terms of resin composite brands. No previous study has analyzed this number of composites and brands with a photography method.

A color space is described as a method to express the color of an object using some kind of notation, such as numbers. The International Commission of Illumination (ICI) set three-color space to communicate and express colors, among them CIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB) is widely used because it consistently correlated color values to visual perception. Regardless of the hardware or software used, CIELAB will always show

the same color, an important aspect since resin composites show no significant difference over time, unlike natural tooth colour that change with age and pathologies [22]. Aging process and others that might change the fluorescence must be studied, using this method.

The colour and optical properties of resin composite are determined by many factors such as resin matrix composition, filler composition and content, pigment and other additives [23]. Layering techniques are generally used in daily practice to mimic the tooth shades and optical proprieties. Due to the fact that other papers showed that light proprieties like translucency [24], opalescence and light transmission [19] can be affected by this technique, may also affect the fluorescence analyses [10, 19, 24-26]. The effect of tooth layering on fluorescence shall be explored in future studies. Moreover, a few studies mention that aging process might affect resin fluorescence when using spectrophotometers as methodology [17, 27]. Limitations of this study also include the use of the same flashlight and digital camera, otherwise the results can be potentially different.

Despite the limitations, in case of a deceased recognition if one more variable other than the descriptors restored, non-restored, missing, and decayed teeth could be made available to the examiner, for example, restorative resin brand, then the examiner would have one more degree of certainty to base the conclusions. Also it will help dentists to improve repairs and esthetical restorations in their patients.

For clinicians it is important to have composites that mimic the fluorescence of natural tooth to improve aesthetical restorations, but for forensic propose differences of fluorescence bring more elements for identification challenge like to know where people were from. Researches and professionals can perform this method and add fluorescence information on Atlas to build a global database.

Conclusion

This method can be reliable to access the fluorescence of resin composites in forensic dentistry helping the expert in human identification cases, mainly in mass

disasters or situations where the sources are few. Fluorescence information of different brands and shades can be used by dentists to compare the dental fluorescence of the patient and choose the right material, improving the restoration optical properties. In addition, clinicians may use fluorescence in an attempt to determine the brand or characteristics of an already present filling that need a repair. The Fluorescence Atlas and method is a good instrument, cheap, easy, portable, accurately and quick.

References

- [1] E.A. McLaren, Luminescent veneers, *Journal of esthetic dentistry* 9(1) (1997) 3-12.
- [2] H.C. Benedict, A Note on the Fluorescence of Teeth in Ultra-Violet Rays, *Science* 67(1739) (1928) 442.
- [3] C. Meller, C. Klein, Fluorescence of composite resins: A comparison among properties of commercial shades, *Dental materials journal* 34(6) (2015) 754-65.
- [4] M. Uo, M. Okamoto, F. Watari, K. Tani, M. Morita, A. Shintani, Rare earth oxide-containing fluorescent glass filler for composite resin, *Dental materials journal* 24(1) (2005) 49-52.
- [5] K. Tani, F. Watari, M. Uo, M. Morita, Discrimination between composite resin and teeth using fluorescence properties, *Dental materials journal* 22(4) (2003) 569-80.
- [6] K. Virkler, I.K. Lednev, Analysis of body fluids for forensic purposes: from laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene, *Forensic science international* 188(1-3) (2009) 1-17.
- [7] A.S. Gallant, Alternate light sources in the detection of bone after an accelerated fire: a pilot study, *Journal of forensic sciences* 58 Suppl 1 (2013) S221-6.
- [8] D.G. Nelson, K.A. Santucci, An alternate light source to detect semen, *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 9(10) (2002) 1045-8.
- [9] D.O. Carson, Y. Orihara, J.L. Sorbie, D.J. Pounder, Detection of white restorative dental materials using an alternative light source, *Forensic science international* 88(2) (1997) 163-8.
- [10] Y.K. Lee, H. Lu, J.M. Powers, Fluorescence of layered resin composites, *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]* 17(2) (2005) 93-100; discussion 101.
- [11] A. Kienle, R. Michels, R. Hibst, Magnification--a new look at a long-known optical property of dentin, *Journal of dental research* 85(10) (2006) 955-9.
- [12] A. Perry, M. Biel, O. DeJongh, J. Hefferren, Comparative study of the native fluorescence of human dentine and bovine skin collagens, *Archives of oral biology* 14(10) (1969) 1193-211.

- [13] P.C. Foreman, The excitation and emission spectra of fluorescent components of human dentine, *Archives of oral biology* 25(10) (1980) 641-7.
- [14] Y.K. Lee, B.S. Lim, C.W. Kim, J.M. Powers, Color characteristics of low-chroma and high-translucence dental resin composites by different measuring modes, *Journal of biomedical materials research* 58(6) (2001) 613-21.
- [15] R. Sant'Anna Aguiar Dos Reis, L.A. Casemiro, G.V. Carlino, E.C. Lins, C. Kurachi, V.S. Bagnato, C. Pires-De-Souza Fde, H. Panzeri, Evaluation of fluorescence of dental composites using contrast ratios to adjacent tooth structure: a pilot study, *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]* 19(4) (2007) 199-206; discussion 207.
- [16] B.R. Kim, S.M. Kang, G.M. Kim, B.I. Kim, Differences in the intensity of light-induced fluorescence emitted by resin composites, *Photodiagnosis and photodynamic therapy* 13 (2016) 114-9.
- [17] M.K. Takahashi, S. Vieira, R.N. Rached, J.B. de Almeida, M. Aguiar, E.M. de Souza, Fluorescence intensity of resin composites and dental tissues before and after accelerated aging: a comparative study, *Operative dentistry* 33(2) (2008) 189-95.
- [18] G. Monsenego, G. Burdairon, B. Clerjaud, Fluorescence of dental porcelain, *The Journal of prosthetic dentistry* 69(1) (1993) 106-13.
- [19] A. Arimoto, M. Nakajima, K. Hosaka, K. Nishimura, M. Ikeda, R.M. Foxton, J. Tagami, Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites, *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 26(11) (2010) 1090-7.
- [20] G. Guzy, M.A. Clayton, Detection of composite resin restorations using an ultraviolet light-emitting diode flashlight during forensic dental identification, *The American journal of forensic medicine and pathology* 34(2) (2013) 86-9.
- [21] S. Al-Amad, M. McCullough, J. Graham, J. Clement, A. Hill, Craniofacial identification by computer-mediated superimposition, *The Journal of forensic odontology* 24(2) (2006) 47-52.
- [22] R.D. da Silva, M.A. da Silva, O.B. de Oliveira, A.C. Melo, R.N. de Oliveira, Dental fluorescence: potential forensic use, *Forensic science international* 231(1-3) (2013) 167-71.
- [23] W.M. Johnston, M.H. Reisbick, Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials, *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 13(2) (1997) 89-97.
- [24] K. Horie, M. Nakajima, K. Hosaka, K. Kainose, A. Tanaka, R.M. Foxton, J. Tagami, Influences of composite-composite join on light transmission characteristics of layered resin composites, *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 28(2) (2012) 204-11.
- [25] Y.K. Lee, J.H. Kim, J.S. Ahn, Influence of the changes in the UV component of illumination on the color of composite resins, *The Journal of prosthetic dentistry* 97(6) (2007) 375-80.

- [26] M. Nakajima, A. Arimoto, T. Prasansuttiorn, O. Thanatvarakorn, R.M. Foxton, J. Tagami, Light transmission characteristics of dentine and resin composites with different thickness, *Journal of dentistry* 40 Suppl 2 (2012) e77-82.
- [27] Y.K. Lee, H. Lu, J.M. Powers, Changes in opalescence and fluorescence properties of resin composites after accelerated aging, *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 22(7) (2006) 653-60.

6 Conclusões

Respeitando os limites das metodologias aplicadas podemos concluir que:

- A identificação de restaurações dentárias pode ser facilitada aplicando ácidos e corantes de forma barata, fácil e rápida,
- Os protocolos podem ser aplicados em cenários de desastre em massa ou situações clínicas do cirurgião-dentista para identificar restaurações ou remanescentes das mesmas,
- Protocolos utilizando ácidos foram efetivos na discriminação ora de esmalte (ácido fosfórico), ora de restaurações de resinas compostas (ácido hidrofúorídrico), com melhores resultados utilizando corantes escuros. Assim, dependendo da finalidade, deve-se optar por um ou outro protocolo,
- O uso de métodos para testar a fluorescência de resinas pode auxiliar o dentista na identificação odontolegal,
- O uso da metodologia baseada em fluorescência pode auxiliar o cirurgião-dentista a identificar possíveis marcas e tons para reparar ou trocar restaurações existentes.

Referências

ANDERSEN, L.; JUHL, M.; SOLHEIM, T.; BORRMAN, H. Odontological identification of fire victims--potentialities and limitations **International Journal of Legal Medicine**, v.107, n.5, p.229-234, 1995.

ADDISON, O; MARQUIS, P. M.; FLEMING, G. J. The impact of hydrofluoric acid surface treatments on the performance of a porcelain laminate restorative material **Dental Materials**: official publication of the Academy of Dental Materials, v.23, n.4, p.461-8, 2007.

AL-AMAD, S.; MCCULLOUGH, M.; GRAHAM, J.; CLEMENT, J.; HILL, A. Craniofacial identification by computer-mediated superimposition **The Journal of Forensic Odonto-Stomatology**, v.24, n.2, p.47-52, 2006.

AMIROUCHE, M. A. M.; WATTS, D. C. Radiopacity evaluation of Bis-GMA/TEGDMA/opaque mineral filler dental composites **Journal of Applied Polymer Science**, v.104, n.3, p.1632-1639, 2007.

ARIMOTO, A.; NAKAJIMA, M.; HOSAKA, K.; NISHIMURA, K.; IKEDA, M.; FOXTON, R.M.; TAGAMI, J. Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites **Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials** v.26, n.11, p.1090-7, 2010.

BENEDICT, H. C. A Note on the Fluorescence of Teeth in Ultra-Violet Rays **Science**, v.67, p.442, 1928.

BENTHAUS, S.; DUCHESNE, A.; BRINKMANN, B. A new technique for the postmortem detection of tooth-coloured dental restorations, **International Journal of Legal Medicine**, v.111, n.3, p.157-9, 1998.

BRUNTHALER, A.; KONIG, T.; LUCAS, T.; SPERR, W.; SCHEDULE, A. [1] A. Brunthaler, F. Konig, T. Lucas, W. Sperr, A. Longevity of direct resin composite restorations in posterior teeth **Clinical Oral Investigations**, v.7, n.2, p.63-70, 2003.

BUONOCORE, M.G.; Retrospections on bonding **Dental Clinics of North America**, v.25, n.2, p.241-55, 1981.

BUSH, M. A.; MILLER, R. G.; PRUTSMAN-PFEIFFER, J.; BUSH, P. J. Identification through X-ray fluorescence analysis of dental restorative resin materials: a comprehensive study of noncremated, cremated, and processed-cremated individuals **Journal of Forensic Science**, v.52, n.1, p.157-165, 2007.

BUX, R.; HEIDEMANN, D.; ENDERS, M.; BRATZKE, H. The value of examination aids in victim identification: a retrospective study of an airplane crash in Nepal in 2002 **Forensic Science International**, v.164, n.2-3, p.155-8, 2006.

CARSON, D. O.; ORIHARA, Y.; SORBIE, J. L.; POUNDER, D. J. Detection of white restorative dental materials using an alternative light source **Forensic Science International**, v.88, n.2, p.163-168, 1997.

CENCI, M. S.; LUND, R. G.; PEREIRA, C. L.; CARVALHO, R. M.; DEMARCO, F. F. In vivo and in vitro evaluation of Class II composite resin restorations with different matrix systems **The Journal of Adhesive Dentistry**, v.8, n.2, p.127-32, 2006.

CHAPENOIRE, S.; SCHULIAR, Y.; CORVISIER, J. M. Rapid, efficient dental identification of 92% of 13 train passengers carbonized during a collision with a petrol tanker **American Journal of Forensic Medical Pathology**, v.19, n.4, p.352-355, 1998.

CHESNE, A. D.; BENTHAUS, B.; BRINKMANN, B. [Forensic identification value of roentgen images in determining tooth-colored dental filling materials] **Archiv fur Kriminologie**, v.203, n.3-4, p.86-90, 1999.

COELHO-DE-SOUZA, F. H.; CAMACHO, G. B.; DEMARCO, F. F.; POWERS, J. M. Fracture resistance and gap formation of MOD restorations: influence of restorative

technique, bevel preparation and water storage **Operative Dentistry**, v. 33, n. 1, p. 37-43, 2008.

CHU, S. J.; AHMAD, I. Light dynamic properties of a synthetic, low-fusing, quartz glass-ceramic material **Practice Procedures Aesthetic Dentistry**, v.15, n.1, p.49-56; quiz 58, 2003.

CRAIG, R. G.; POWERS, J. M. **Materiais dentários restauradores**. 11.ed. São Paulo:Series Santos, 2004.

DA SILVA, R. D.; DA SILVA, M. A.; OLIVEIRA, O. B.; MELO, A. C.; OLIVEIRA, R. N. Dental fluorescence: potential forensic use **Forensic Science International**, v.231, n.1-3, p.167-71, 2013.

FRAGA, S.; VALANDRO L. F.; BOTTINO, M. A.; MAY, L. G. Hard machining, glaze firing and hydrofluoric acid etching: Do these procedures affect the flexural strength of a leucite glass-ceramic? **Dental Materials**: official publication of the Academy of Dental Materials, v.31, n.7, p.131-40, 2015.

FOREMAN, P. C. The excitation and emission spectra of fluorescent components of human dentine **Archives of Oral Biology**, v.25, n.10, p.641-7, 1980.

GALLANT, A. S. Alternate light sources in the detection of bone after an accelerated fire: a pilot study **Journal of Forensic Sciences**, v.58, n.1, p.221-6, 2013.

GUPTA, S.; AGNIHOTRI, A.; CHANDRA, A.; GUPTA, O. P. Contemporary practice in forensic odontology **Journal of Oral Maxillofacial Pathology**, v.18, n.2, p.244-250, 2014.

GUZY, G.; CLAYTON, M. A. Detection of composite resin restorations using an ultraviolet light-emitting diode flashlight during forensic dental identification **American Journal of Forensic Medicine and Pathology**, v.34, n.2, p.86-89, 2013.

HERMANSON, A. S.; BUSH, M. A.; MILLER, R. G.; BUSH, P. J. Ultraviolet illumination as an adjunctive aid in dental inspection **Journal of Forensic Sciences**, v.53, n.2, p.408-11, 2008.

HORIE, K.; NAKAJIMA, M.; HOSAKA, K.; KAINOSE, K.; TANAKA, A.; FOXTON R. M.; TAGAMI, J. Influences of composite-composite join on light transmission characteristics of layered resin composites **Dental Materials**: official publication of the Academy of Dental Materials, v.28, n.2, p.204-11, 2012.

JOHNSTON, W. M.; REISBICK, M. H. Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials **Dental Materials**: official publication of the Academy of Dental Materials, v.13, n.2, p.89-97, 1997.

KIENLE, A.; MICHELS, R.; HIBST, R. Magnification--a new look at a long-known optical property of dentin **Journal of Dental Research**, v.85, n.10, p.955-9, 2006.

KIM, B. R.; KANG, S. M.; KIM, G. M.; KIM, B. I. Differences in the intensity of light-induced fluorescence emitted by resin composites **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v.13, p.114-9, 2016.

LEE, Y. K.; LIM, B. S.; KIM, C. W.; POWERS, J. M. Color characteristics of low-chroma and high-translucence dental resin composites by different measuring modes **Journal of Biomedical Materials Research**, v.58, n.6, p.613-21, 2001.

LEE, Y. K.; LU, H.; POWERS, J. M. Fluorescence of layered resin composites **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al.], v.17, n.2, p.93-100, discussion 101, 2005.

LEE, Y. K.; LU, H.; POWERS, J. M. Powers, Changes in opalescence and fluorescence properties of resin composites after accelerated aging **Dental Materials**: official publication of the Academy of Dental Materials, v.22, n.7, p.653-60, 2006.

LEE, Y. K.; KIM, J. H.; AHN, J. S. Influence of the changes in the UV component of illumination on the color of composite resins, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v.97, n.6, p.375-80, 2007.

LIM, Y. K.; LEE, Y. K. Fluorescent emission of varied shades of resin composites, **Dental Materials**: official publication of the Academy of Dental Materials, v.23, n.10, p.1262-8, 2007.

KIM, B. R.; KANG, S. M.; KIM, G. M.; KIM, B. I. Differences in the intensity of light-induced fluorescence emitted by resin composites **Photodiagnosis Photodynamic Therapy**, v.13, p.114-119, 2016.

MCLAREN, E. A. Luminescent veneers **Journal of esthetic dentistry**, v.9, n.1, p.3-12, 1997.

MARTIN-DE-LAS-HERAS, S.; VALENZUELA, A.; LUNA JDE, D.; BRAVO, M. The utility of dental patterns in forensic dentistry **Forensic Science International**, v.195, n.1-3, p.166 e161-165, 2010.

MELLER, C.; KLEIN, C. Fluorescence of composite resins: A comparison among properties of commercial shades **Dental Materials Journal**, v.34, n.6, p.754-765, 2015.

MONSENEGO, G.; BURDAIRON, G.; CLERJAUD, B. Fluorescence of dental porcelain **The Journal of prosthetic dentistry**, v.69, n.1, p.106-13, 1993.

NAKAJIMA, M.; ARIMOTO, A.; PRASANSUTTIPORN, T.; THANATVARAKORN, O.; FOXTON, R. M.; TAGAMI, J. Light transmission characteristics of dentine and resin composites with different thickness **Journal of Dentistry**, v.40, n.2, p.e77-82, 2012.

NELSON, D. G.; SANTUCCI, K. A. An alternate light source to detect semen **Academic Emergency Medicine**: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine, v.9, n.10, p.1045-8, 2002.

NOBLE, J.; KARAISKOS, N. E. WILTSHIRE, W. A. In vivo bonding of orthodontic brackets to fluorosed enamel using an adhesion promotor **The Angle Orthodontist**, v.78, n.2, p.357-60, 2008.

PERRY, A.; BIEL, M.; DeJONGH, O.; HEFFERREN, J. Comparative study of the native fluorescence of human dentine and bovine skin collagens **Archives of Oral Biology**, v.14, n.10, p.1193-211, 1969.

PRETTY, I. A.; SWEET, D. A look at forensic dentistry--Part 1: The role of teeth in the determination of human identity **Brazilian Dental Journal**, v.190, n.7, p.359-366, 2001.

QEBLAWI, D. M.; MUNOZ, C. A.; BREWER, J. D.; MONACO JR, E. A. The effect of zirconia surface treatment on flexural strength and shear bond strength to a resin cement **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v.103, n.4, p.210-20, 2010.

RAMAKRISHNAIAH R.; ALKHERAIF, A. A.; DIVAKAR, D. D.; MATINLINNA, J. P.; VALLITU, P. K. The effect of hydrofluoric acid etching duration on the surface micromorphology, roughness, and wettability of dental ceramics **International Journal of Molecular Sciences**, v.17, n.6, 2016.

RATTLE, C. N.; BUSH, M. A. Fluorescence and structural degradation in composite resins as a function of temperature **Journal of Forensic Science**, v.54, n.2, p.433-438, 2009.

SANT'ANNA AGUIAR DOS REIS, R.; CASEMIRO, L. A.; CARLINO, G. V.; LINS, E. C.; KURACHI, C.; BAGNATO, V. S.; PIRES-DE-SOUZA, C. Fde; PANZERI, H. Evaluation of fluorescence of dental composites using contrast ratios to adjacent tooth structure: a pilot study **Journal of esthetic and restorative dentistry**: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al.], v.19, n.4, p.199-206; discussion 207, 2007.

SCHULLER-GOTZBURG, P.; SUCHANEK, J. Forensic odontologists successfully identify tsunami victims in Phuket, Thailand **Forensic Science International**, v.171, n.2-3, p.204-207, 2007.

TAKAHASHI, M. K.; VIEIRA, S.; RACHED, R. N.; DE ALMEIDA, J. B.; AGUIAR, M.; DE SOUZA, E. M. Fluorescence intensity of resin composites and dental tissues before and after accelerated aging: a comparative study **Operative Dentistry**, v.33, n.2, p.189-195, 2008.

TANI, K.; WATARI, F.; UO, M.; MORITA, M. Discrimination between composite resin and teeth using fluorescence properties **Dental Materials Journal**, v.22, n.4, p.569-80, 2003.

UO, M.; OKAMOTO, M.; WATARI, F.; TANI, K.; MORITA, M.; SHINTANI, A. Rare earth oxide-containing fluorescent glass filler for composite resin **Dental Materials Journal**, v.24, n.1, p.49-52, 2005.

VERMA, A. K.; KUMAR, S.; RATHORE, S.; PANDEY, A. Role of dental expert in forensic odontology **National Journal of Maxillofacial Surgery**, v.5, n.1, p.2-5, 2014.

VIRKLER, K.; LEDNEV, I. K. Analysis of body fluids for forensic purposes: from laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene **Forensic Science International**, v.188, n.1-3, p.1-17, 2009.

VEUTHEY, T.; HERRERA, G.; DODERO, V. I. Dyes and stains: from molecular structure to histological application **Frontiers in Bioscience**, v.19, p.91-112, 2014.

YU, B.; LEE, Y. K. Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites **Journal of Dentistry**, v.36, n.10, p.840-846, 2008.

ZHU, J. J.; TANG, A. T.; MANTINLINNA, J. P. HAGG, U. Acid etching of human enamel in clinical applications: a systematic review, **The Journal of Prosthetic Dentistry** v. 112, n. 2, p. 122-35, 2014.

Apêndices

Apêndice A – Nota de defesa

Título da nota	Novos métodos para auxílio na identificação de materiais odontológicos <i>New methods to aid the identification of dental materials</i>
Conteúdo	A presente tese de doutorado desenvolveu duas novas técnicas para auxílio do cirurgião-dentista na identificação de materiais odontológicos durante exames odontológicos ou clínicos com a utilização de corantes e luz ultravioleta. Foram concebidas as metodologias e com elas foi possível firmar protocolos para utilização dos profissionais nas mais diversas situações. Foi possível obter resultados satisfatórios, portanto os objetivos foram alcançados. Além disso foi possível estabelecer novas linhas de pesquisa no campo dos corantes para serem usados em odontologia e o uso de luz uv em diagnóstico e reconhecimento de materiais no momento de exames odontológicos, proporcionando maior acurácia.
Área do conhecimento do CNPq	4.02.00.00-0 Odontologia 4.02.01.00-7 Clínica Odontológica
Candidato a Doutora	Luciana Conceição. Mestre em odontologia, área de concentração Dentística - Universidade Federal de Pelotas. Graduação - Universidade Federal de Pelotas.
Data da defesa e horário	20/02/2017 às 14:00 horas
Local	Auditório do Programa de Pós-graduação em Odontologia – 5º andar da Faculdade de Odontologia de Pelotas. Rua Gonçalves Chaves, 457.
Membros da Banca	Prof. Dr. Fábio Renato Manzolli Leite Doutor em Odontologia (Periodontia) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Prof ^a . Dr ^a . Patrícia dos Santos Jardim Doutora em Odontologia (Dentística Restauradora) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Prof. Dr. Rafael Guerra Lund Doutor em Odontologia (Dentística) pela Universidade Federal de Pelotas Prof. Dr. Cláudio Pereira de Pereira Doutor em Química (Química Orgânica) pela Universidade Federal de Santa Maria Profa. Dr. César Henrique Zanchi Doutora em Ciências (Dentística) pela Universidade Federal de Pelotas

	Prof. Dr. Rafael Ratto de Moraes (suplente) Doutor em Materiais Dentários pela Universidade Estadual de Campinas Prof. Dr. Fábio Garcia Lima (suplente) Doutor em Odontologia (Dentística) pela Universidade Federal de Pelotas
Orientador	Prof. Dr. Fabio Manzolli Leite, Universidade ..., Doutor em
Co-orientadores	Prof. Dr. Alexandre Severo Masotti, Pontifícia Universidade Católica do RS, Doutor em Dentística. Prof. Dr. Andrew Hugh Forgie, University of Dundee, PhD in Restorative Dentistry
Informações de contato	Luciana Domingues Conceição, Rua Félix da Cunha, 772 – sala 806. CEP: 96010-000, Pelotas, centro, Brasil.

Apêndice B – Nota da Tese

Novos métodos para auxílio na identificação de materiais odontológicos

New methods to aid the identification of dental materials

A presente tese de doutorado desenvolveu duas novas técnicas para auxílio do cirurgião-dentista na identificação de materiais odontológicos durante exames odontológicos ou clínicos com a utilização de corantes e luz ultravioleta. Foram concebidas as metodologias e com elas foi possível firmar protocolos para utilização dos profissionais nas mais diversas situações. Foi possível obter resultados satisfatórios, portanto os objetivos foram alcançados. Além disso foi possível estabelecer novas linhas de pesquisa no campo dos corantes para serem usados em odontologia e o uso de luz uv em diagnóstico e reconhecimento de materiais no momento de exames odontológicos, proporcionando maior acurácia.

Campo da pesquisa: Odontologia Legal, Clínica Odontológica.

Candidato: Luciana Domingues Conceição, Cirurgião-dentista pela Universidade Federal de Pelotas (2009), Mestre em Odontologia – área de concentração em Dentística pela Universidade Federal de Pelotas (2013). Especialista em Odontologia Legal pela Faculdade São Leopoldo Mandic, Campinas, SP.

Data da defesa e horário: 20/02/2017 às 14:00 horas.

Local: Auditório do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pelotas. 5º andar da Faculdade de Odontologia de Pelotas. Rua Gonçalves Chaves, 457.

Membros da banca: Prof^a. Dr^a. Patrícia dos Santos Jardim, Prof. Dr. Cláudio Pereira de Pereira, Prof. Dr. Rafael Guerra Lund, Prof^a. Dr^a. Giana Silveira, Prof. Dr. Rafael Ratto do Moraes (suplente) e Prof. Dr. Fabio Garcia Lima (suplente).

Orientador: Prof. Dr. Fábio Renato Manzolli Leite

Co-orientador: Prof. Dr. Alexandre Severo Masotti e Prof. Dr. Andrew Hugh Forgie

Informação de contato: Luciana Domingues Conceição,
ludconceicao@hotmail.com, Rua Félix da Cunha, 772, sala 806 – centro, Pelotas, RS.
CEP: 96010-000

Apêndice C – Súmula do currículo do candidato

Luciana Domingues Conceição nasceu dia 5 de julho de 1982, em Rio Grande – RS. No ano de 2004 ingressou na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas. Sempre atuou em estudos sobre odontologia legal com o professor Rafael Guerra Lund e foi graduada cirurgiã-dentista em 2009. No ano de 2011 ingressou no curso de mestrado da mesma instituição, no Programa de Pós-Graduação, área de concentração em Dentística, sob orientação do professor Fábio Renato Manzolli Leite. Nunca foi bolsista porque é concursada no Instituto Geral de Perícias do Estado do Rio Grande do Sul desde 2004 onde exerce a função de técnica em perícias. No ano de 2016 concluiu Especialização em Odontologia Legal na Faculdade São Leopoldo Mandic, Campinas, SP. Atualmente é aluna de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pelotas, área de concentração em dentística.

Publicações:

Artigos científicos:

CONCEIÇÃO, L.D.; SILVEIRA, I.A.; NASCIMENTO, G.G.; LUND, R.G.; SILVA, R.H.A.; LEITE, F.R.M. Epidemiology and risk factors of maxillofacial injuries in Brazil, a 5-year retrospective study. Journal of Maxillofacial and Oral Surgery, first online, 2016.

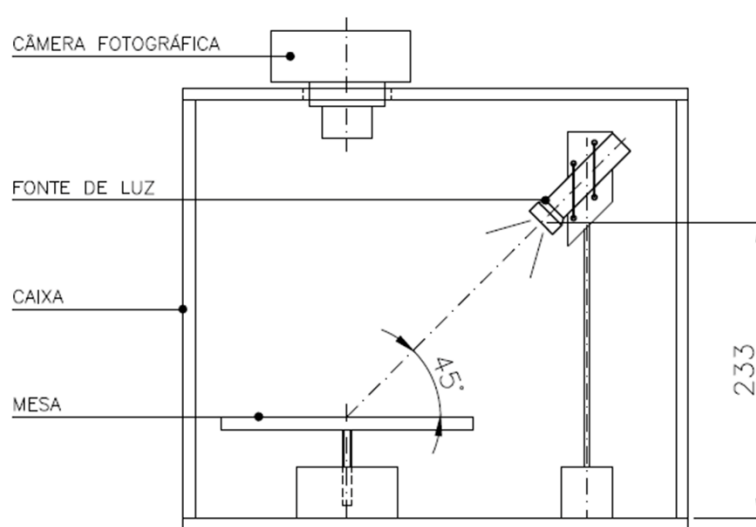
CONCEIÇÃO, L. D.; PRIETTO, N.; SILVA, R.H.A.; LUND, R. G. Forensic Dentistry in a Southern Brazilian City. Revista Brasileira de Criminalística, v. 4, p. 33-40, 2015.

CONCEIÇÃO, L. D.; SILVEIRA, I. A.; LUND, R. G. Forensic Dentistry: An Overview of the Human Identification's Techniques of this Dental Specialty. Journal of Forensic Research, v. 6, p. 256, 2015.

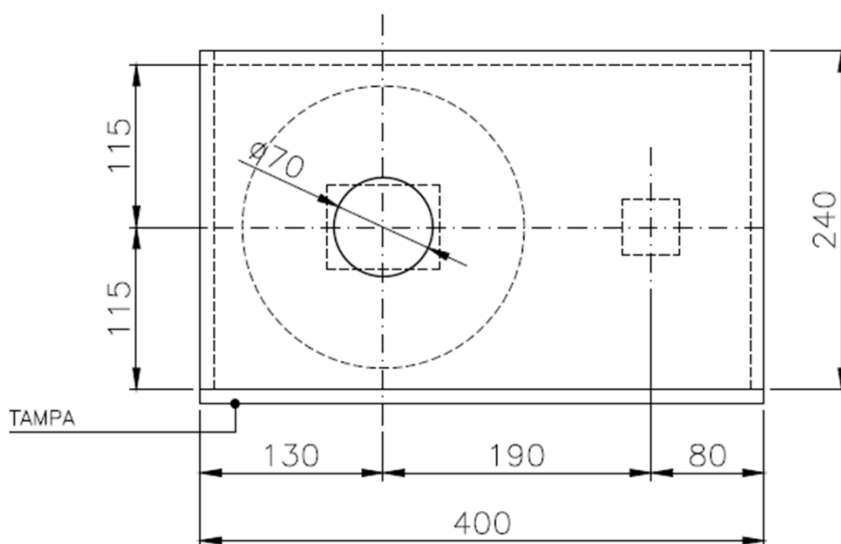
CONCEIÇÃO, L. D.; Lund, R.G.; NASCIMENTO, G. G.; SILVA, R.H.A.; LEITE, F. R. M. Non-white people have a greater risk for maxillofacial trauma: findings from a 24-month retrospective study in Brazil. *Brazilian Journal of Oral Sciences (Online)*, v. 12, p. 313-318, 2013.

ANEXOS

Anexo A - Desenhos do dispositivo para análise de fluorescência



Vista frontal da câmara escura usada para análise fotográfica – ensaio de fluorescência



Vista superior da câmara escura usada para análise fotográfica – ensaio de fluorescência

Anexo B - Atlas de Fluorescência

Category IV - High Fluorescence

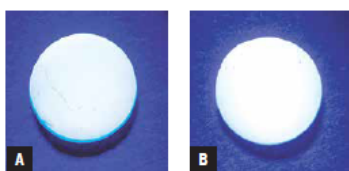


Figura A

Figura B

Reference L Value (Standard Deviation)	Brand (Manufacturer)	Shade Name
A 174.1 (1.70)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	C3 (Dentin)
176.00 (1.38)	Lits (FGM)	A3.5 (Enamel)
178.04 (3.00)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	C3 (Enamel)
179.21 (1.85)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	A3.5 (Dentin)
180.05 (2.17)	Opallis (FGM)	B2 (Dentin)
184.92 (4.83)	Opallis (FGM)	A3 (Dentin)
185.02 (3.35)	Opallis (FGM)	A2 (Dentin)
185.59 (2.99)	Lits (FGM)	B2 (Enamel)
186.05 (2.62)	Hellomolar (3M/ESPE)	A3 (Enamel)
186.67 (1.95)	Estelite (Tokuyama Corp.)	A2 (Enamel)
187.36 (2.51)	Opallis (FGM)	A1 (Dentin)
188.96 (4.21)	Charisma (Heraeus Kulzer)	C3 (Enamel)
189.37 (1.52)	Lits (FGM)	B1 (Enamel)
190.25 (1.87)	Estelite (Tokuyama Corp.)	A1 (Enamel)
B 190.48 (3.37)	Opallis (FGM)	A1 (Enamel)

Category V - Very high Fluorescence

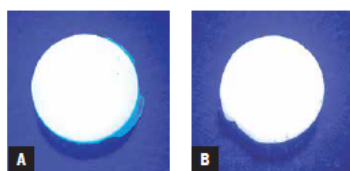


Figura A

Figura B

Reference L Value (Standard Deviation)	Brand (Manufacturer)	Shade Name
A 198.16 (1.66)	Oral-Hifi (Orbis)	A2 (Enamel)
198.92 (2.75)	Renamel (Cosmesdent Inc.)	B Zero (Special)
199.97 (2.01)	Lits (FGM)	A1 (Enamel)
201.54 (3.00)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	A3 (Enamel)
203.17 (1.37)	Empress Direct (3M/ESPE)	A2 (Enamel)
206.30 (1.99)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	B2 (Enamel)
214.48 (1.76)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	A2 (Enamel)
220.85 (1.44)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	A2 (Dentin)
222.13 (1.87)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	Clear (Special)
223.30 (1.36)	Lits (FGM)	I (Special)
225.12 (2.08)	Venus Diamond (Heraeus Kulzer)	A2 (Enamel)
227.37 (1.23)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	T (Special)
228.48 (1.84)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	Blue (Special)
228.64 (1.28)	Venus Diamond Flow (Heraeus Kulzer)	A2 (Enamel)
230.89 (1.20)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	High (Special)
231.15 (2.85)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	A1 (Enamel)
233.01 (1.85)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	A1 (Dentin)
233.37 (1.14)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	Bleach M (Special)
236.59 (1.80)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	Bleach XL (Special)
B 238.81 (1.51)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	White (Special)

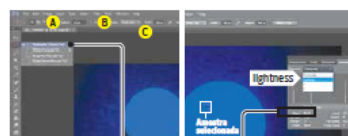
UV LAB PHOTOSHOP TUTORIAL

How to analyze the "Reference L Value (Standard Deviation)" from a ".raw" ou ".nef" file

Steps:



- 1 Set the system calibration:
- Ceramic IPS Empress, Shade A2
- Dimension: 10 x 2mm
- Mean L Value: 54.35(0.5)
- 2 Then go to:
Toolbar → Image → Mode → Lab color
- 3 Finally go to:
Window → Histogram



- 4 Choose the tool "Regular Marquee" on the lateral bar ("M" is the shortcut in your keyboard)
- 5 Now adjust the parameters in the upper bar:
A Height and Width: 200px
B Style: Fixed size
C Feather: 10 pixel
- 6 Select the best illuminated and fluorescent area of the image. Change to "Lightness" on histogram and note the "MEAN" value displayed

Ready! Compare the MEAN value of Lightness with the reference values showed in "Fluorescence Reference Table"

Vista externa do Atlas de Fluorescência

Category I - Very Low fluorescence

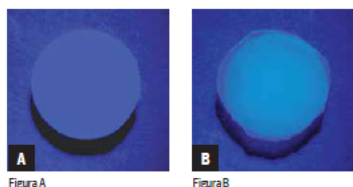


Figura A

Figura B

Reference L Value (Standard Deviation)	Brand (Manufacturer)	Shade Name
A 49.74 (.43)	ROK (SDI)	A3 (Enamel)
49.98 (.47)	Opalux (ICI)	DV (Special)
52.07 (.79)	ROK (SDI)	A3.5 (Enamel)
54.82 (.87)	ROK (SDI)	A2 (Enamel)
55.44 (.31)	Occlusin posterior (ICI)	G (Special)
55.49 (.42)	ROK (SDI)	A3 (Dentin)
59.49 (.25)	Opalux Anterior (ICI)	S (Special)
62.39 (.22)	ROK (SDI)	OA2 (Dentin)
63.68 (.33)	Herculite XRV (Kerr)	A2 (Enamel)
64.57 (1.98)	Fittek Supreme (3M/ESPE)	CT (Special)
64.57 (.39)	ROK (SDI)	C2 (Dentin)
65.70 (.74)	Fittek Z350XT (3M/ESPE)	B2 (Enamel)
66.31 (.26)	Fittek Z350XT (3M/ESPE)	A3B (Dentin)
66.59 (.25)	Fittek Z350XT (3M/ESPE)	C3B (Dentin)
66.87 (.84)	Fittek Z350XT (3M/ESPE)	C3B (Dentin)
66.87 (.84)	ROK (SDI)	A2 (Dentin)
68.45 (.69)	ROK (SDI)	B2 (Dentin)
69.97 (.79)	Aristofill posterior (Wright Health Group)	G (Special)
B 70.32 (1.32)	Z100 (3M/ESPE)	I (Special)

Category II - Low fluorescence

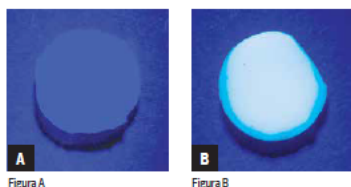


Figura A

Figura B

Reference L Value (Standard Deviation)	Brand (Manufacturer)	Shade Name
A 71.02 (.22)	Herculite XR (Kerr)	LY (Special)
71.03 (.40)	Fittek Z350 (3M/ESPE)	OA3
75.67 (.36)	Fittek Z350XT (3M/ESPE)	XWE (Special)
75.91 (.24)	Valux (3M/ESPE)	ExtraLight (Special)
76.49 (.38)	Fittek Z350XT (3M/ESPE)	C2B (Dentin)
76.58 (.32)	Fittek Z350XT (3M/ESPE)	WD (Special)
76.70 (.74)	Fittek Z350XT (3M/ESPE)	B2 (Enamel)
76.88 (.02)	Fittek Supreme (3M/ESPE)	WD (Special)
76.93 (.08)	Fittek Z350 XT (3M/ESPE)	C1B (Dentin)
77.02 (0)	Premise (Kerr)	*
77.02 (0)	ICE (SDI)	**
77.02 (0)	Lite Fill III (Shofu)	***
77.02 (0)	Fittek Z350XT (3M/ESPE)	****
77.02 (0)	Silux Universal (3M/ESPE)	O (Dentin)
77.15 (1.17)	Z100 (3M/ESPE)	A2 (Enamel)
B 88.48 (.48)	Aristofill (Wright Health Group)	L (Special)

*A1B (Dentin), A3B (Dentin), Flow - A1 (Enamel), XLI (Special)

**A3.5 (Enamel), A3 (Enamel), A1 (Enamel), A2 (Enamel), OA2 (Dentin), OA3 (Dentin)

***A2 (posterior), A2 (anterior)

****C4 (Dentin), WB (Special), B2B (Dentin), A2 (Enamel)

Category III - medium Fluorescence

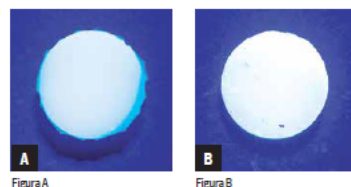


Figura A

Figura B

Reference L Value (Standard Deviation)	Brand (Manufacturer)	Shade Name
A 129.26 (1.33)	4 Seasons (Ivoclar Vivadent)	A3.5 (Enamel)
143.57 (1.37)	Lic (FGM)	A3.5 (Dentin)
144.42 (3.01)	Charisma (Heraeus Kulzer)	OA2 (Dentin)
149.30 (1.93)	Lic (FGM)	A3 (Enamel)
154.13 (1.35)	Lic (FGM)	C2 (Enamel)
156.50 (1.84)	Opallis (FGM)	A2 (Enamel)
160.04 (3.57)	Lic (FGM)	A2 (Enamel)
162.70 (5.87)	Amelogen Plus (Ultradent Products Co.)	A2 (Enamel)
165.25 (1.02)	Lic (FGM)	A2 (Dentin)
168.54 (1.19)	Opallis (FGM)	A3 (Enamel)
169.95 (3.35)	Charisma (Heraeus Kulzer)	A2 (Enamel)
171.97 (1.44)	Lic (FGM)	A3 (Dentin)
172.04 (2.77)	Opallis (FGM)	B2 (Enamel)
B 172.20 (2.33)	Four Seasons (Ivoclar Vivadent)	Low (Special)

Vista interna do Atlas de Fluorescência

Anexo C - Busca de Anterioridade para patente – Artigo 1

NOME DO PESQUISADOR (Gestor do Projeto): Luciana Domingues Conceição Nº DO PROJETO:
OBJETO DA PESQUISA: Essa pesquisa tem o objeto do uso de corantes para detectar materiais odontológicos tanto na clínica como no exame odontológico.
PROJETO: Uso de corantes para evidenciar materiais odontológicos na odontologia
CLASSIFICAÇÕES: - IPC: D06P, A61K 6/00, A61K 6/02, A61K 9/00, A61K 8/41, A61K 8/368, A61K 8/44, A61K 8/30, C09B, G01N 31/22 - CPC:
BANCO E BASE DE DADOS: INPI - (http://www.inpi.gov.br/) Corantes / 0 Corante Odontológico / 104 Corantes material odontológico / 246 Forense / 0 Odontologia forense / 0 Azul de metileno / 0 Vermelho neutro / 0 Cristal violeta / 0

BANCO E BASE DE DADOS: Google Patents - (www.google.com/patents)

Colouring AND dye / 17.600
Colouring AND dye AND odont* /4
Corantes / 212
Dyes AND Odont* /108
Corante odontológico / 6
Corantes material odontológico / 5
Forense / 115
Odontologia forense / 1
Forensic AND dent* / 692
Forensic AND odonto* / 5
Dyes AND dent* mater* / 2
Dyes AND dent*/ 6.990
Pigment AND dentistry / 3090
Pigment AND dental material / 3.690
Neutral red AND forensic / 4.290
Neutral red AND dentistry / 1470
Neutral red AND dental material / 304
Methylene blue AND dental material / 1.140
Methylene blue AND forensic / 806
Methylene blue AND dentistry / 3.900
Crystal Violet AND forensic / 1390
Crystal Violet AND dentistry / 838

BANCO E BASE DE DADOS: USPTO (EUA) - (<http://patft.uspto.gov/>)

Forensic AND dentistry / 126
Forensic AND odontology / 9
Dyes AND Odontology / 22
Dyes AND dental materials / 438
Dyes AND dentistry/ 679
Pigment AND dentistry / 595
Pigment AND dental material / 250
Neutral red / 3406
Neutral red AND forensic / 138
Neutral red AND dentistry / 26
Methylene blue / 13553
Methylene blue AND forensic / 195
ethylene blue AND dentistry / 134
Crystal Violet AND forensic / 86
Crystal Violet AND dentistry / 49
Crystal violet / 10945

**BANCO E BASE DE DADOS: ESPACENET (LATIPAT)-
(<http://lp.espacenet.com/>)**

Corante / 1.382
Corante AND odontológico / 3
Legal AND odont* / 1
Corantes AND materiais /192
Violeta cristal / 5
Forensic AND dent* / 3
Forensic AND odontology / 0
Pigmento AND materiais / 77
Dyes AND Odontology / 0
Dyes AND dental materials / 0
Dyes AND dent* / 27
Pigment AND dentistry / 14
Pigment AND dental material / 108
Neutral red / 4
Neutral red AND forensic / 0
Neutral red AND dentistry / 0
Methylene blue / 11
Methylene blue AND forensic / 0

**BANCO E BASE DE DADOS: ESPACENET (EUROPA)-
(<http://worldwide.espacenet.com/>)**

Dyes / 10.000
Dyes AND odont.* / 1
Dyes AND dent* mat* / 67
Legal AND odont* / 0
Crystal Violet AND dent* mat* / 2
Crystal Violet AND odont* / 0
Forensic AND dent* / 6
Forensic AND odontology / 1
Pigment AND materials / more than 10.000
Pigment AND dent* mat* / 2,279
Neutral red AND dent* mat* / 0
Neutral red AND forensic / 0
Neutral red AND dentistry / 0
Methylene blue / 2.270
Methylene blue AND forensic / 0
Methylene blue AND dent* / 19

AVISO IMPORTANTE

A busca prévia de anterioridade é uma amostragem e não verifica os documentos de patentes que estão em período de sigilo a partir da data de pedido de depósito, nos escritórios oficiais, que é de 18 meses. Portanto se algum documento similar ou igual estiver no período de sigilo, vale o recurso para o primeiro depositante. Além do que foi exposto anteriormente, a busca prévia não garante a abrangência do campo de pesquisa bibliográfica na totalidade da literatura técnica publicada no mundo.

RESULTADO DAS PESQUISAS

Segundo sua pesquisa, foram encontradas anterioridades? ☒ Não ☐ Sim

Caso tenham sido encontradas anterioridades, preencha a tabela a seguir com as informações solicitadas.

Você teve orientação para realizar a pesquisa de anterioridade? ☐ Sim ☒ Não Especificar: _____
A unidade ou inventor tem interesse em patentear o invento? ☒ Sim ☐ Não
Existe alguma empresa interessada no projeto? ☐ Sim ☒ Não

NOTA EXPLICATIVA DO RESULTADO DA PESQUISA:

Não foi encontrada anterioridade.

Anexo D - Busca de anterioridade para patente – Artigo 2

NOMEDO PESQUISADOR (Gestor do Projeto): Luciana Domingues Conceição Nº DO PROJETO: 7304 UNIDADE / ÁREA: Departamento de Semiologia e Clínica DATA: 16/11/2016
OBJETO DA PESQUISA: Fluorescência Fotografia Odontologia Materiais Análises Ultravioleta
PROJETO: Dispositivo e método de análise de fluorescência de materiais restauradores odontológicos.
BANCO E BASE DE DADOS: INPI - (http://www.inpi.gov.br/) Fluorescência / 87 Método fluorescência / 22 Material odontológico / 9 Materiais dentários / 14 Forense / 4 Odontologia legal / 0 Fluorescência odontologia / 0

BANCO E BASE DE DADOS: Google Patents - (www.google.com/patents)

Fluorescência / 1820

Fluorescência AND odontologia / 22

Fluorescência AND materiais dentários / 5

Fluorescência AND Forense / 24

Fluorescência AND odontologia legal / 23

Dispositivo AND odontologia legal / 69

Dispositivo AND fluorescência / 754

Dispositivo AND materiais dentários / 58

Ultraviolet AND odontology / 103

Método AND fluorescencia / 2.200

Método AND fluoresc* AND fotogra* / 53

method AND fluoresc* and fotogra*

US8107696 B2, US 4299904 A

appar* AND fluoresc* AND fotogra* / 15.700

US 8618504 B2

devic* AND fluoresc* AND fotogra* / 15.500

devic* AND fluoresc* AND fotogra* AND dental mater* / 1

BANCO E BASE DE DADOS: PORTAL CAPES -
(<http://www.periodicos.capes.gov.br>)

Fluorescência AND odontologia / 8
 Fluorescência AND (materiais dentários) / 1
 Fluorescência AND Forense / 4
 Fluorescência AND odontologia legal / 1
 Dispositivo AND odontologia legal / 26
 Dispositivo AND fluorescência / 4
 Método AND fluorescencia / 253
 Ultraviolet AND odontology / 13
 Método AND fluoresc* AND fotogra* / 108
 method fluoresc* photogra* dentis* / 1.787
 method fluoresc* photogra* dentis* forens* / 107
 appar* fluoresc* photogra* / 72.169
 devic* AND fluoresc* AND photogra* / 31.838
 devic* fluoresc* photogra* dental mater* / 1.440

BANCO E BASE DE DADOS: USPTO (EUA) - (<http://patft.uspto.gov/>)
PALAVRAS-CHAVE 01 / Nº DE DOCUMENTOS LOCALIZADOS
 Forensic AND dentistry / 128
 Photography AND Odontology / 4 - US 20100141931 A1
 Fluorescence AND Oodntology 33
 Fluorescence AND materials
 Ultraviolet AND dent* materi* / 616
 Ultraviolet AND forensic / 1651
 ultraviolet AND forensic AND photography / 122
 ultraviolet AND forensic AND photography AND dental / 22
 photography AND dental AND materials / 694
 photography AND forensic AND odontology / 2
 photography AND forensic AND dentistry / 69

**BANCO E BASE DE DADOS: ESPACENET (EUROPA)-
(<http://worldwide.espacenet.com/>)**

**Forensic AND fluorescence 31
Photography AND Odontology / 0
Forensic AND dentistry / 1
Ultraviolet AND dent* materi* / 123
devic* AND fluoresc* AND photogra* / 951
photography AND forensic AND dentistry / 0
photography AND dental AND materials / 2
CIE lab AND dental materials / 0
ultraviolet AND forensic AND photography AND dental / 0**

AVISO IMPORTANTE

A busca prévia de anterioridade é uma amostragem e não verifica os documentos de patentes que estão em período de sigilo a partir da data de pedido de depósito, nos escritórios oficiais, que é de 18 meses. Portanto se algum documento similar ou igual estiver no período de sigilo, vale o recurso para o primeiro depositante. Além do que foi exposto anteriormente, a busca prévia não garante a abrangência do campo de pesquisa bibliográfica na totalidade da literatura técnica publicada no mundo.

RESULTADO DAS PESQUISAS

Segundo sua pesquisa, foram encontradas anterioridades? [] Não
[X] Sim

Caso tenham sido encontradas anterioridades, preencha a tabela a seguir com as informações solicitadas.

Nºda Patente	Descrição	Base	Classificação
US8,004,668 B2	Fluorescent color calibration for calibrating RGB pixel values	USPTO	G01J
US6,636,701 B1	ULTRAVIOLET IMAGER SYSTEM AND METHOD	USPTO	G03B 13/02; G03B 17/48; G03B 19/00; G01] 1/42
US2014/0254953 A1	FLUORESCENT LIGHT OBSERVATION DEVICE AND FLUORESCENT LIGHT OBSERVATION METHOD	USPTO	G06T 11/60
US 8107696 B2	Calibration apparatus and method for fluorescent imaging	Google Patents	G06K9/00
US 4299904 A	Photographic image enhancement method employing photoluminescence	Google Patents	G03C5/00 , G03C5/42
US 8618504 B2	Light source apparatus for fluorescence photography differentiable layers	Google Patents	F21V9/16

US 20100141931 A1	Method and device for quantitatively determining the surface optical characteristics of a reference object comprised by a plurality of optically	Google Patents	G01J3/46 G01B11/06
Você teve orientação para realizar a pesquisa de anterioridade? ☐ Sim ☒ Não Especificar: _____ A unidade ou inventor tem interesse em patentear o invento? ☒ Sim ☐ Não Existe alguma empresa interessada no projeto? ☐ Sim ☒ Não			

NOTA EXPLICATIVA DO RESULTADO DA PESQUISA:

Não foi encontrada anterioridade.