



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA**

**LIGIA NATALIA SOBREIRA DUARTE BEZERRA**

**AVALIAÇÃO LABORATORIAL DO CEMENTO DENTÁRIO POR MEIO DA  
TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA**

**CAMPINA GRANDE/PB**

**2020**

**LIGIA NATALIA SOBREIRA DUARTE BEZERRA**

**AVALIAÇÃO LABORATORIAL DO CEMENTO DENTÁRIO POR MEIO DA  
TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

**Orientadora:** Prof. Dra. Ana Marly Araújo Maia Amorim

**Coorientadora:** Prof. Dra. Daniela Pita de Melo

CAMPINA GRANDE/PB

2020

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

B574a Bezerra, Ligia Natalia Sobreira Duarte.  
Avaliação laboratorial do cimento dentário por meio da Tomografia por Coerência Óptica [manuscrito] / Ligia Natalia Sobreira Duarte Bezerra. - 2020.  
69 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2020.  
"Orientação : Profa. Dra. Ana Marly Araújo Maia Amorim ,  
Coordenação do Curso de Odontologia - CCBS."  
"Coorientação: Profa. Dra. Daniela Pita de Melo ,  
Coordenação do Curso de Odontologia - CCBS."  
1. Tomografia de Coerência Óptica. 2. Cimento dentário.  
3. Terços radiculares. 4. Grupos etários. I. Título  
21. ed. CDD 617.695

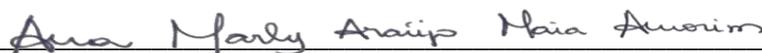
**LIGIA NATALIA SOBREIRA DUARTE BEZERRA**

**AVALIAÇÃO LABORATORIAL DO CEMENTO DENTÁRIO POR MEIO DA  
TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA**

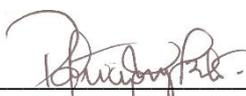
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Aprovada em: 23/08/2020

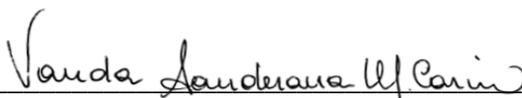
**BANCA EXAMINADORA**



Profa. Dra. Ana Marly Araújo Maia Amorim – UEPB  
MEMBRO TITULAR (ORIENTADORA)



Profa. Dra. Patrícia Meira Bento – UEPB  
MEMBRO TITULAR (1º EXAMINADOR)



Profa. Dra. Vanda Sanderana Macedo Carneiro - UPE  
MEMBRO TITULAR (2º EXAMINADOR)

## DEDICATÓRIA

Dedico esta Dissertação a Deus, a Virgem Maria, a minha mãe Lúcia, meu pai Francisco (*in memoriam*), as minhas irmãs, Fernanda e Adriana, ao meu noivo Dimas e a todos meus familiares e amigos.

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Primeiramente a **Deus**, pelo dom da vida, por tanto amor e misericórdia derramados em minha alma. Agradeço-vos por terdes me chamado para tão perto de Ti, e por terdes me mostrado o sentido da vida, o valor da cruz, dos espinhos, dos sorrisos, das vitórias e das derrotas. A vós todo Louvor, Honra e Gloria eternamente.

Agradeço também aos meus intercessores no céu, a Bem Aventurada **Virgem Maria** e o Glorioso **São José**, ao Divino **Espírito Santo**. E em especial a **São José de Cupertino**, **Santo Tomás de Aquino**, **Santa Apolônia** e meu **anjo da guarda** pela fiel intercessão nos estudos e nos atendimentos.

A minha querida mãe, **Maria Lucia Bezerra**, o meu mais sincero agradecimento. A senhora que sempre esteve presente em todas as minhas conquistas, que tanto abdicou de si pelos seus, e que tanto me deu força durante toda essa trajetória. Obrigada mainha, por tanto! Ainda que eu pudesse escrever as palavras mais belas, elas não seriam suficientes para representar a minha gratidão, e todo amor que me foi dado.

Ao meu Pai, **Francisco Sobreira Duarte** (*in memoriam*), eu agradeço a Deus pelo dom da sua vida, e por ter sido aberto aos planos de Deus, possibilitando a minha vida e das minhas irmãs, obrigada pelo cuidado e amor dedicado à nossa família.

Às minhas queridas irmãs, **Adriana Sobreira Duarte** e **Fernanda Sobreira Duarte**, obrigada por todo apoio, pela amizade, irmandade, por tantos momentos compartilhados. Sou feliz em ter vocês como minhas irmãs! Ao meu querido cunhado, **João Paulo da Silva**, obrigada pelos momentos compartilhados e todo cuidado conosco!

Aos meus sobrinhos **João Francisco Duarte Vital** e o novo bebê que está sendo gerado, vocês trazem alegria para minha vida!

Agradeço a minha **avó**, meus **tios** e **primos**, que mesmo de longe acompanharam a minha caminhada!

Ao meu noivo, **Dimas Nunes**, obrigada pelo seu cuidado comigo, pelo caminho que percorremos juntos, pelo incentivo a ir em busca dos meus sonhos, que são seus também. Obrigada pelas orações, por me ajudar a não perder de vista o meu objetivo maior nesta vida terrena, por caminhar comigo e ser o meu amor, meu doce companheiro. A vida se torna mais leve, menos pesada com você, mais cheia de vida, de sonhos e sorrisos!

A minha querida orientadora, **Profa. Dra. Ana Marly Araújo Maia Amorim**. É com o coração cheio de gratidão que eu digo, que foi muito mais que uma orientação acadêmica. Ana Marly é sinônimo de gentileza, de cuidado, de atenção, de estímulo, de amizade, de confiança, de vida. Quem teve a sorte de encontrar com Ana Marly, pode fazer uma oração de agradecimento, recebeu uma benção de Deus. Minha querida professora, Deus sabe o quanto as suas palavras me estimularam, o quanto que aquelas simples mensagens de “gostei”, “você foi ótima nisso”, “você é desenrolada” resgatavam em mim sonhos que estavam mortos. A relação acadêmica trouxe também confiança, abertura a partilhas, almoços, orientações sentadas no chão da sala entre os cochilos de Ana, conselhos, etc. Descobri que por trás de um rosto jovem e sorridente, tinha uma mulher cheia de garra, de sensibilidade, de compreensão, de empatia, de força. O meu agradecimento se estende além do mestrado, dentro do meu coração, quando alguém me pergunta como foi o mestrado sob orientação da Profa. Dra Ana Marly, eu penso, Ana Marly é uma mãe gente, que sorte a minha! É mãe da pequena Ana (que sorte hein Ana ?!), e da gente também! Meu sincero agradecimento pelo tanto que cresci sob sua orientação, pelo apoio, compreensão, desabafos, e por ter direcionado os meus sonhos, lembrando que eles valem a pena!! Obrigada!

## AGRADECIMENTOS

A meus queridos amigos de infância: **Larissa, Sebastião, Regina**. Vocês fazem parte da minha história, obrigada por tudo!

Aos amigos que Cristo me enviou. **Anyssa, Larissa, Tiago, Márcio, Viviane**. Sou eternamente grata pela vida de vocês!

Aos queridos **Bertrand, Kamila e Benício; Brenan e Dandara; Caio, Jeniffer, Maria Isabella e Maria Helena; Erbertt, Vitoria e Emanuel; Gustavo, Paulinha e Lorena; e Mayara**. Vocês são literalmente **fantásticos**, símbolo do **amor** de Deus por mim. Obrigada, meus amigos!

A minha querida amiga **Nathalie Guimarães**, obrigada por tanto cuidado, pela amizade, por ser um ponto de apoio quando estou longe dos meus, por me acolher nas noites de sustos, por estar presente em todas minhas conquistas, bem como nos momentos tristes. És mais que uma amiga, a considero como uma irmã! Agradeço também a sua família **Kiara, Márcio, João e Bia** por me acolherem!

Aos Padres que me ajudaram na caminhada espiritual de forma direta ou indireta: **Padre Clemente, Padre Emanuel, Padre Jossandro, Padre Paulo Ricardo, Padre Ricardo de Barros**. Bem como ao grupo **Sentinelas de Cristo** pela caminhada que juntos partilhamos.

Agradeço a minha equipe do **Programa de Saúde da Família de Itatuba**, bem como aos colegas dentistas da cidade pelo compartilhamento de histórias, auxílios e muitas risadas nas voltas de Itatuba para Campina. Agradeço também as auxiliares de saúde bucal do CEO, bem como a querida Rebeca, obrigada a todos pelo carinho com que me acolheram e por todos os momentos que já compartilhamos!

Agradeço a minha querida escola que foi responsável pela minha formação básica, a **Escola Tomé Francisco da Silva**, bem como meus queridos professores: **Antônia, Bom Conselho Fernandes, Bom Conselho Silva, Diego, Lucí, Silene e Socorro**.

As amigas firmadas na graduação e no mestrado: **Waleska**, obrigada por tudo que não cabe em palavras, mas cabe no tamanho da confiança e no amor que tenho por você, bendito seja o congresso onde essa amizade começou, obrigada minha amiga; **Robeci**, obrigada pela amizade, e cuidado. Aos queridos amigos **Anderson, Elizabeth, Malena, Thaynná**, meu sincero agradecimento!

A minha querida orientadora de PIBIC e TCC na graduação, **Profa. Dra. Renata Cardoso Rocha Madruga**, minha eterna gratidão. E aos queridos professores: **Prof. Dr. Alexandre Durval, Profa. Dra. Katia, Profa. Dra. Lorena Brandt**, obrigada pelo exemplo de Mestres!

Aos **funcionários** da Universidade Estadual da Paraíba, pelo o auxílio prestado durante a graduação e mestrado, sempre com prontidão em nos ajudar.

A minha **turma de mestrado**, foi uma grande alegria ter compartilhado tantos momentos diversos com vocês, o que tornou a caminhada no mestrado bem mais leve. Em especial, agradeço a **Allany**, você é um grande exemplo para mim de garra, constância, resiliência, obrigada por tudo! A **Diego**, obrigada pela paciência, prontidão, e tão bom humor! A **Wliana**, obrigada pelo carinho, sempre atenciosa comigo. A querida **Gélica**, agradeço pelas partilhas, por ser sinônimo de responsabilidade e sabedoria para mim.

A **Tiago Ribeiro**, minha dupla de clínica. São 7 anos de amizade, de vivências, de alegrias e tristezas. Obrigada dupla, por tudo, pelos conselhos, pela sinceridade, pelo cuidado, pelas dicas clínicas, pelas partilhas!

Aos queridos professores do PPGO (Prof. **Dr. Alessandro Cavalcanti**, Profa. **Dra. Ana Flávia Granville**, Profa. **Dra. Andreza Cristina**, Prof. **Dr. Cassiano Nonaka**, Profa. **Dra. Daniela Pita**, Profa. **Dra. Edja Maria**, Prof. **Dr. Manoel Górdon-Núñez**, Profa. **Dra. Maria Helena Catão**, Profa. **Dra. Patricia Meira**, Profa. **Dra. Pollyana Muniz**, Profa. **Dra. Renata Rocha**, Prof. **Dr. Sérgio D'Ávila**. Em especial, agradeço a Profa. **Dra. Daliana Queiroga** e Prof. **Dr. Kênio Costa**, por despertarem o gosto pela laserterapia e estatística, respectivamente.

A secretária do PPGO, **Ayana**, obrigada por toda prontidão e paciência em nos ajudar, bem como agradeço a secretária anterior, **Dioliane**, que tanto nos auxiliou, com tão bom humor e experiência!

Agradeço a **CAPES**, pelo fomento a pesquisa!

Ao **Programa de Pós Graduação em Odontologia (PPGO -UEPB)**, minha sincera gratidão e felicidade pela oportunidade de fazer parte deste incrível programa e por todo acolhimento.

Agradeço a **Anderson Stevens Leonidas Gomes** da Universidade Federal de Pernambuco, bem como ao **Laboratório de Biofotônica da UFPE** pela disponibilidade que possibilitou a viabilidade da pesquisa.

A **Fernanda e Jéssica** obrigada pela crucial colaboração na pesquisa!

Agradeço a **Ramon**, pelos direcionamentos e colaboração na análise estatística!

Aos professores titulares da banca dessa dissertação Profa. **Dra. Vanda Sanderana Macedo Carneiro** (Titular Externo – UPE), Profa. **Dra. Patrícia Meira Bento** (Titular Interno – UEPB), obrigada por aceitarem o convite, bem como pela contribuição a pesquisa e disponibilidade.

A Profa. **Dra. Daniela Pita**, agradeço a disponibilidade em aceitar o convite para ser coorientadora desta dissertação, admiro sua dedicação ao PPGO, bem como atenção prestada aos discentes.

“Teus desígnios Senhor, não estão ao alcance do homem, mas todo aquele que te serve sabe que, se esteve na provação será coroadado; se esteve na tribulação será libertado; se passou pela correção, terá acesso a tua misericórdia. Pois não te comprazes em nossa perda, mas depois da tempestade trazes a bonança e, depois das lágrimas e do pranto, infundes alegria” Tobias 3, 20-22

## RESUMO

O cimento se apresenta disposto na superfície radicular dentária, e apresenta deposição contínua em condições fisiológicas, com diferentes respostas frente a alterações periodontais, oclusais, além de ser bastante utilizado com finalidade forense. Partindo da importância da análise do cimento, tem-se a Tomografia por Coerência Óptica (OCT), que corresponde a um método não invasivo, não ionizante, com possibilidade de aplicação in vivo e in vitro. **Objetivo:** quantificar e qualificar a estrutura do cimento por meio da OCT nos terços radiculares de acordo com grupo dentário, faces, e grupo etário, além de analisar correlação entre idade e espessura do cimento. **Método:** Foram escaneados 53 dentes por meio da OCT modelo Callisto (ThorlabsInc, Nova Jersey, EUA), utilizando como fonte de luz um diodo superluminescente (930 nm) largura de banda de 100 nm e potência máxima de saída de 3 mW. As análises das imagens foram realizadas através do software ImageJ e os dados foram analisados no programa IBM SPSS Statistics (Versão 20.0, IBM SPSS). As comparações da espessura do cimento e das variáveis qualitativas entre grupos sem vinculação foram realizadas através do teste Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ); entre os grupos que guardavam vinculação foi realizado o Teste de Friedman ( $p < 0,05$ ), e post hoc de Bonferroni quando identificada diferença significativa. Para análise de correlação entre espessura por terços e idade, foi realizado o Teste de Correlação de Spearman ( $p < 0,01$ ). **Resultados:** Foi observada maior espessura no terço apical; com diferença na espessura entre os grupos dentários ( $p < 0,05$ ) no terço médio e apical ( $p < 0,05$ ); entre as faces houve diferença apenas no terço médio entre faces vestibular e mesial ( $p < 0,05$ ); observou-se aumento da espessura em função do aumento da idade com correlação forte entre espessura do terços médio ( $r=0,712$ ;  $p < 0,01$ ) e apical ( $r=0,527$ ;  $p < 0,01$ ) no grupo dentário anterior. Há predominância de alterações na translucidez nos terços médio e apical, bem como de presença de manchas no terço apical independente do grupo etário, face, e grupos dentários; quanto a uniformidade, o terço apical também mostrou maiores alterações em todos os grupos analisados. **Conclusão:** Por meio da OCT foi possível mensurar a espessura do cimento, constatando diferenciações também qualitativas em relação aos terços e grupo dentário, além de diferenciação com relação a idade, com maior correlação da idade em dentes anteriores. **Palavras-chave:** Tomografia de Coerência Óptica. Cimento dentário. Grupo etário.

## ABSTRACT

The cementum is disposed on the dental root surface and presents continuous deposition under physiological condition with different responses to periodontal and occlusal changes, widely used for forensic purposes. The Optical Coherence Tomography (OCT), is a non-invasive, non-ionizing method, with the possibility of in vivo and in vitro application. **Objective:** to quantify and qualify the structure of the cementum through OCT according to dental group, faces, and age group, in addition the correlation between age and cementum thickness was also analyzed. **Method:** 53 teeth were scanned using the Callisto OCT model (ThorlabsInc, New Jersey, USA), using a superluminescent diode (930 nm) bandwidth of 100 nm and maximum output power of 3 mW. The image analysis were performed using the ImageJ software and the data were analyzed using the IBM SPSS Statistics program (Version 20.0, IBM SPSS). Comparisons of cement thickness and qualitative variables between unrelated groups were performed using the Kruskal Wallis test ( $p < 0,05$ ); Friedman's test ( $p < 0,05$ ) was performed among groups that maintained a link, and Bonferroni's post hoc test when a significant difference was identified. To analyze the correlation between thickness by thirds and age, the Spearmann Correlation Test ( $p < 0,01$ ) was performed. **Results:** A greater thickness was observed in the thirds in an apical section; with difference in thickness between the dental groups ( $p < 0,05$ ) in the middle and apical thirds ( $p < 0,05$ ); between the faces there was a difference only in the middle third between the buccal and mesial faces ( $p < 0,05$ ); there was an increase in thickness as a result of increasing age with a strong correlation between thickness of the middle thirds ( $r = 0.712$ ;  $p < 0,01$ ) and apical ( $r = 0.527$ ;  $p < 0,01$ ) in the anterior dental group. There is a predominance of changes in translucency in the middle and apical thirds, as well as the presence of spots in the apical third regardless of age group, face, and dental groups; as for uniformity, the apical third also showed greater changes in all groups analyzed. **Conclusion:** Through OCT it was possible to measure the thickness of the cementum, noting also qualitative differences in relation to the thirds and dental group, in addition to differentiation in related age with a greater correlation of age in anterior teeth

**Keywords:** Optical Coherence Tomography. Dental Cementum. Age Groups.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	<b>Página</b>
<b>Esquema</b> Síntese da Classificação do Cimento Radicular	<b>18</b>
<b>Gráfico 1</b>	
<b>Figura 1</b> OCT modelo Callisto (Thorlabs Inc, Nova Jersey, EUA)	<b>25</b>
<b>Figura 2</b> Princípio operacional da geração da imagem pelo OCT	<b>26</b>
<b>Figura 3</b> Execução do Plano de obtenção das imagens através da OCT	<b>27</b>
<b>Figura 4</b> Plano de análise para obtenção das imagens através da Tomografia por Coerência óptica	<b>27</b>
<b>Figura 5</b> Imagem bidimensional combinada de forma a representar corte longitudinal da OCT elucidando os terços coronal, médio e apical da amostra do dente 16, 24 anos	<b>28</b>
<b>Figura 6</b> Aspectos qualitativos quanto a translucidez	<b>29</b>
<b>Figura 7</b> Aspectos qualitativos quanto a manchas	<b>30</b>
<b>Figura 8</b> Aspectos qualitativos quanto a uniformidade do cimento	<b>30</b>
<b>Figura 1</b> Plano de análise para obtenção das imagens através da OCT (artigo)	<b>39</b>
<b>Figura 2</b> A OCT longitudinal elucidando os terços coronal, médio e apical, da amostra do dente 16, 24 anos (artigo)	<b>39</b>

## LISTA DE QUADROS

	<b>Página</b>
<b>Quadro 1</b> Categorização das variáveis grupo dentário (anteriores, posteriores e terceiros molares) e idade (até 30 anos, de 31 a 50 anos, mais de 50 anos)	<b>24</b>
<b>Quadro 1</b> Análise qualitativa das imagens geradas pela Tomografia (artigo) por Coerência Óptica.	<b>40</b>

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1</b> Caracterização da amostra e comparação da espessura do cimento entre grupos (terços, faces, grupo dentário e idade).	<b>41</b>
<b>Tabela 2</b> Comparação da espessura inter e intra faces de acordo com os terços e aspectos qualitativos	<b>42</b>
<b>Tabela 3</b> Comparação da espessura inter e intra grupos dentários de acordo com os terços e aspectos qualitativos	<b>43</b>
<b>Tabela 4</b> Comparação da espessura inter e intra idade de acordo com os terços e aspectos qualitativos	<b>44</b>
<b>Tabela 5</b> Matriz de correlação entre idade geral, e por grupos dentários (anterior, posterior e terceiros molares) com espessura do cimento (nos terços coronal, médio e apical)	<b>44</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AFM</b>	Do inglês “ <i>atomic force microscope</i> ”, traduzido como Microscopia de força atômica
<b>A-scan</b>	Traduzido como Varredura Axial.
<b>LEDs</b>	Do inglês <i>Light-Emitting Diode</i> , traduzido como Diodo Emissor de Luz.
<b>MEV</b>	Microscopia Eletrônica de Varredura.
<b>MO</b>	Microscopia óptica
<b>OCT</b>	Do Inglês <i>Optical Coherence Tomography</i> , traduzido como Tomografia por Coerência óptica.
<b>PC</b>	Do inglês <i>Personal Computer</i> , traduzido como Computador Pessoal.
<b>SD-OCT</b>	Do inglês <i>Spectral-Fourier Domain OCT</i> , traduzido como Tomografia por Coerência óptica no domínio Fourier.
<b>SPSS</b>	Do inglês <i>Statistical Package for the Social Sciences</i> , traduzido como Pacote Estatístico para as Ciências Sociais.
<b>SR-<math>\mu</math>CT</b>	Do inglês <i>Synchrotron X-Ray Microtomography</i> , traduzido como Microtomografia Computadorizada usando Radiação Síncrotron
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>17</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
2.1	Objetivo geral.....	21
2.2	Objetivos específicos.....	21
<b>3.0</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
3.1	Tipo e delineamento do estudo.....	22
3.2	Aspectos éticos.....	22
3.3	Localização do estudo.....	22
3.4	Amostra.....	22
3.5	Tomografia por coerência Óptica.....	23
3.5.1	Esquema óptico da OCT.....	24
3.5.2	Escaneamentos tomográficos de acordo com as Regiões de Interesse (ROIs).....	25
3.6	Análise das imagens.....	27
3.6.1	Análise de concordância.....	27
3.6.2	Análise quantitativa.....	27
3.6.3	Análise qualitativa.....	28
3.7	Análise estatística.....	29
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICE.....</b>	<b>69</b>

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O cimento dentário é um tecido mineralizado que reveste a superfície radicular e integra o sistema de fixação dentária, ou seja, o periodonto. Dentre suas funções destacam-se: ancoragem das fibras colágenas do ligamento periodontal à superfície radicular; fixação do dente ao osso alveolar correspondente; funções adaptativas; e atividade reparadora (BOSSHARD; SELVIG, 1997).

Em relação às propriedades químicas e físicas do cimento, sua composição é semelhante ao osso, sendo constituído por água, matriz orgânica e mineral, de modo que 50% da porção dura é inorgânica e consiste em cristais de hidroxiapatita. A matriz orgânica contém principalmente fibras colágenas (primariamente tipo I e III) e em menor quantidade, proteínas não colágenas: glicoproteínas e proteoglicanos (SELVIG, 1965; BOSSHARDT; SELVIG, 1997).

De acordo com a classificação apresentada por Nanci *et al* (2018), disposta na adaptação do esquema gráfico 1, observa-se que os tipos de cimento: celular, acelular estão diretamente relacionados com a função. Tem -se em geral o cimento primário e o cimento secundário. O cimento primário está diretamente relacionado a ancoragem do dente ao osso alveolar, e pode apresentar-se disposto por toda a superfície radicular (BOSSHARDT; SELVIG, 1997; NANCI, 2018), apresentando um padrão de espessura mais delgada e uniforme ao longo da raiz (YAMAMOTO *et al.*, 2010; JANG *et al.*, 2014), e com maior proporção de conteúdo inorgânico (JANG *et al.*, 2014). O cimento secundário está relacionado a função de adaptação e reparo, pode apresentar-se no terço médio, mas encontra-se principalmente no terço apical e em áreas de furca (BOSSHARDT; SELVIG, 1997; NANCI, 2018), diferentemente do cimento primário possui diferentes padrões de crescimento e reabsorção ao longo da raiz (YAMAMOTO *et al.*, 2010; JANG *et al.*, 2014), e menor proporção de conteúdo inorgânico (JANG *et al.*, 2014).

**Esquema Gráfico 1.** Síntese da classificação do cimento radicular.

TIPO DE CIMENTO	LOCALIZAÇÃO	FUNÇÃO
ACELULAR/PRIMÁRIO	TERÇO CERVICAL À APICAL	ANCORAGEM DO DENTE
CELULAR/SECUNDÁRIO	TERÇO MÉDIO À APICAL E FURCA	ADAPTAÇÃO E REPARO

**Fonte:** Adaptado de Nanci *et al* (2018).

Sabe-se que o cimento não sofre remodelação contínua como o osso, no entanto, apresenta resposta às demandas funcionais, com maior deposição de cimento em direção ao terço apical do dente (ZANDER; HURZLER, 1958; BOSSHARDT; SELVIG, 1997).

Como resultado do processo adaptativo, há um aumento de espessura do cimento ao redor da raiz dentária, no qual o cimento se organiza em anéis que apresentam em média 2,5 µm de espessura (YAMAMOTO *et al.*, 2010). Em uma amostra composta por dentes hígidos impactados e irrompidos, avaliou-se a espessura do cimento no terço apical do dente. Observou-se correlação significativa entre a espessura do cimento no terço apical da raiz e idade, além do aumento significativo da espessura neste terço (RAJU *et al.*, 2017).

O conhecimento e a avaliação detalhada das características do cimento dentário apresenta grande relevância, tanto a nível laboratorial como clínico, fornecendo informações que podem ser utilizadas para determinação da idade – cementocronologia- (KASETTY; RAMMANOHAR; RAGAVENDRA, 2010; OLIVEIRA-SANTOS *et al.*, 2017), bem como para avaliação de condutas terapêuticas envolvendo o cimento (BOZBAY *et al.*, 2018) e a influência no cimento da periodontite (LI, X. *et al.*, 2019).

Considerando pesquisas laboratoriais, o cimento pode ser analisado internamente, por meio de cortes destrutivos como secções longitudinais ou transversais da raiz. A técnica que faz uso da luz transmitida, como a microscopia óptica de luz, necessita de desgastes e polimentos de espessuras bem finas, possibilitando visualização do cimento e as linhas de deposição (KASETTY; RAMMANOHAR; RAGAVENDRA, 2010; OLIVEIRA-SANTOS *et al.*, 2017; BOZBAY *et al.*, 2018). Outras técnicas avaliam por energia refletida e com alta resolução, também necessitam cortes histológicos, como a microscopia eletrônica de varredura (MEV) (LI *et al.*, 2019); a microscopia de força atômica (JANG *et al.*, 2014); e a microscopia confocal de varredura à laser (SCIVETTI; PILOLLI; CORSALINI *et al.*, 2007). É válido ressaltar que cortes histológicos necessitam de prática, além de um protocolo bastante rigoroso, e uso de equipamentos específicos para culminar em resultados aceitáveis, e uniformes (ARZATE; ZEICHNER-DAVID; MERCADO-CELIS, 2015), no caso do cimento, por ser friável e delgado pode haver trincas, sendo necessário prática para execução.

Dentre as técnicas laboratoriais não destrutivas, ressaltamos a Microtomografia Computadorizada usando Radiação Síncrotron (SR-MICROCT) (CABEC *et al.*, 2018), que permite a análise das linhas de deposição do cimento, e para determinação da idade mostrou precisão suficiente, mas baixa acurácia; e a Tomografia por Coerência Óptica (TSUBOKAWA *et al.*, 2018), que através da interação entre a luz de baixa coerência e os tecidos, permite a

identificação de toda a espessura do cimento e diferenciação da dentina, em virtude das diferenças de translucidez e espalhamento óptico das referidas estruturas dentárias.

Para análise *in vivo* do cimento radicular, há estudos que utilizaram a ortopantomografia (OLZE *et al.*, 2012; SI *et al.*, 2019), analisando o cimento, juntamente com outras estruturas e parâmetros, para determinação da idade, e a Tomografia por Coerência Óptica (TSUBOKAWA *et al.*, 2018). No entanto, a análise através ortopantomografia apresenta-se mais superficial, gerando imagens que apresentam baixa resolução, fornecendo poucos detalhes do cimento.

Neste cenário de técnica não destrutiva e potencial de aplicação *in vivo*, destaca-se a Tomografia por Coerência Óptica (OCT), ou OCT, oriunda do acrônimo em inglês "*Optical Coherence Tomography*", corresponde a uma técnica diagnóstica não invasiva e não ionizante; que através de diferenças nas propriedades ópticas dos tecidos, fornece imagens transversais de estruturas biológicas com alta resolução espacial, fornecendo maior riqueza de detalhes da estrutura interna, inclusive do cimento dentário (HSIEH *et al.*, 2013; TSUBOKAWA *et al.*, 2018).

A técnica da OCT utiliza interferometria de baixa coerência, no qual sinais ópticos são transmitidos ou refletidos a partir de um tecido biológico (HUANG *et al.*, 1991). A largura da banda óptica determina a resolução axial, e o comprimento de onda de emissão e a potência da fonte, relaciona-se com a profundidade de penetração da luz que é dependente das características ópticas do tecido analisado, como absorção e espalhamento (FERCHER *et al.*, 2003; FUJIMOTO; DREXLER, 2008).

A resolução axial está relacionada ao comprimento de coerência da fonte de luz, e gera dados de refletividade em função da profundidade (*A-scan*), tem resoluções axiais em torno de 1 a 15 $\mu$ m (FUJIMOTO; DREXLER, 2008). A resolução transversal na imagem de OCT, é determinada pela dimensão do feixe óptico focalizado, em que a movimentação do feixe sob a amostra resulta numa imagem de secção transversal (*B-scan*) e está relacionada a profundidade do campo (FERCHER *et al.*, 2003; FUJIMOTO; DREXLER, 2008). Considerando um estudo laboratorial de caracterização, é importante conhecer as propriedades ópticas da estrutura, no comprimento de onda específico, como propriedades de translucidez ou opacidade, dispersão, refração, espalhamento e absorção. Dentre os desafios ópticos da OCT, estão análise de amostras que apresentam alta dispersão da luz, propriedade que reduz a profundidade de penetração. Em amostras biológicas, a penetração consiste em média a 2mm, e a resolução real das amostras depende também do comportamento de dispersão e birrefringências (YASUNO *et al.*, 2002; FUJIMOTO; DREXLER, 2008).

Quanto ao cimento radicular, por ser uma estrutura inorgânica com certa organização cristalina, observa-se aspectos de translucidez, além de consistir em uma espessura média abaixo de 2mm, o que representa um aspecto positivo para uma avaliação óptica estrutural. O índice de refração do cimento radicular por ser estrutura inorgânica consiste em um valor intermediário (1,57 +0,021), entre o esmalte (1,62 +0,024) e a dentina (1,53+0,029), com propriedades de espalhamento de intensidade baixa, e ainda menor espessura comparado a outras estruturas dentárias (MENG *et al.* 2009; HSIEH *et al.*, 2013), o que se torna uma estrutura opticamente satisfatória a ser analisada em cortes axiais não destrutivos ao longo de toda a raiz dentária, de acordo com as regiões de interesse.

Com base em estudos prévios de OCT que visualizaram o cimento dentário *in vitro* (HSIEH *et al.*, 2011, KRAUSE *et al.*, 2019), bem como com o potencial da OCT ser aplicada *in vivo* para análise periodontal (FERNANDES *et al.*, 2019; KAKIZAKI *et al.* 2017; TSUBOKAWA *et al.*, 2018) objetiva-se realizar um escaneamento óptico *ex vivo* do cimento dentário por OCT, para detalhar qualitativamente e quantitativamente características ópticas estruturais do cimento dentário, segundo a localização anatômica radicular, o grupo dentário e a idade, a fim de elucidar vantagens da OCT como uma técnica alternativa não destrutiva para análise do cimento.

## 2. OBJETIVOS

### Objetivo Geral

Quantificar e qualificar laboratorialmente o cimento de dentes humanos por meio da Tomografia por Coerência óptica (OCT).

### Objetivos Específicos

- Mensurar e comparar a espessura do cimento segundo: terços radiculares, faces, grupos dentários, e grupos etários;
- Categorizar e comparar características ópticas do cimento de acordo com terços radiculares, grupos dentários, e grupos etários;
- Verificar correlação entre espessura do cimento e idade cronológica.

### **3.0 METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo e delineamento do estudo**

Consiste em uma pesquisa laboratorial *ex vivo*, com escaneamento óptico para análise qualitativa e quantitativa do cimento dentário.

#### **3.2 Aspectos éticos**

O projeto de pesquisa seguiu as normas da declaração de Helsinque e foi encaminhado ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba para apreciação, seguindo os preceitos estabelecidos pela Resolução CNS nº 466/12, a qual regulamenta a ética na pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi aprovado sob CAEE: 26119019.6.0000.5187 e sob parecer: 3.743.532 (ANEXO A).

Os dentes foram doados por pacientes ao cirurgião dentista, através do Termo de doação de dentes para pesquisa (APÊNDICE A), estando consciente que os dentes seriam utilizados com finalidade de pesquisa científica.

#### **3.3 Localização do estudo**

O escaneamento da amostra por meio da Tomografia por Coerência Óptica foi realizado no Laboratório de Biofotônica, do Departamento de Física, da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, cidade de Recife, Estado de Pernambuco. A análise das imagens oriundas do escaneamento foi realizada no Departamento de Odontologia, da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, cidade de Campina Grande, Estado da Paraíba.

#### **3.4 Amostra**

Caracteriza-se como não probabilística, obtida por conveniência. Foram coletados 53 dentes recém extraídos por motivos diversos (principalmente cárie e doença periodontal) e armazenados individualmente em tubo plástico rosqueável de 5 ml e identificados de acordo com o tipo do dente e a idade do paciente.

Os dentes inicialmente armazenados em soro fisiológico a 0,9%, foram posteriormente limpos e desinfetados com imersão em Cloramina T, a 0,5%.

Foram incluídos 53 dentes que apresentavam estrutura radicular preservada; e devida identificação com relação ao tipo do dente e a idade. Foram excluídas amostras que não estavam com a identificação (tipo do dente e/ou idade).

### 3.4.1 Agrupamento da amostra

A amostra foi categorizada quanto ao grupo dentário, e idade, conforme elucidado no quadro 1.

**Quadro 1.** Categorização das variáveis grupo dentário (anteriores, posteriores e terceiros molares) e idade (até 30 anos, de 31 a 50 anos, mais de 50 anos).

VARIÁVEIS	CATEGORIZAÇÃO	Nº
Grupo Dentário	Anteriores	17
	Posteriores	25
	Terceiros molares	11
Idade	Até 30 anos	15
	31 a 50 anos	21
	Mais de 50 anos	17

### 3.5 Tomografia por coerência Óptica

A obtenção das imagens ópticas tomográficas foi realizada através do sistema de OCT modelo Callisto (ThorlabsInc, Nova Jersey, EUA), operando no domínio espectral (SD-OCT), ideal para amostras estáticas e in vitro. A fonte de luz utilizada é um diodo superluminescente com comprimento de onda central de 930 nm, largura de banda de 100 nm e potência máxima de saída de 3 mW. Esse modelo apresenta um espectrômetro de alta velocidade de captura de dados, permitindo a geração de imagens transversais, com resolução axial de  $7/5,3 \mu\text{m}$  (ar/água) e resolução lateral de  $8 \mu\text{m}$  e  $1,6 \text{ mm}$  de profundidade de penetração da luz no interior da amostra. A frequência de varredura axial deste sistema é 1,2 kHz, o que permite a captura de duas imagens por segundo com 107 dB de sensibilidade e área de varredura transversal de 8mm. Os sistemas SD-OCT não possuem partes móveis e, portanto, possuem alta estabilidade mecânica e baixo ruído de fase. A iluminação da amostra é fornecida por um anel de LEDs de luz branca ajustáveis ao redor da abertura de saída do scanner, e uma câmera integrada obtendo imagens em tempo real, que facilita o posicionamento da amostra durante os escaneamentos.

**Figura 1.** OCT modelo Callisto (Thorlabs, Inc, Nova Jersey, EUA).

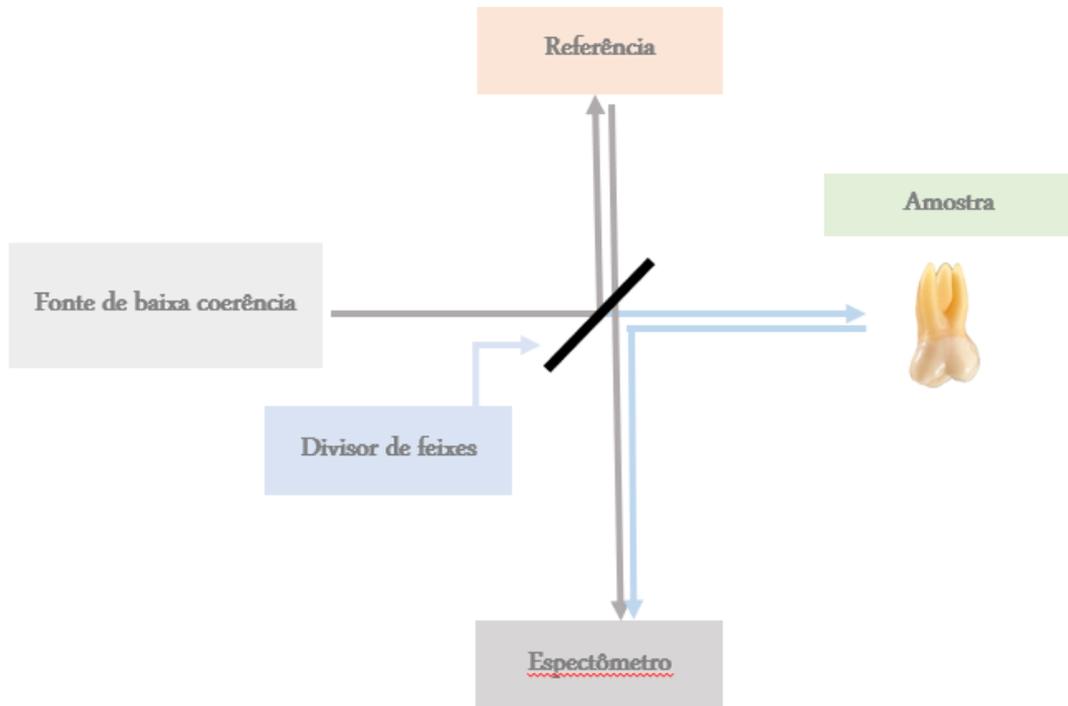


**Fonte:** Thorlabs, Inc.

### 3.5.1 Esquema óptico da OCT

O princípio operacional da geração da imagem pela OCT apresenta-se exemplificado graficamente na figura 2. A fonte de luz de banda larga com um comprimento de onda central de 930 nanômetros (nm), ideal para grande parte das amostras biológicas, em virtude da baixa perda de dispersão, espalhamento neste comprimento de onda, é conduzida para o interferômetro de Michelson, no qual a luz é dividida em dois caminhos ópticos distintos. O caminho denominado braço de referência, termina com um espelho, e o outro caminho é direcionada à amostra, sendo denominado braço da amostra. O braço de referência do interferômetro é colocado próximo à amostra e alojado dentro do próprio sistema de varredura para garantir a estabilidade de fase do braço da amostra em relação ao braço de referência. Objetivando considerar as diferentes distâncias da amostra e refletividades, o comprimento do percurso do braço de referência, bem como sua intensidade, é ajustável. Após percorrer estes caminhos, a luz que retorna do final de ambos, sofre recombinação e é direcionada para um espectrômetro, que forma um padrão de interferência, um interferograma resultante é medido através do braço de detecção do interferômetro, que é analisado, culminando na imagem espectral da OCT. Devido a variação do comprimento da amostra, dessa forma a luz refletida e retro espalhada se origina de várias profundidades da amostra, inicia-se assim, uma modulação na amplitude do padrão de interferência.

**Figura 2.** Princípio operacional da geração da imagem pelo OCT.



**Fonte:** Adaptado de Fujimoto (2001)

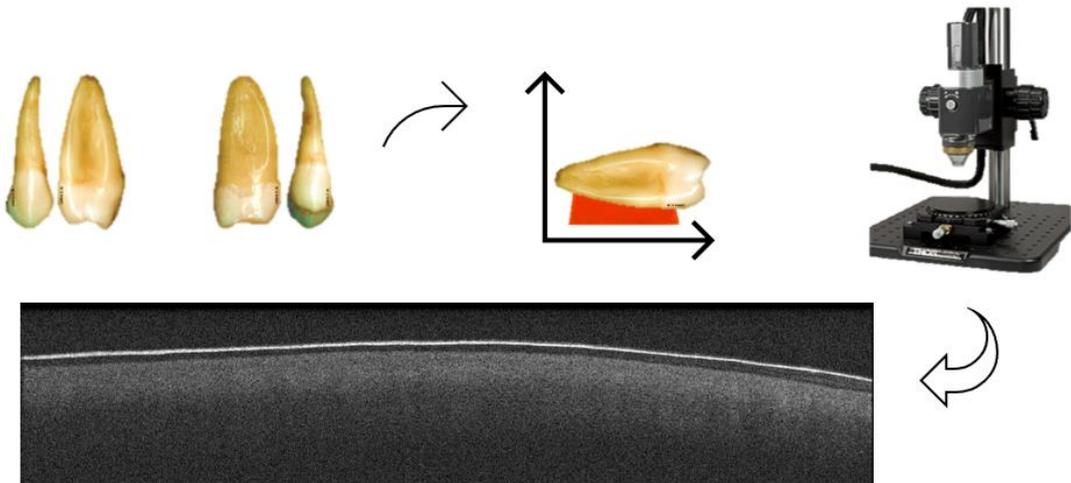
A modulação da amplitude depende da profundidade, assim, a intensidade da luz refletida ou retroespalhada é produzida pela transformada de Fourier em função da profundidade. A profundidade de varredura varia de 1mm a vários milímetros, à depender das propriedades de espalhamento da amostra.

A base do OCT é conectada ao PC, no qual é realizado a aquisição e processamento de dados por meio de um pacote de software integrado com funções para controle de medição, processamento de dados, coleta e gerenciamento de arquivos. Ressaltando que o software permite que modificações de parâmetros sejam realizadas, como alcance da varredura lateral.

### 3.5.2 Escaneamentos tomográficos de acordo com as Regiões de Interesse (ROIs)

Cada amostra foi escaneada isoladamente, com a coroa dentária fixada com o auxílio de cera odontológica, e o posicionamento da face da raiz perpendicular ao sensor de escaneamento. Cada amostra foi reposicionada quatro vezes, de acordo com a face, permitindo o escaneamento de toda a raiz dentária. As imagens geradas foram salvas no formato JPG e devidamente identificadas de acordo com o número da amostra e conjunto terço/face/corte correspondente.

**Figura 3.** Execução do Plano de obtenção das imagens através da OCT.



**Fonte:** elaboração própria

Considerando o detalhamento das análises das imagens do cimento dentário, cada amostra dentária foi escaneada individualmente em posição longitudinal de acordo com os terços (terço coronal, médio e apical), e com a faces (distal, mesial, vestibular e lingual/palatina). Cada imagem gerada pelo escaneamento era correspondente ao conjunto terço e face, de acordo com três cortes (mesial, médio e distal), conforme elucidado no esquema do plano de análise (figura 4). Dessa forma, o total de 36 ROIs foram escaneados ao longo da raiz em cada dente, 406 (21%) imagens foram enquadradas como perda, pois impossibilitavam a análise qualitativa e/ou quantitativa do cimento, resultando na avaliação quantitativa e qualitativa de 1502 imagens.

**Figura 4.** Plano de análise para obtenção das imagens através da Tomografia por Coerência óptica.



**Fonte:** elaboração própria

### 3.6 Análise das imagens

As imagens foram analisadas por meio do Software ImageJ (Versão 1.53c) por um único examinador previamente calibrado. Para execução dos objetivos do estudo, foram realizadas a análise quantitativa e qualitativa do cimento dentário.

#### 3.6.1 Análise de concordância

Para análise de concordância intraexaminador da variável quantitativa (espessura do cimento), foi realizado o Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC), obtendo-se nível de concordância excelente (0,98).

Para análise de concordância intraexaminador das variáveis qualitativas foi realizado o Teste Kappa, que demonstrou concordância substancial para as variáveis translucidez (0,73) e uniformidade do cimento (0,79) e concordância excelente para as variável presença de manchas (0,83)

#### 3.6.2 Análise quantitativa

Foi realizada a mensuração da espessura do cimento de acordo com cada conjunto terço/face/corte (figura 5) com o auxílio do Software ImageJ, de forma que em cada terço, a espessura foi medida através do resultado da média da espessura de três pontos equidistante pré-estabelecidos, de acordo com a resolução em pixels.

**Figura 5.** Imagem bidimensional oriunda da OCT. combinada de forma a representar corte longitudinal da OCT elucidando os terços coronal, médio e apical da amostra do dente 16, 24 anos.

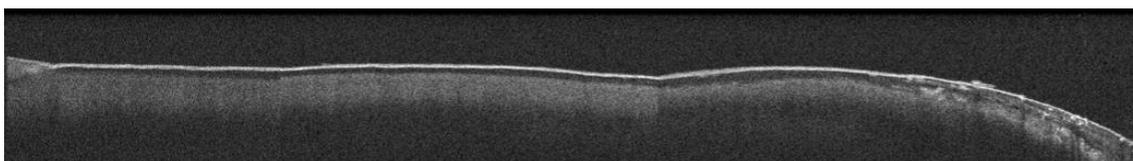


Imagem bidimensional combinada de forma a representar corte longitudinal da OCT elucidando os terços coronal, médio e apical da amostra do dente 16. **Fonte:** acervo pessoal.

Posteriormente houve transformação da média da espessura de cada imagem de pixel para micrometros ( $\mu\text{m}$ ), de acordo com a resolução da imagem, em seguida, o valor obtido foi dividido pelo índice de refração do cimento (1,57), no programa Microsoft Excel (versão 2006, Washington, Estados Unidos).

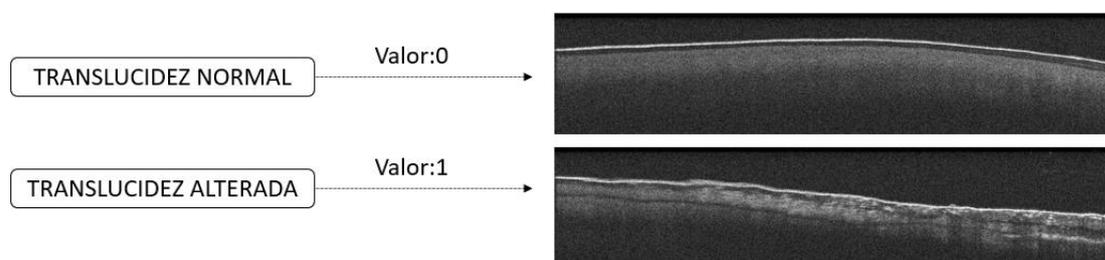
### 3.6.3 Análise qualitativa

Foi realizada a análise qualitativa das seguintes características em todas as imagens: translucidez do cimento, manchas no cimento e uniformidade da espessura do cimento.

#### Translucidez do cimento

A translucidez do cimento através da OCT é caracterizada pela passagem da luz sem interferências, o que resulta em uma imagem escura, sem retroespalhamento, similar a uma estrutura vítrea quando escaneada pelo OCT, e facilmente diferenciada da dentina, caracterizada como meio espalhador de luz, visto a presença de túbulos dentinários (CHEN *et al.*, 2005). A translucidez foi categorizada como alterada quando a região do cimento apresentava áreas com maior espalhamento óptico, representado por maior concentração de pixels brancos (Figura 6).

**Figura 6.** Aspectos qualitativos quanto a translucidez.

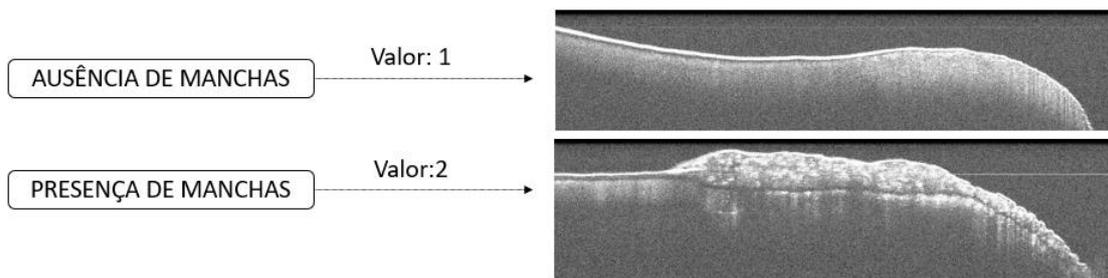


Translucidez normal: imagem oriunda da OCT do terço médio, face distal do dente 18, 24 anos.  
 Translucidez alterada: imagem oriunda da OCT do terço médio, face palatina do dente 18, 24 anos.  
**Fonte:** acervo pessoal.

#### Manchas no cimento

As manchas no cimento são tidas como regiões de diferentes formatos (circulares, ovulares etc.) que apresentam maior espalhamento óptico, com maior concentração de pixels brancos, sugerindo que sejam reflexos da presença de lacunas, que é típico do cimento secundário (FURSETH; JOHANSEN, 1968; JANG, A.T.; LIN, J.D., CHOI, R.M., *et al.* 2014).

**Figura 7.** Aspectos qualitativos quanto a manchas.



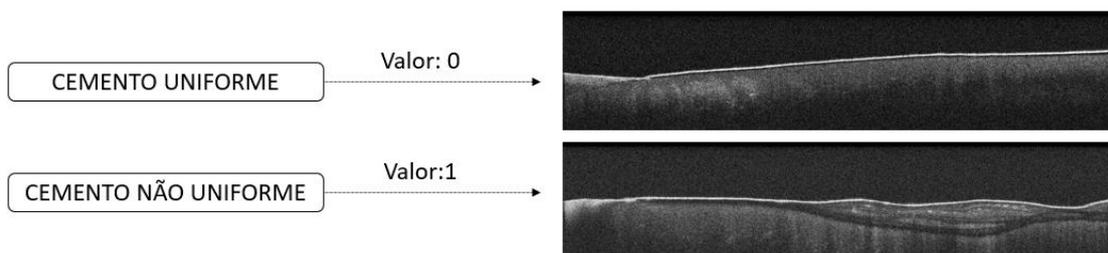
Ausência de manchas: imagem oriunda da OCT do terço apical, face mesial do dente 48, 20 anos.  
 Presença de manchas: imagem oriunda da OCT do terço médio, face vestibular do dente 48, 20 anos.

**Fonte:** acervo pessoal

### **Uniformidade da espessura do cimento**

Refere-se a manutenção da uniformidade da espessura ao longo do cimento dentro das distâncias equidistantes previamente estabelecidas (figura 8).

**Figura 8.** Aspectos qualitativos quanto a uniformidade do cimento.



Cimento uniforme: imagem oriunda da OCT do terço coronal, face mesial do dente 14, 16 anos.  
 Cimento não uniforme: imagem oriunda da OCT do terço coronal, face mesial do dente 26, 50 anos.

**Fonte:** acervo pessoal

### **3.7 Análise estatística**

Os resultados obtidos quanto às características dos dentes analisados, e a espessura do cimento foram organizados em um banco de dados no programa Microsoft Excel (versão 2006, Washington, Estados Unidos).posteriormente foi realizada a estatística descritiva e analítica com o auxílio do programa IBM SPSS Statistics (Versão 20.0, IBM SPSS).

Os dados obtidos da espessura do cimento, foram submetidos para à análise quanto a distribuição de normalidade, por meio do teste Kolmogorov-Smirnov. Devido a distribuição não normal dos dados, as comparações da espessura do cimento e das variáveis qualitativas entre grupos sem vinculação foram realizadas através do teste Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ); entre os grupos que guardavam vinculação foi realizado o Teste de Friedman ( $p < 0,05$ ), e para

identificação dos grupos onde houve valores significativos foi realizada a análise post hoc de Bonferroni. Para análise de correlação entre espessura por terços e idade, foi realizado o Teste de Correlação de Spearman.

#### **4. RESULTADOS**

**Sugestão De Periódico: Journal Of Periodontal Research**

**Qualis: A2**

**Fator Impacto: 2.926**

## AVALIAÇÃO IN VITRO DO CIMENTO DENTÁRIO POR MEIO DA TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA

Ana Marly Araújo Maia Amorim<sup>1</sup>, Daniela Pita de Melo<sup>2</sup>, Ligia Natalia Sobreira Duarte  
Bezerra<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professora, Departamento de Odontologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: [anamarlyamaia@gmail.com](mailto:anamarlyamaia@gmail.com)

<sup>2</sup> Professora, Departamento de Odontologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: [danipita@gmail.com](mailto:danipita@gmail.com)

<sup>3</sup> Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: [ligianatalia@outlook.com](mailto:ligianatalia@outlook.com)

### **Autor para correspondência:**

Ana Marly Araújo Maia Amorim

Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

E-mail: [anamarlyamaia@gmail.com](mailto:anamarlyamaia@gmail.com)

Telefone: +55 83 3315-3300

Endereço: R. Baraúnas, 351 - Universitário, Campina Grande - PB, 58429-500, Brasil

## RESUMO

**Objetivo:** quantificar e qualificar a estrutura do cimento por meio da Tomografia por Coerência Óptica (OCT) nos terços da raiz dentária de acordo com grupo dentário, faces, e grupo etário, além de analisar correlação entre idade. **Método:** Foram incluídos 53 dentes escaneados por meio da OCT modelo Callisto (ThorlabsInc, Nova Jersey, EUA), com diodo superluminescente (930 nm). As análises foram realizadas através do software ImageJ e os dados foram analisados no programa IBM SPSS Statistics (Versão 20.0, IBM SPSS). As comparações da espessura do cimento e das variáveis qualitativas entre grupos sem vinculação foram realizadas através do teste Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ); entre os grupos que guardavam vinculação foi realizado o Teste de Friedman ( $p < 0,05$ ), e post hoc de Bonferroni quando identificada diferença significativa. Para análise de correlação entre espessura por terços e idade, foi realizado o Teste de Correlação de Spearman ( $p < 0,01$ ). **Resultados:** Foi observada maior espessura no terço apical; com diferença na espessura entre os grupos dentários ( $p < 0,05$ ) no terço médio e apical ( $p < 0,05$ ); observou-se aumento da espessura em função do aumento da idade com correlação forte entre espessura dos terços médio ( $r=0,712$ ;  $p < 0,01$ ) e apical ( $r=0,527$ ;  $p < 0,01$ ) no grupo dentário anterior. Há predominância de alterações na translucidez nos terços médio e apical, bem como de presença de manchas no terço apical independente do grupo etário, face, e grupo dentários; quanto a uniformidade, o terço apical também mostrou maiores alterações em todos os grupos analisados. **Conclusão:** Por meio da OCT foi possível mensurar a espessura do cimento, constatando diferenciações também qualitativas em relação aos terços e grupo dentário, além de diferenciação com relação a idade, com maior correlação da idade em dentes anteriores.

**Palavras-chave:** Tomografia de Coerência Óptica. Cimento dentário. Grupo etário.

## ABSTRACT

**Objective:** to quantify and qualify the structure of the cementum through OCT according to dental group, faces, and age group, in addition the correlation between age and cementum thickness was also analyzed. **Method:** 53 teeth were scanned using the Callisto OCT model (ThorlabsInc, New Jersey, USA), using a superluminescent diode (930 nm) bandwidth of 100 nm and maximum output power of 3 mW. The image analysis were performed using the ImageJ software and the data were analyzed using the IBM SPSS Statistics program (Version 20.0, IBM SPSS). Comparisons of cement thickness and qualitative variables between unrelated groups were performed using the Kruskal Wallis test ( $p < 0,05$ ); Friedman's test ( $p < 0,05$ ) was performed among groups that maintained a link, and Bonferroni's post hoc test when a significant difference was identified. To analyze the correlation between thickness by thirds and age, the Spearmann Correlation Test ( $p < 0,01$ ) was performed. **Results:** A greater thickness was observed in the thirds in an apical section; with difference in thickness between the dental groups ( $p < 0,05$ ) in the middle and apical thirds ( $p < 0,05$ ); between the faces there was a difference only in the middle third between the buccal and mesial faces ( $p < 0,05$ ); there was an increase in thickness as a result of increasing age with a strong correlation between thickness of the middle thirds ( $r = 0.712$ ;  $p < 0,01$ ) and apical ( $r = 0.527$ ;  $p < 0,01$ ) in the anterior dental group. There is a predominance of changes in translucency in the middle and apical thirds, as well as the presence of spots in the apical third regardless of age group, face, and dental groups; as for uniformity, the apical third also showed greater changes in all groups analyzed. **Conclusion:** Through OCT it was possible to measure the thickness of the cementum, noting also qualitative differences in relation to the thirds and dental group, in addition to differentiation in related age with a greater correlation of age in anterior teeth

**Keywords:** Optical Coherence Tomography. Dental Cementum. Age Groups.

## Introdução

A avaliação das características do cimento dentário apresenta grande relevância tanto em nível clínico como laboratorial. Trata-se de um tecido mineralizado que apresenta função de ancoragem do dente ao osso alveolar<sup>1, 2</sup>, com processo de deposição contínuo em resposta às demandas funcionais ao longo do tempo<sup>1,3</sup>, constituindo-se como indicador útil para predição da idade<sup>4, 5,6, 7</sup>.

Em geral, há dois tipos de cimento, o primário e o secundário. O cimento primário está diretamente relacionado a ancoragem do dente ao osso alveolar, e pode apresentar-se disposto por toda a superfície radicular<sup>1, 12</sup>, apresentando um padrão de espessura mais delgada e uniforme ao longo da raiz, com pequena variação em função da localização (5 a 200  $\mu\text{m}$ )<sup>3,8</sup>. O cimento secundário está relacionado a função de adaptação e reparo, pode apresentar-se no terço médio, mas encontra-se principalmente no terço apical e em áreas de furca<sup>1,12</sup>, diferentemente do cimento primário possui diferentes padrões de crescimento e reabsorção ao longo da raiz, com maior espessura e variação de acordo com a localização anatômica (400 $\mu\text{m}$  a 1mm)<sup>3,8</sup>.

A quantidade de cimento depositado é influenciada pela idade<sup>8</sup>; pela localização do dente atentando as cargas mastigatórias a que é exposto, pela situação oclusal, como por exemplo os dentes posteriores, nos quais alterações na oclusão podem gerar um aumento na deposição do cimento<sup>9, 10</sup>, bem como a situação periodontal também exerce influência na espessura do cimento, ressaltando que em dentes periodontalmente comprometidos, a ausência de dente antagonista, pode resultar no processo de reabsorção do mesmo<sup>11</sup>. Considerando a importância da análise do cimento, abre-se perspectiva para realização de estudos com novos métodos de análise, a fim contribuir para o conhecimento dessa estrutura em nível clínico, laboratorial e forense.

Dessa forma, o cimento apresenta-se como uma importante estrutura dentária, e a evolução a respeito dos métodos para sua avaliação permite a obtenção de avanços relacionados a essa estrutura, dentre eles destacam-se: microscopia eletrônica de varredura (MEV)<sup>13</sup>; microscopia de luz (MO)<sup>4,6,14</sup>; microscopia de força atômica (AFM)<sup>8</sup>; microtomografia usando Radiação Síncrotron (SR-MICROCT)<sup>7</sup> e ortopantomografia<sup>15,16</sup>. No entanto tais métodos podem apresentar desvantagens como uso da radiação ionizante (ortopantomografia); baixa resolução de imagem (ortopantomografia); uso restrito laboratorial necessitando de maior curva

de aprendizado, com tempo e forma de preparo da amostra maior e mais minucioso (MEV, MO, AFM, SR-MICROCT); e necessidade de preparos destrutíveis da amostra (MEV, MO, AFM).

A Tomografia por Coerência óptica (OCT), que na odontologia apresenta-se como um excelente meio de diagnóstico e acompanhamento clínico, também tem sido aplicada para estudos do cimento *in vivo*<sup>17,18,19</sup>, e *in vitro*<sup>20,21</sup> e apresenta vantagens por ser um método não invasivo, não destrutivo, não ionizante e que fornece informações em tempo real da estrutura em análise<sup>20</sup>. É válido ainda ressaltar que as características do cimento dentário o tornam uma estrutura opticamente favorável para a análise de sua estrutura interna, visto as boas propriedades de translucidez, com baixa intensidade de espalhamento, o índice de refração similar a dentina e esmalte<sup>22,23</sup> e mínima espessura comparado a outras estruturas dentárias permitindo análise detalhada em cortes axiais não destrutivos com a OCT, gerando imagens com boa resolução da estrutura interna do cimento.

Considerando as características do cimento que o tornam uma estrutura opticamente favorável para análise com OCT, objetivou-se realizar uma análise *ex vivo* detalhada das características naturais e alterações do cimento dentário de dentes extraídos em diferentes grupos dentários e idade, a fim de verificar o potencial de caracterização da OCT como uma técnica alternativa não destrutiva para análise do cimento.

## **Metodologia**

### Considerações éticas

Esse estudo foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba, seguindo os preceitos estabelecidos pela Resolução CNS nº 466/12, a qual regulamenta a ética na pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi aprovado sob CAEE: 26119019.6.0000.5187 e sob parecer: 3.743.532

### Tipo do estudo e característica da amostra

Foram coletados 70 dentes recém extraídos por motivos diversos (principalmente cárie e doença periodontal) e devidamente identificados de acordo com o tipo do dente e a idade do paciente. Os dentes inicialmente armazenados em soro fisiológico a 0,9%, posteriormente foram limpos e desinfetados com imersão em Cloramina T, a 0,5%. Foram incluídos 53 dentes que apresentavam estrutura radicular preservada; e devida identificação com relação ao tipo do dente e a idade. Foram excluídas amostras que não estavam com a identificação (tipo do dente

e/ou idade). A amostra foi agrupada quanto ao grupo dentário, e idade. Em relação ao grupo dentário, os dentes foram agrupados em anteriores (n=17), posteriores (n=25) e terceiros molares (n=11). E em relação a idade foram agrupados em: até 30 anos (n=15), de 31 a 50 anos (n=21) e, mais de 50 anos (n=17), de acordo com a distribuição da idade dentro da amostra.

### Tomografia por Coerência Óptica

A coleta de imagens ópticas tomográficas foi realizada através do sistema de OCT modelo Callisto (ThorlabsInc, Nova Jersey, EUA), operando no domínio espectral (SD-OCT), ideal para amostras estáticas e *in vitro*. A fonte de luz utilizada é um diodo superluminescente com comprimento de onda central de 930 nm, largura de banda de 100 nm e potência máxima de saída de 3 mW, permitindo a geração de imagens transversais, com resolução axial de 7/5,3  $\mu\text{m}$  (ar/água) e resolução lateral de 8  $\mu\text{m}$  e 1,6 mm de profundidade de penetração da luz no interior da amostra. A frequência de varredura axial deste sistema é 1,2 kHz, o que permite a captura de duas imagens por segundo com 107 dB de sensibilidade e área de varredura transversal de 8mm. A iluminação da amostra é fornecida por um anel de LEDs de luz branca ajustáveis ao redor da abertura de saída do scanner, e uma câmera integrada obtendo imagens em tempo real, que facilita o posicionamento da amostra durante os escaneamentos.

### Escaneamentos tomográfico de acordo com as Regiões de Interesse (ROIs)

Considerando o detalhamento das análises das imagens do cimento dentário, cada amostra dentária foi escaneada individualmente em posição longitudinal, de acordo com os terços (terço coronal, médio e apical), e com a faces (distal, mesial, vestibular e lingual/palatina). Cada imagem gerada pelo escaneamento era correspondente ao conjunto terço e face, de acordo com três cortes (mesial, médio e distal), conforme elucidado no esquema do plano de análise (figura 1). Dessa forma, o total de 36 ROIs foram escaneados ao longo da raiz em cada dente, 406 (21%) imagens foram enquadradas como perda, pois impossibilitavam a análise qualitativa e/ou quantitativa do cimento, resultando na avaliação quantitativa e qualitativa de 1502 imagens.

**Figura 1.** Plano de análise para obtenção das imagens através da OCT.



**Fonte:** acervo pessoal

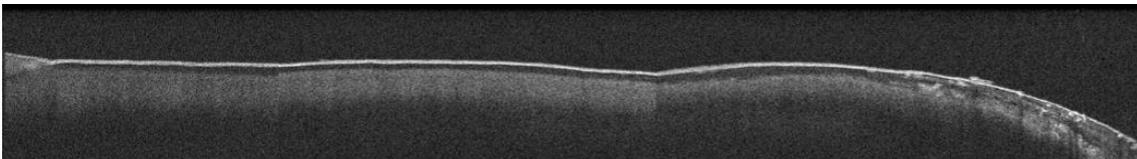
#### Calibração e análise das imagens

A análise de concordância intraexaminador demonstrou através do Teste Kappa, concordância substancial para as variáveis translucidez (0,73), e uniformidade do cimento (0,79), e concordância excelente para manchas (0,83) e Junção Cimento Esmalte (0,89); através do Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC), obteve-se concordância excelente (0,98) para a variável espessura do cimento.

#### Análise quantitativa

Foi realizada a mensuração da espessura do cimento de acordo com cada conjunto terço/face/corte (figura 2) com o auxílio do Software ImageJ, de forma que em cada terço, a espessura foi medida através do resultado da média da espessura de três pontos equidistante pré-estabelecidos, de acordo com a resolução em pixels. Posteriormente houve transformação da média da espessura de cada imagem de pixel para micrometros ( $\mu\text{m}$ ), de acordo com a resolução da imagem, em seguida, o valor obtido foi dividido pelo índice de refração do cimento (1,57), no programa Microsoft Excel (versão 2006, Washington, Estados Unidos).

**Figura 2.** OCT longitudinal elucidando os terços coronal, médio e apical, da amostra do dente 16, 24 anos.



**Fonte:** acervo pessoal

### Análise qualitativa

Foi realizada a análise qualitativa segundo as características descritas no quadro 1.

**Quadro 1.** Análise qualitativa das imagens geradas pela TCO de acordo com as variáveis translucidez, manchas no cimento, uniformidade do cimento, Junção Cimento Esmalte.

Variável	Descrição	Tipos	Valor
Translucidez do cimento	Apresenta-se com uma fina linha externa com intenso espalhamento e conteúdo interno com cor escura sem retroespalhamento	Normal	0
		Alterada	1
Manchas no cimento	Manchas circulares/ovalares na estrutura interna do cimento.	Ausência	1
		Presença	2
Uniformidade do cimento	Uniformidade na espessura do cimento	Uniforme	0
		Não uniforme	1

### Análise Estatística

A análise estatística descritiva e analítica foi realizada com o auxílio do programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS for Windows, version 25.0 IBM, INC, Armonk, NY, USA). Devido a distribuição não normal dos dados quanto a variável quantitativa, as comparações da espessura do cimento e das variáveis qualitativas entre grupos sem vinculação foram realizadas através do teste Kruskal Wallis (nível de significância de 5%); entre os grupos que guardavam vinculação foi realizado o Teste de Friedman (nível de significância de 5%), e para identificação dos grupos onde houve valores significativos foi realizada a análise post hoc de Bonferroni. Para análise de correlação entre espessura por terços e idade, foi realizado o Teste de Correlação de Spearman.

### Resultados

A tabela 1 apresenta a espessura de cimento geral, demonstrando diferenças com relação ao terço, visto que o coronal apresenta menor espessura, em detrimento do apical com maior espessura mediana. Do ponto de vista de cortes longitudinais, segundo as faces, os interquartis são mais amplos, com mediana similar. Os terceiros molares demonstraram menor

mediana de espessura, quando comparados a outros molares e pré-molares analisados. O aumento da espessura geral com relação a idade fica evidente ( $p < 0,001$ ).

**Tabela 1.** Caracterização da amostra e comparação da espessura do cimento entre grupos (terços, faces, grupo dentário e idade).

<sup>1</sup> Teste de Friedman \* $p < 0,05$ .

<sup>2</sup> Teste de Kruskal-Wallis \* $p < 0,05$ .

	Espessura Geral	n	Me (Q <sub>25</sub> – Q <sub>75</sub> )	p valor	Letras
Terços	Coronal	330	46,2 (37,2 – 57,5) a	<0,001 <sup>1</sup>	
	Médio	581	89,5 (56,3 – 136,7) b		
	Apical	591	152,6 (106,0 – 204,2) c		
Faces	Distal	295	91,6 (57,3 – 169,5) ab	0,007 <sup>1</sup>	
	Mesial	294	96,4 (55,5 – 167,5) a		
	Vestibular	487	92,9 (50,1 – 149,0) b		
	Lingual	426	100,2 (54,4 – 160,5) ab		
Grupo dentário	Anteriores	451	97,00 (64,0 – 172,0) a	<0,001 <sup>2</sup>	
	Posteriores	742	101,40 (51,6 – 167,2) b		
	3º Molares	309	74,04 (44,1 – 131,1) c		
Idade	Até 30 anos	456	62,70 (39,6 – 132,2) a	<0,001 <sup>2</sup>	
	31 á 50 anos	620	95,61 (57,3 – 159,4) b		
	Mais de 50 anos	426	117,42 (73,9 – 187,0) c		

minúsculas: diferença entre linhas.

A comparação entre a espessura das faces demonstra que há medianas de espessura semelhantes, exceto na face vestibular nos terços médio e apical, que apresentam valores de espessura mais baixos. Dessa forma, há diferença significativa na espessura entre as faces vestibular e mesial no terço médio ( $p < 0,05$ ), e em todas as faces entre os terços).

Quanto aos aspectos qualitativos, na translucidez há diferença significativa entre as faces apenas no terço coronal, visto que é pouco presente nos terços médio e apical, e em todas as faces entre os terços ( $p < 0,05$ ). Quanto a presença de manchas e uniformidade do cimento não há diferenças entre as faces nos terços, no entanto há diferença ( $p < 0,05$ ) em todas as faces entre os terços ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Comparação da espessura inter e intra faces de acordo com os terços e aspectos qualitativos (translucidez, presença de manchas, e uniformidade do cimento).

Faces		Distal	Mesial	Vestibular	LigalPalatina	
		Me(Q25-Q75)	Me (Q25-Q75)	Me (Q25-Q75)	Me (Q25-Q75)	<i>p</i> -valor <sup>1</sup>
Espessura	Coronal	45,8 (35,6 – 57,68) a	47,3 (37,4 – 55,8) a	45,1 (36,4 – 60,2) a	46,0 (38,4 – 58,2) a	0,254
	Médio	91,6 (61,1 – 154,0) ABb	94,4 (62,7 – 145,8) Bb	73,6 (46,8– 128,9) Ab	95,1 (60,9 – 138,6) ABb	0,012
	Apical	161,9 (105,1 – 217,1) c	161,1 (116,6 – 226,0) c	143,81 (99,5 – 192,2) c	155,5(110,3 – 200,6) c	0,207
	<i>p</i> -valor <sup>1</sup>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
		Me (Q25-Q75)	Me (Q25-Q75)	Me (Q25-Q75)		<i>p</i> -valor <sup>1</sup>
Translucidez	Coronal	1,0 (0,5 – 1) a	1,0 (1 – 1)	1,0 (0,5 – 1) a	1,0 (1 – 1)	0,002
	Médio	1,0 (1 – 1) ab	1,0 (1 – 1)	1,0 (1 – 1) ab	1,0 (1 – 1)	0,438
	Apical	1,0 (1 – 1) b	1,0 (1 – 1)	1,0 (1 – 1) b	1,0 (1 – 1)	0,392
	<i>p</i> -valor <sup>1</sup>	<0,001	0,002	<0,001	0,042	
Presença de manchas	Coronal	2,0 (1 – 2) a	2,0 (1 – 2) ac	2,0 (1 – 2) ac	2,0 (1 – 2) a	0,217
	Médio	2,0 (1 – 2) ab	2,0 (1 – 2) c	2,0 (1 – 2) c	2,0 (2 – 2) ab	0,099
	Apical	2,0 (2 – 2) b	0,300			
	<i>p</i> -valor <sup>1</sup>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Uniformidade do cimento	Coronal	0,0 (0 – 1) a	0,0 (0 – 1) ac	0,0 (0 – 1) ac	0,0 (0 – 1) ac	0,355
	Médio	1,0 (0 – 1) b	1,0 (0 – 1) c	1,0 (0 – 1) c	1,0 (0 – 1) c	0,313
	Apical	1,0 (1 – 1) c	1,0 (1 – 1) b	1,0 (1 – 1) b	1,0 (1 – 1) b	0,290
	<i>p</i> -valor <sup>1</sup>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

<sup>1</sup> Teste de Friedman \**p* <0,05.

Letras maiúsculas: diferença entre colunas.

Letras minúsculas: diferença entre linhas.

A tabela 3 demonstra o maior detalhamento das espessuras, ressaltando as diferenças entre os terços coronal, médio e apical em cada grupo dentário ( $p < 0,001$ ). No terço coronal, as medianas apresentam-se semelhantes não havendo diferença entre os grupos ( $p < 0,05$ ). Há diferença na espessura entre os grupos dentários ( $p < 0,05$ ) no terço médio (entre os três grupos) e apical (entre anterior e posterior e terceiro e posterior), de forma que a mediana do terço médio e apical para o grupo posterior são maiores que para os demais grupos.

Quanto aos aspectos qualitativos, a translucidez apresenta-se unanimemente alterada no terço apical, sendo minimamente presente também no terço coronal. No grupo do terceiro molar, não há diferença na translucidez entre os terços. Quanto às manchas, há presença de diferença entre os grupos dentários apenas no terço médio (entre anterior e posterior; e anterior terceiros molares), e entre os grupos há predominância de manchas no terço apical; no grupo dos dentes posteriores houve diferença do coronal com o apical. Quanto a uniformidade do cimento observa-se diferença entre os grupos dentários ( $p < 0,05$ ), e dentro de cada grupo entre os terços ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Comparação da espessura inter e intra grupos dentários de acordo com os terços e aspectos qualitativos (translucidez, presença de manchas, e uniformidade do cimento).

		Anterior	Posterior	3° Molar	<i>p</i> -valor <sup>2</sup>
		Me (Q25-Q75)	Me (Q25-Q75)	Me (Q25-Q75)	
Espessura	Coronal	41,5 (35,1-55,7) ab	48,9 (39,8-59,9) a	51,48 (40,2-67,4) a	0,154
	Médio	61,2 (54,1-69,5) Ab	117,0(82,5-164,8) Bb	96,85 (45,6-129,9) Cb	<0,001
	Apical	82,4 (71,6-173,1) ACc	186,2(137,5-217,85) Bc	129,0 (91,7-160,51) Cc	<0,001
	<i>p</i> -valor <sup>1</sup>	<0,001	<0,001	<0,001	<i>p</i> -valor <sup>2</sup>
Translucidez	Coronal	1,0 (1 – 1)	1,0 (1 – 1)	1,0 (1 – 1) C	0,811
	Médio	1,0 (0 – 1) A	1,0 (1 – 1) BC	1,0 (1 – 1) C	<0,001
	Apical	1,0 (1 – 1)	1,0 (1 – 1)	1,0 (1 – 1)	1,000
	<i>p</i> -valor <sup>1</sup>	0,001	<0,001	0,074	
Presença de manchas	Coronal	2,0 (1 – 2)	2,0 (1 – 2) a	2,0 (1 – 2) a	0,228
	Médio	2,0 (1 – 2) A	2,0 (2 – 2) Bab	2,0 (2 – 2) Bcab	<0,001
	Apical	2,0 (2 – 2)	2,0 (2 – 2) b	2,0 (2 – 2) b	1,000
	<i>p</i> -valor <sup>1</sup>	0,005	<0,001	<0,001	
Uniformidade do cimento	Coronal	0,0 (0 – 1) Abab	0,0 (0 – 1) Aa	0,0 (0 – 1) B	0,045
	Médio	0,0 (0 – 1) Aa	1,0 (1 – 1) BCbc	1,0 (1 – 1) C	<0,001
	Apical	1,0 (1 – 1) Ab	1,0 (1 – 1) BCc	1,0 (1 – 1) C	<0,001
	<i>p</i> -valor <sup>1</sup>	<0,001	<0,001	0,002	

<sup>1</sup> Teste de Friedman \**p* <0,05.

<sup>2</sup> Teste de Kruskal-Wallis \**p* <0,05

Letras maiúsculas: diferença entre colunas;

Letras minúsculas: diferença entre linhas.

Quanto a idade, segundo as faixas etárias analisadas, observa-se diferenças entre os terços, com maior evidência nos interquartis no grupo etário até 30 anos. O aumento da mediana de espessura foi observado com a maior idade do grupo dentário, em todos os terços analisados, com mediana de espessura mais alta no terço apical do grupo com mais de 50 anos.

Quanto a translucidez segundo a idade, o terço coronal também demonstrou maior evidência comparativa, e a translucidez normal é mais presente no grupo até 30 anos. Quanto a presença de manchas, há diferença entre as idades em todos os terços, e dentro de cada idade entre os terços (*p*<0,05). Na uniformidade, o terço médio não apresenta diferença entre as idades, e dentro de cada grupo etário há diferença entre os terços.

**Tabela 4.** Comparação da espessura inter e intra idade de acordo com os terços e aspectos qualitativos (translucidez, presença de manchas, e uniformidade do cimento).

		Até 30	31 até 50	>50 anos	
		Me (Q25-Q75)	Me (Q25-Q75)	Me (Q25-Q75)	p-valor <sup>2</sup>
Espessura	Coronal	39,6 (30,1 – 47,6) Aa	48,71 (37,9 – 60,2) Ba	55,6 (46,2 – 64,3) Ca	<0,001
	Médio	55,0 (37,0 – 55,0) Ab	97,22 (61,6 – 140,9) Bb	106,5 (84,7 – 161,5) Cb	<0,001
	Apical	131,8 (96,0 – 167,6) Ac	156,4 (103,6 – 206,4) Bc	183,4 (117,8 – 226,4) Cc	<0,001
p-valor <sup>1</sup>		<0,001	<0,001	<0,001	
		Me (Q25-Q75)	Me (Q25-Q75)	Me (Q25-Q75)	p-valor <sup>2</sup>
Translucidez	Coronal	1,0 (0 – 1) Aa	1,0 (1 – 1) BC	1,0 (1 – 1) C	<0,001
	Médio	1,0 (1 – 1) b	1,0 (1 – 1)	1,0 (1 – 1)	0,514
	Apical	1,0 (1 – 1) cb	1,0 (1 – 1)	1,0 (1 – 1)	0,519
p-valor <sup>1</sup>		<0,00	<0,001	0,003	
Presença de manchas	Coronal	1,0 (1 – 1) Aa	2,0 (1 – 2) Bac	2,0 (2 – 2) C	<0,001
	Médio	2,0 (1 – 2) Ab	2,0 (2 – 2) BCc	2,0 (2 – 2) C	<0,001
	Apical	2,0 (2 – 2) Ac	2,0 (2 – 2) BCb	2,0 (2 – 2) C	<0,001
p-valor <sup>1</sup>		<0,001 <sup>1</sup>	<0,001	0,00	
Uniformidade do cimento	Coronal	0,0 (0 – 0) Aa	0,0 (0 – 1) BCac	1,0 (0 – 1) Cac	<0,001
	Médio	1,0 (0 – 1) b	1,0 (0 – 1) c	1,0 (0 – 1) c	0,200
	Apical	1,0 (1 – 1) Ac	1,0 (1 – 1) ABb	1,0 (1 – 1) Bb	0,009
p-valor <sup>1</sup>		<0,001	<0,001	<0,001	

Teste de Friedman \*p <0,05.

<sup>2</sup> Teste de Kruskal-Wallis \*p <0,05

Letras maiúsculas: diferença entre colunas;

Letras minúsculas: diferença entre linhas.

Considerando a idade segundo os grupos dentários, analisados observou-se correlação positiva forte entre espessura dos terços médio ( $r=0,712$ ;  $p < 0,01$ ) e apical ( $r=0,527$ ;  $p < 0,01$ ) com a idade do grupo dentário anterior.

**Tabela 5.** Matriz de correlação entre idade geral, e por grupos dentários (anterior, posterior e terceiros molares) com espessura do cimento (nos terços coronal, médio e apical).

	Idade	Idade Grupo Dentário anteriores	Idade Grupo Dentário Posteriores	Idade Grupo Dentário 3 <sup>os</sup> molares
Espessura Terço Coronal	0,392*	0,196	0,497*	0,282**
Espessura Terço Médio	0,455*	<b>0,712*</b>	0,474*	0,328*
Espessura Terço apical	0,285*	<b>0,527*</b>	0,376*	0,251*

Teste de Correlação de Spearman. \* p<0,001; \*\* p<0,05.

## Discussão

Diferentemente de estudos anteriores <sup>4,8,6,14</sup> que empregaram métodos destrutivos, mais laboriosos e minuciosos <sup>24</sup> para análise mais detalhada dessa estrutura, nesta pesquisa a OCT representa um método vantajoso de análise por ser não invasivo, não destrutivo e não ionizante. Além disso necessita de menor tempo e instrumentos para realização dos escaneamentos, não sendo tão dependente da habilidade e prática do pesquisador <sup>23</sup>.

As propriedades ópticas dos tecidos, como translucidez, índice de refração e baixa atenuação da luz no comprimento de onda infravermelho da OCT, influenciam diretamente na qualidade da imagem escaneada. Em amostras biológicas, a penetração depende do comportamento de dispersão e birrefringência da amostra, e consiste em média 2mm <sup>25, 26</sup>, característica que torna o cemento favorável para análise tendo em vista sua espessura delgada. Além disso, a orientação, bem como o tamanho dos cristais presentes na estrutura do cemento, apresentam grande influência nas propriedades de birrefringência <sup>28</sup>, proporcionando baixas propriedades de espalhamento e dispersão da luz no comprimento de onda infravermelho em torno de 1000nm. Há poucos estudos na literatura utilizando a OCT para análise do cemento <sup>20, 17, 19, 29, 21</sup>, no entanto, tais estudos demonstram o potencial da OCT para análise periodontal, salientando a necessidade e vantagens na realização de estudos in vivo e in vitro utilizando este método.

Há um aumento na espessura geral de acordo com os terços, de forma que o cemento coronal apresenta menor espessura, e o cemento apical maior espessura (Tabela 1), corroborando com estudos anteriores <sup>30, 1, 31</sup>. Observa-se que esta diferença na espessura está presente em dentes saudáveis, e está diretamente relacionada aos tipos de cemento e suas respectivas funções. A menor espessura no terço coronal encontrada, justifica-se pelo tipo de cemento da superfície coronal que é acelular (também chamado de cemento primário), e a sua função que relaciona-se com a fixação dentária <sup>1, 12</sup>, dessa forma, apresenta menos variações

em sua espessura quando o dente é exposto a algum tipo de injúria, apresentando um padrão de espessura mais uniforme e delgado <sup>3, 8</sup>. No terço apical, o aumento da espessura deve-se à presença do cimento celular, que está diretamente relacionado a função adaptativa e de remodelação frente à injúrias <sup>1, 12</sup>, demonstrando diferentes padrões de crescimento <sup>3, 8</sup>, que dependem dos fatores que o dente for exposto.

Entre as faces houve diferença apenas no terço médio entre faces vestibular e mesial, de forma que a face mesial apresenta mediana e intervalo interquartílicos de espessura maiores que a face vestibular. Diferentemente do observado, estudos anteriores <sup>32</sup> demonstraram que há um aumento na espessura da superfície distal do molar, quando é submetido a situações onde há diminuição da função oclusal. De modo que se sugere que a tração mesial dos dentes resulta em forças tensionais nas superfícies das raízes distais <sup>33</sup>. Em nossos resultados não foi realizada divisão das faces segundo os grupos dentários, no entanto, nota-se que a deposição de cimento segue um padrão de crescimento semelhante entre as faces, que pode ser influenciado por outros fatores que não foram objetos do estudo como oclusão, doença periodontal, etc. Sugere-se a realização de novas pesquisas com a OCT, para análise da influência de variáveis como alterações na oclusão (cargas oclusais, distribuição de contatos interproximais, ausência de dentes antagonistas) em dentes com/sem doença periodontal nas faces e terços do cimento dentário.

A espessura entre os grupos dentários demonstrou medianas semelhantes no terço coronal, não tendo sido identificada diferença significativa entre os grupos. No entanto, foram encontradas diferenças nos terços médio e apical. A semelhança entre as medianas do terço coronal, parece estar associada a menor influência de fatores externos a este terço, bem como, a diferença encontrada no terço apical encontra-se diretamente relacionada a deposição contínua do cimento, sobretudo secundário, nesta região em resposta a fatores externos como oclusão <sup>9, 10</sup>, sendo os dentes posteriores os que apresentam maior taxa de deposição. Além

disso, o grupo dentário anterior é o que apresenta menores medianas de espessura, provavelmente devido a menor influência de cargas a qual os dentes anteriores estão submetidos devido a sua localização anatômica <sup>34</sup>, culminando em uma menor deposição de cimento. Comumente, os terceiros molares apresentam-se impactados, ou em hipofunção na oclusão, no entanto sabe-se que mesmo dentes que se apresentam impactados o cimento continua se depositando <sup>35, 36</sup>, bem como dentes que não se apresentam com harmonia oclusal <sup>10</sup>, corroborando com os resultados desta pesquisa que demonstrou bons níveis de espessura do cimento nos terceiros molares.

O aumento significativo na espessura dos terços também foi observado de acordo com o aumento da idade nos grupos etários (Tabela 4), constatado também em estudos anteriores, em que se verifica um aumento da espessura à medida que se aumenta a idade <sup>31</sup>. Jang *et al* (2014)<sup>8</sup>, demonstraram que houve um aumento da espessura do cimento (primário e secundário) ao comparar grupos de indivíduos jovens, de idade média e idosos, de forma que o cimento secundário apresentava espessuras mais elevadas. Além da deposição do cimento em resposta às demandas funcionais e injurias, o aumento da espessura do cimento no terço apical, pode estar relacionado a diminuição de função muscular, e alterações na oclusão (como perda de dentes antagonistas) com o avanço da idade, como a hipooclusão que pode gerar o aumento da deposição do cimento <sup>10</sup>; bem como a ausência de dentes antagonistas, que gera um movimento axial pós eruptivo com influência na deposição de cimento no ápice <sup>9</sup>. Considerando a impossibilidade de controle destas variáveis no presente estudo, nota-se a necessidade de mais pesquisas avaliando a influência das variáveis relacionadas a oclusão na deposição de cimento, para melhor compreensão das respostas do cimento frente as diferentes alterações orais, estando a OCT como um excelente método para esta análise.

Há predominância de alterações na translucidez no terço apical entre os grupos dentários, faces e grupos etários, de forma que o terço coronal se apresenta com intervalos

interquartílicos que demonstram a presença de translucidez normal entre grupo etários e faces. Sugere-se que a translucidez deste terço está associada ao tipo de cimento presente e sua função que está mais relacionado a fixação dentária e distribuição de cargas <sup>2</sup>, além disso sua estrutura apresenta-se com maior proporção inorgânica quando comparado com o secundário em todas as faixas etárias e não apresenta lacunas em suas estrutura <sup>8</sup>, culminando em uma estrutura com translucidez mais uniforme. A presença acentuada de alteração na translucidez dos terços médio e principalmente apical, pode estar relacionada aos diferentes padrões de mineralização oriundos de mudanças nos processos de desmineralização e remineralização <sup>37</sup>, além da menor proporção inorgânica do cimento secundário presente nestes terços.

Quanto a presença de manchas entre os grupos dentários há diferença apenas no terço médio (entre anterior e posterior, e anterior e terceiro molar), de forma que o terço coronal apresenta variação de presença e ausência de manchas, e o terço apical apresenta predominância de presença de manchas; entre as faces não há diferença em nenhum terço, e entre as idades é notada em todos os terços. Nota-se dessa forma, que o terço apical se apresenta marcadamente com presença de manchas e no terço coronal há alternância. Tais resultados sugerem que as manchas encontradas no terço apical podem ser reflexos da presença de lacunas, que é típico do cimento secundário <sup>37, 8</sup>.

A uniformidade do cimento está relacionada a manutenção de espessuras uniformes ao longo do terço analisado, a diferença na presença/ausência de uniformidade entre os grupos dentários (nos terços coronal, médio e apical), e entre as idades (nos terços coronal e apical) provavelmente deve-se ao fato de que apesar de haver deposição contínua do cimento em condições normais, a mesma é dependente da demanda funcional exigida <sup>3</sup>. Nota-se que entre os grupos dentários, faces e grupos etários, há uma predominância de cimento não uniforme no terço apical, provavelmente em virtude dos diferentes padrões de crescimento e reabsorção ao longo da raiz, além da maior variação e espessura em função da localização <sup>3, 8</sup>. Sugere-se

contribuição também na não uniformidade do cimento no terço apical, a limitação quanto a nitidez da Junção Cimento Dentina (JCD), em que se sabe que ela diminui com idade de forma que pode haver uma descontinuidade em faixas etárias mais velhas <sup>8</sup>.

A análise do cimento é comumente utilizada para determinação da idade <sup>4, 6, 7</sup>, neste estudo foi observado correlação positiva forte na espessura no terço médio e apical (Tabela 5), com idade do grupo dentário anterior, corroborando com estes resultados, tem-se o estudo de Solheim <sup>38</sup>, que na análise excluindo-se os molares foi constatado correlação mais forte da idade com o terço apical (um terço do comprimento da raiz a partir do ápice). Apesar de não termos encontrado correlação forte com os dentes posteriores e 3<sup>os</sup> molares, o estudo de Raju *et al* <sup>31</sup>, demonstrou correlação entre a espessura do terço apical e idade tanto em dentes erupcionados como impactados.

Fatores como presença de doença periodontal aliado a ausência de dente antagonista <sup>11</sup> e alterações na oclusão dentária <sup>9</sup> podem induzir a deposição ou reabsorção do cimento, sugerindo-se que a diminuição da correlação da idade com a espessura dos molares posteriores pode estar relacionada a constante influência de fatores externos. Além disso, os dentes posteriores são os que mais recebem cargas oclusais, diferentemente dos dentes anteriores em que a força de mordida é menor, recebendo menos impacto de cargas oclusais, e menor influência da perda de dentes antagonistas na oclusão para dissipação de tensões <sup>34</sup>. O terço médio apresenta-se como o terço que está menos propenso a influência do ambiente externo, considerando que o terço coronal está mais susceptível a doença periodontal, estando mais exposto ao fluido oral e conseqüentemente a toxinas, bem como aos procedimentos terapêuticos de raspagem; e o terço apical apresenta uma taxa de deposição maior sobretudo em situações de alterações na oclusão, traumas, etc.

Mesmo com amostra limitada, a OCT demonstrou potencial de caracterização para quantificar e qualificar o cimento dentário, sendo interessante ampliar o número de dentes

segundo o grupo dentário e a idade, visto que a alta variação interquartil que dificultam a predição da idade de maneira inversa, isto é, com base na mensuração da espessura do cimento, predizer a faixa etária do paciente, o que ampliaria a possibilidade de contribuição forense e extrapolação dos resultados.

Além das possíveis aplicações, como análise laboratorial de diferentes terapias periodontais <sup>14</sup>, visto a possibilidade de simular tratamentos corono-radiculares e avaliar os desgastes que podem ser provocados no cimento, a OCT pode ser um método auxiliar de diagnóstico da JCE em situações clinicamente críticas para exposição.

## REFERÊNCIAS

1. Bosshardt DD, Selvig KA. Dental cementum: the dynamic tissue covering of the root. **Periodontol** 2000 1997; 13:41-75.
2. Ren LM, Wang WX, Takao Y, Chen ZX. Effects of cementum-dentine junction and cementum on the mechanical response of tooth supporting structure. **J Dent**. 2010; 38:882-891
3. Yamamoto T, Li M, Liu Z. et al. Histological review of the human cellular cementum with special reference to an alternating lamellar pattern. **Odontology** 2010;98:102–109 (2010).
4. Kasetty S, Rammanohar M, Raju Ragavendra T. Dental cementum in age estimation: a polarized light and stereomicroscopic study. **J Forensic Sci**. 2010;55:779-783
5. Gupta P, Kaur H, Shankari G S M, Jawanda MK, Sahi N. Human age estimation from tooth cementum and dentin. **J Clin Diagn Res**. 2014;8:ZC07-ZC10.  
doi:10.7860/JCDR/2014/7275.4221
6. Oliveira-Santos I, Gouveia M, Cunha E, Gonçalves D. The circles of life: age at death estimation in burnt teeth through tooth cementum annulations. **Int J Legal Med**. 2017;131:527-536.
7. Cabec A, Tang, Nk, Rubio Vr, Hillson S. Nondestructive adult age at death estimation : Visualizing cementum annulations in a known age historical human assemblage using synchrotron X-ray microtomography. **Am J Phys Anthropol**. 2018; 168:1–20.
8. Jang AT, Lin JD, Choi RM, et al. Adaptive properties of human cementum and cementum dentin junction with age. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**. 2014; 39:184-196.

9. Luan X, Ito Y, Holliday S, et al. Extracellular matrix-mediated tissue remodeling following axial movement of teeth. **J Histochem Cytochem.** 2007;55:127-140.
10. Star H, Chandrasekaran D; Miletich I, Tucker As. Impact of hypofunctional occlusion on upper and lower molars after cessation of root development in adult mice. **The European Journal of Orthodontics**, 2017; 39: 243-250.
11. Vázquez Ec, Abelleira Ac; Quintanilla Jms, Cobos Mar et al. Correlation between occlusal contact and root resorption in teeth with periodontal disease. **J Periodont Res.** 2010; 46: 82–88.
12. Nanci, A. Ten Cate's oral histology : development, structure, and function. 9<sup>th</sup> Edition. St. Louis: [s.n.], 2018.
13. Li X, Hu L, Ma L et al. Severe periodontitis may influence cementum and dental pulp through inflammation, oxidative stress, and apoptosis. **J Periodontol**, 2019; 90: 1297-1306, 2019. doi:10.1002/JPER.18-0604
14. Bozbay E, Dominici F, Gokbuget AY, et al. Preservation of root cementum: a comparative evaluation of power-driven versus hand instruments. **Int J Dent Hyg.** 2018;16:202-209.
15. Olze A, Hertel J, Schulz R, Wierer T, Schmelting A et al. Radiographic evaluation of Gustafson's criteria for the purpose of forensic age diagnostics. **International Journal of Legal Medicine**, 2012; 126: 615–621, 2012.
16. Si XQ, Chu G, Olze A, et al. Age assessment in the living using modified Gustafson's criteria in a northern Chinese population. **Int J Legal Med.** 2019;133: 921-930.
17. Fernandes Lo, Mota Ccbo, Oliveira Ho, Neves Jk, Santiago Lm, Gomes Asl *et al.* Optical coherence tomography follow-up of Patients Treated From Periodontal Disease. **J Biophotonics.** 2018; 12: e201800209
18. Kakizaki S, Aoki A, Tsubokawa M, et al. Observation and determination of periodontal tissue profile using optical coherence tomography. **J Periodontal Res.** 2018;53:188-199.
19. Tsubokawa M, Aoki A, Kakizaki S, et al. In vitro and clinical evaluation of optical coherence tomography for the detection of subgingival calculus and root cementum. **J Oral Sci.** 2018;60:418-427.
20. Hsieh YS, Ho YC, Lee SY, et al. Subgingival calculus imaging based on swept-source optical coherence tomography. **J Biomed Opt.** 2011;16:071409.
21. Krause F, Schmalz G, Park KJ, et al. Evaluation of calculus imaging on root surfaces by spectral-domain optical coherence tomography. **Photodiagnosis Photodyn Ther.** 2019;25:275-279.

22. Meng Z, Yao XS, Yao H, et al. Measurement of the refractive index of human teeth by optical coherence tomography. **J Biomed Opt.** 2009;14:034010
23. Hsieh YS, Ho YC, Lee SY, et al. Dental optical coherence tomography. **Sensors (Basel).** 2013;13:8928-8949.
24. Arzate H, Zeichner-David M., Mercado-Celis G. Cementum proteins: role in cementogenesis, biomineralization, periodontium formation and regeneration. **Periodontology 2000**, 2015; 67: p.211–233.
25. Yasuno Y, Makita S, Sutoh Y, Itoh M, Yatagai T. Birefringence imaging of human skin by polarization-sensitive spectral interferometric optical coherence tomography. **Optics Letters**, 2002;27:1803-1805.
26. Fujimoto J.; Drexler, W. Introduction to optical coherence tomography. In: Drexler W, Fujimoto JG, editors. **Optical Coherence Tomography.** Springer, 2008:1–45.
27. Selvig K. A. The fine structure of human cementum. **Acta Odontologica Scandinavica**, 1965; 23: 423–441, 1965.
28. Cool Sm, Forwood Mr, Campbell P, Bennett Mb. Comparisons between bone and cementum compositions and the possible basis for their layered appearances. **Bone**, 2002; 30: 386–392, 2002.
29. Araveti SK, Hiraishi N, Kominami N, et al. Swept-source optical coherence tomographic observation on prevalence and variations of cemento-enamel junction morphology. **Lasers Med Sci.** 2020;35:213-219.
30. Zander Ha, Hurzeler B. Continuous cementum apposition. **J Dent Res.** 1958;37:1035-1044..
31. Raju GS, Keerthi M, Nandan SR, Rao TM, Kulkarni PG, Reddy DS. Cementum as an age determinant: A forensic view. **J Forensic Dent Sci.** 2016; 8: 175.
32. Tsuchiya S, Tsuchiya M, Nishioka T, Suzuki O, Sasano Y, Igarashi K. Physiological Distal Drift in Rat Molars Contributes to Acellular Cementum Formation. **The Anatomical Record.** 2013; 296:1255–1263.
33. Dastmalchi R, Polson A, Bouwsma O, Proskin H. Cementum thickness and mesial drift. **J Clin Periodontol.** 1990;17:709-713.
34. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. **J Oral Rehabil.** 2004;31:18-22.
35. Azaz B, Michaeli Y, Nitzan D. Aging of tissues of the roots of nonfunctional human teeth (impacted canines). **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, 1966;43: 572-578.

36. Nitzan DW, Michaeli Y, Weinreb M, Azaz B. The effect of aging on tooth morphology: a study on impacted teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.**1986; 61: 54-60.
37. Furseth R, Johansen E. A microradiographic comparison of sound and carious human dental cementum. **Arch Oral Biol.** 1968;13:1197-1206.
38. Solheim T. Dental cementum apposition as an indicator of age. **European Journal of Oral Sciences.** 1990; 98: 510-519.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Tomografia por Coerência Óptica constitui-se como um excelente meio para análise do cimento, que apesar das limitações existentes, foi possível caracterizar a estrutura do cimento, observando o aumento da espessura dos terços a medida que segue em direção apical, bem como a maior deposição de cimento nos dentes posteriores, e em indivíduos com maior idade, apresentando correlação da idade com terço médio e apical de dentes anteriores. Além disso o cimento apresenta-se com maiores alterações de translucidez, presença de manchas, e alterações de uniformidade, no terço apical, evidenciando a maior resposta do cimento neste terço frente as diversas influências externas. Dessa forma, nota-se o potencial de aplicação da OCT com diferentes objetivos (forense, laboratorial e clínico) para análise da estrutura interna do cimento.

## REFERÊNCIAS

- ARMITAGE, G.C. Clinical evaluation of periodontal diseases. **Periodontology** 2000, v. 7, n. 1, p. 39–53, 1995.
- ARZATE, H., ZEICHNER-DAVID, M., MERCADO-CELIS, G. Cementum proteins: role in cementogenesis, biomineralization, periodontium formation and regeneration. **Periodontology** 2000, v.67, n.1, p.211–233. 2015.
- COOL, S. *et al.* Comparisons between bone and cementum compositions and the possible basis for their layered appearances. **Bone**, v. 30, n. 2, p. 386–392, 2002.
- BERTRAND, B. *et al.* Age-at-death estimation of pathological individuals: A complementary approach using teeth cementum annulations. **International Journal of Paleopathology**, v. 15, p. 120–127, 2016.
- BOSSHARDT, D. D.; STADLINGER, B.; TERHEYDEN, H. Cell-to-cell communication - periodontal regeneration. **Clinical Oral Implants Research**, v. 26, n. 3, p. 229–239, 2015.
- BOSSHARDT, D.D.; NANCI, A. Hertwig's epithelial root sheath, enamel matrix proteins, and initiation of cementogenesis in porcine teeth. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 31, n. 3, p. 184–192, 2004.
- BOSSHARDT, D.D; SELVIG, K.A. Dental cementum: the dynamic tissue covering of the root. **Periodontology** 2000, v. 13, p. 41–75, 1997.
- BOYDE, A.; JONES, S. J. Scanning electron microscopy of cementum and sharpey fibre bone. **Z Zellforsch Mikrosk Anat.**, v. 92, n. 4, p. 536–548, 1968.
- BOZBAY, E. *et al.* Preservation of root cementum: a comparative evaluation of power-driven versus hand instruments. **International Journal of Dental Hygiene**, v. 16, n. 2, p. 202–209, 2018.
- BREZINSKI, M.E.; FUJIMOTO, J.G. Optical Coherence Tomography: Principles and Applications. **IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics**, v.05, n.04, p. 1185-1192, 1999.
- BROUCKER, A. *et al.* The impact of periodontal disease on cementochronology age estimation. **International Journal of Paleopathology**, v. 15, p. 128–133, 2016.
- CABEC, A. *et al.* Nondestructive adult age at death estimation : Visualizing cementum annulations in a known age historical human assemblage using synchrotron X-ray microtomography. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 168, n.1, p. 25-44, 2018.
- CHEN, Y. *et al.*, 2005. Characterization of dentin, enamel, and carious lesions by a polarization-sensitive optical coherence tomography system. **Applied Optics**, v.44, n.11, 2005.

- CHEONG, W.; PRAHL, S. A.; WELCH, A. J. A Review of the Optical Properties of Biological Tissues. **IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics**, v.26, n.12, p. 2166-2185, 1990.
- CHOMA, M.A. *et al.* Sensitivity advantage of swept source and Fourier domain optical coherence tomography. **Optics Express**, v.11, n.08, p. 2183-2189, 2003.
- CHOWDHARY, Z.; MOHAN, R. Efficiency of three different polishing methods on enamel and cementum: A scanning electron microscope study. **Journal of Indian Society of Periodontology**, v.22, n. 1, 2018.
- DAOOD, U.; FAWZY, A. S. Macrophage response and surface analysis of dental cementum after treatment with high intensity focused ultrasound. **Archives of Oral Biology**, v. 98, p. 195–203, 2019.
- ESCHIMTT, J.M. Optical Coherence Tomography (OCT): A Review. **IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics**, v.05, n.04, p. 1205-1215, 1999.
- FEATHERSTONE, J.D.B. The continuum of dental caries - Evidence for a dynamic disease process. **Journal of Dental Research**, v. 83, p. 2002–2005, 2004.
- FERCHER, A. F. *et al.* Optical coherence tomography - principles and applications. **Reports on Progress in Physics**, v.66, n.02, p. 239-303, jan. 2003.
- FERNANDES, L. *et al.* Optical coherence tomography follow-up of Patients Treated From Periodontal Disease. **Journal of Biophotonics**. v.12, n.2, 2019.
- FOSTER, B.L. Methods for studying tooth root cementum by light microscopy. **International Journal of Oral Science**, v. 4, n. 3, p. 119–128, 2012.
- FRANK, R.M. Structural Events in the Caries Process in Enamel, Cementum, and Dentin. **Journal of Dental Research**, v. 69, n. 2, p. 559–566, 1990.
- FUJIMOTO, J.; DREXLER, W. Introduction to optical coherence tomography. In: Drexler W, Fujimoto JG, editors. **Optical Coherence Tomography**. Springer, p. 1–45. 2008.
- FURSETH, R.; JOHANSEN. A microradiographic comparison of sound and carious human dental cementum. **Archives of Oral Biology**. v.13, p. 1197-1206, 1968.
- HIGHFIELD, J. Diagnosis and classification of periodontal disease. **Australian Dental Journal**, v. 54, p. S11–S26, 2009.
- HSIEH, Y. *et al.* Dental Optical Coherence Tomography. **Sensors** v.13, n.7, p. 8929-49, 2013.
- HSIEH, Y.S. *et al.* Subgingival calculus imaging based on swept-source optical coherence tomography. **Journal of Biomedical Optics**, v. 16, n. 7, p. 071409, 2011.
- HUANG, D. *et al.* Optical Coherence Tomography. **Science**, v.254, n.5035, p. 1178-1181, nov. 1991

- JANG, A.T. *et al.* Adaptive properties of human cementum and cementum dentin junction with age. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical**, v.39, p.184-196, 2014.
- KAKIZAKI, S. *et al.* Observation and determination of periodontal tissue profile using optical coherence tomography. **Journal of Periodontal Research**, v.52, n.2, p. 188-99, 2017.
- KASETTY, S.; RAMMANOHAR, M.; RAGAVENDRA, T.R. Dental cementum in age estimation: A polarized light and stereomicroscopic study. **Journal of Forensic Sciences**, v. 55, n. 3, p. 779–783, 2010.
- KATKAR, R.A. *et al.* Optical coherence tomography. **Dental Clinics of North America**, v. 62, p. 421–434, 2018.
- KRAUSE, F. *et al.* Evaluation of calculus imaging on root surfaces by spectral-domain optical coherence tomography. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**. v.25, p.275–279. 2019.
- KATO, S. *et al.* The thickness of the sound and periodontally diseased human cementum. **Archives of Oral Biology**, v. 37, n. 8, p. 675–676, 1992.
- LEE, R.C.; DARLING, C.L.; FRIED, D. Polarization Sensitive Optical Coherence Tomographic Imaging of Artificial Demineralization on Exposed Surfaces of Tooth Roots. **Dental Materials**, v. 25, n.6, p.721–728, 2009.
- LEE, R.C. *et al.* Activity assessment of root caries lesions with thermal and near-IR imaging methods. **Journal of Biophotonics**, v. 10, n. 3, p. 433–445, 2017.
- LEITGEB, R.; HITZENBERGER, C.K.; FERCHER, A.F. Performance of fourier domain vs. time domain optical coherence tomography. **Optics express**, v.11, n. 8, 2003.
- LI, X. *et al.* Severe periodontitis may influence cementum and dental pulp through inflammation, oxidative stress, and apoptosis. **Journal of Periodontology**, v.90, n.11, p.1297-1306, 2019.
- MAHAJAN, G. *et al.* To compare the gingival melanin repigmentation after diode laser application and surgical removal. **Journal of Indian Society of Periodontology.**, v. 21, n. 2, p. 112–118, 2018.
- MAHDIAN, M. *et al.* Tissue characterization using optical coherence tomography and cone beam computed tomography: A comparative pilot study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, v. 122, n. 1, p. 98–103, 2016.
- MAIA, A.M.A. *et al.* Characterization of enamel in primary teeth by optical coherence tomography for assessment of dental caries. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v. 20, n. 2, p. 158–164, 2010.
- MANSOUR, H. *et al.* Cementum as a source of DNA in challenging forensic cases. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, v. 54, p. 76–81, 2018.

MENG, Z. *et al.* Measurement of the refractive index of human teeth by optical coherence tomography. **Journal of Biomedical Optics**, v. 14, n. 3, p. 034010, 2009.

NANCI & BOSSHARDT. Periodontal tissues in health and disease: introduction. **Periodontology 2000**, v. 40, n. 1, p. 11–28, 2006.

NANCI, A. Ten Cate's oral histology : development, structure, and function. 9a Edition. St. Louis: [s.n.], 2018.

OLIVEIRA-SANTOS, I. *et al.* The circles of life: age at death estimation in burnt teeth through tooth cementum annulations. **International Journal of Legal Medicine**, v. 131, n. 2, p. 527–536, 2017.

OLZE, A. *et al.* Radiographic evaluation of Gustafson's criteria for the purpose of forensic age diagnostics. **International Journal of Legal Medicine**, v. 126, n. 4, p. 615–621, 2012.

PIHLSTROM, B.L.; MICHALOWICZ, B.S.; JOHNSON, N.W. Periodontal diseases. **Lancet**, v.366, n.9499, p.1809–20, 2005.

RAI, B. Coronal displacement of cementum in impacted teeth: As age marker. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, v. 16, n. 1, p. 5–6, 2009.

RAJU, G.S.S. *et al.* Cementum as an age determinant: A forensic view. **Journal of Forensic Dental Sciences**, v. 8, n. 3, p. 175, 2017.

RIPAMONTI, U.; PETIT, J. C.; TEARE, J. Cementogenesis and the induction of periodontal tissue regeneration by the osteogenic proteins of the transforming growth factor- superfamily. **Journal of Periodontal Research**, v. 44, n. 2, p. 141–152, 2009.

SALMON, C. R. *et al.* Global proteome profiling of dental cementum under experimentally-induced apposition. **Journal of Proteomics**, v. 141, p. 12–23, 2016.

SCIVETTI, M. *et al.* Confocal laser scanning microscopy of human cementocytes: Analysis of three-dimensional image reconstruction. **Annals of Anatomy**, v. 189, p.169-174, 2007.

SELVIG, K.A. The fine structure of human cementum. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 23, n. 4, p. 423–441, 1965.

SELVIG & HALS. Periodontally diseased cementum studied by correlated microradiography, electron probe analysis and electron microscopy. **Journal of Periodontal Research**, v.12, p. 419-429, 1977.

SI, X. *et al.* Age assessment in the living using modified Gustafson's criteria in a northern Chinese population. **International Journal of Legal Medicine**, v. 133, n. 3, p. 921–930, 2019.

STEIN, T.J.; CORCORAN, J.F. Anatomy of the root apex and its histologic changes with age. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v. 69, n. 2, p. 238–242, 1990.

TIMME, M. *et al.* Dental age estimation in the living after completion of third molar mineralization: new data for Gustafson's criteria. **International Journal of Legal Medicine**, v. 131, n. 2, p. 569–577, 2017.

TORII, D. *et al.* Bone morphogenetic protein 7 induces cementogenic differentiation of human periodontal ligament-derived mesenchymal stem cells. **Odontology**, v. 104, n. 1, p. 1–9, 2016.

TSUBOKAWA, M. *et al.* In vitro and clinical evaluation of optical coherence tomography for the detection of subgingival calculus and root cementum. **Journal of Oral Science**, v. 60, n. 3, p. 418–427, 2018.

YAMAMOTO, T. *et al.* Histological review of the human cellular cementum with special reference to an alternating lamellar pattern. **Odontology**, v.98, n.2, p.102–109. 2010.

YASUNO, Y. *et al.* Birefringence imaging of human skin by polarization-sensitive spectral interferometric optical coherence tomography. **Optics Letters**, v. 27, n. 20, 2002.

ZANDER, H.A.; HURZLER, B. Continuous cementum apposition. **Journal of Dental Research**, v.37, n. 6, p. 1035-1044, 1958.

ZEICHNER-DAVID, M. Regeneration of periodontal tissues: cementogenesis revisited. **Periodontology 2000**, v. 41, n. 1, p. 196–217, 2006.

# **ANEXOS**

## ANEXO A – PARECER SUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA  
PARAÍBA - PRÓ-REITORIA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO E  
PESQUISA / UEPB - PRPGP



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** ANÁLISE DO CIMENTO DENTÁRIO POR MEIO DA TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA

**Pesquisador:** LIGIA NATALIA SOBREIRA DUARTE BEZERRA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 26119019.6.0000.5187

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.743.532

**Apresentação do Projeto:**

O projeto encontra-se bem elaborado, contendo resumo, revisão da literatura e metodologia exequível. O título e os objetivos se complementam. Atendendo às exigências da Resolução 466/12.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetiva-se com esta pesquisa analisar a estrutura do cimento por meio da Tomografia por Coerência Óptica (OCT), buscando avaliar as características ópticas do cimento bem como quantificar a espessura do cimento de uma forma geral e de acordo terço dentário (apical, médio e cervical).

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Como riscos apresenta a não preservação da integridade do indivíduo doador, visto que o material originado de uma pessoa (neste caso, o dente) traz em si componentes de sua identidade genética.

**Benefícios:**

Permitirá a descrição óptica e mensuração da espessura do cimento nos terços radiculares de diferentes dentes, trazendo benefícios para a análise laboratorial e clínica do cimento, bem como

**Endereço:** Av. das Barúbas, 351- Campus Universitário  
**Bairro:** Bodocongó **CEP:** 58.109-753  
**UF:** PB **Município:** CAMPINA GRANDE  
**Telefone:** (83)3315-3373 **Fax:** (83)3315-3373 **E-mail:** cep@uepb.edu.br

## ANEXO B - NORMAS DA REVISTA

### MANUSCRIPT SUBMISSION PROCEDURE

Manuscripts should be submitted electronically via the online submission site <http://mc.manuscriptcentral.com/jre>. The use of an online submission and peer review site enables immediate distribution of manuscripts and consequentially speeds up the review process. It also allows authors to track the status of their own manuscripts. Complete instructions for submitting a paper is available online and below. For further assistance, please contact the editorial office at [jreadmin@wiley.com](mailto:jreadmin@wiley.com)

By submitting a manuscript to or reviewing for this publication, your name, email address, and affiliation, and other contact details the publication might require, will be used for the regular operations of the publication, including, when necessary, sharing with the publisher (Wiley) and partners for production and publication. The publication and the publisher recognize the importance of protecting the personal information collected from users in the operation of these services, and have practices in place to ensure that steps are taken to maintain the security, integrity, and privacy of the personal data collected and processed. You can learn more at <https://authorservices.wiley.com/statements/data-protection-policy.html>.

#### Article Preparation Support

Wiley Editing Services offers expert help with English Language Editing, as well as translation, manuscript formatting, figure illustration, figure formatting, and graphical abstract design – so you can submit your manuscript with confidence.

Also, check out our resources for Preparing Your Article for general guidance about writing and preparing your manuscript.

#### Getting Started

- Launch your web browser (supported browsers include Internet Explorer 6 or higher, Netscape 7.0, 7.1, or 7.2, Safari 1.2.4, or Firefox 1.0.4) and go to the journal's online Submission Site: <http://mc.manuscriptcentral.com/jre>

- Log-in or, if you are a new user, click “register here”.
- If you are registering as a new user.

- After clicking on 'register here', enter your name and e-mail information and click 'Next'. Your e-mail information is very important.

- Enter your institution and address information as appropriate, and then click 'Next.'

- Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID), and then select your area of expertise. Click 'Finish'.

- If you have an account, but have forgotten your log in details, go to Password Help on the journals online submission system <http://mc.manuscriptcentral.com/jre> and enter your email address. The system will send you an automatic user ID and a new temporary password.

- Log-in and select “Corresponding Author Center”

#### 3.2. Submitting Your Manuscript

- After you have logged into your “Corresponding Author Center”, submit your manuscript by clicking the submission link under “Author Resources”.
- Enter data and answer questions as appropriate. You may copy and paste directly from your manuscript and you may upload your pre-prepared covering letter.
- Click the 'Next' button on each screen to save your work and advance to the next screen.
- You are required to upload your files.
  - Click on the 'Browse' button and locate the file on your computer.
  - Select the designation of each file in the drop down next to the Browse button.
  - When you have selected all files you wish to upload, click the 'Upload Files' button.
- Review your submission (in HTML and PDF format) before sending to the Journal. Click the 'Submit' button when you are finished reviewing.

### 3.3. Manuscript Files Accepted

Manuscripts should be uploaded as Word (.doc/.docx) or Rich Text Format (.rtf) files (not write-protected) plus separate figure files. GIF, JPEG, PICT or Bitmap files are acceptable for submission, but only high-resolution TIF or EPS files are suitable for printing. The files will be automatically converted to HTML and PDF on upload and will be used for the review process. The text file must contain the entire manuscript including title page, abstract, text, references, figure legends and tables but no embedded figures. Figure tags should be included in the file. Manuscripts should be formatted as described in the Author Guidelines below.

### 3.4. Blinded Review

All manuscripts submitted to the Journal of Periodontal Research will be reviewed by two experts in the field. The Journal of Periodontal Research uses single blinded review. The names of the reviewers will thus not be disclosed to the author submitting a paper.

### 3.5. Suggest a Reviewer

The Journal of Periodontal Research attempts to keep the review process as short as possible to enable rapid publication of new scientific data. In order to facilitate this process, please suggest the names and current email addresses of 2 potential international reviewers whom you consider capable of reviewing your manuscript.

### 3.6. Suspension of Submission Mid-way in the Submission Process

You may suspend a submission at any phase before clicking the 'Submit' button and save it to submit later. The manuscript can then be located under 'Unsubmitted Manuscripts' and you can click on 'Continue Submission' to continue your submission when you choose to.

### 3.7. Email Confirmation of Submission

After submission you will receive an email to confirm receipt of your manuscript. If you do not receive the confirmation email after 24 hours, please check your email address carefully in the system. If the email address is correct please contact your IT department. The error may be caused by some sort of spam filtering on your email server. Also, the emails should be received if the IT department adds our email server (uranus.scholarone.com) to their whitelist.

### 3.8. Manuscript Status

You can access ScholarOne Manuscripts (formerly known as Manuscript Central) any time to check your 'Author Centre'. The Journal will inform you by e-mail once a decision has been made.

### 3.9. Submission of Revised Manuscripts

To submit your revised manuscript, locate your manuscript under 'Manuscripts with Decisions' and click on 'Submit a Revision'. Please remember to delete any old files uploaded when you upload your revised manuscript.

## 4. MANUSCRIPT TYPES ACCEPTED

**Original Articles:** must describe significant and original experimental observations and provide sufficient detail so that the observations can be critically evaluated and, if necessary, repeated. Original articles must conform to the highest international standards in the field.

**Review Articles:** are selected for their broad general interest; all are refereed by experts in the field. Reviews should take a broad view of the field rather than merely summarizing the authors' own previous work, so extensive citation of the authors' own publications is discouraged.

**Mini Reviews** are covering a smaller area and may be written in a more free format.

**Short Communications:** Short communications, limited to 1-3 pages, including illustrations and references, will be considered for rapid publication. Such papers must be based on work that is of special importance or having the potential for great impact, or a body of work that is complete but of insufficient scope to warrant a full-length paper. Short communications need not follow the usual divisions.

**Meeting Reports:** Reports of scientific meetings in periodontology and related fields are also published.

## 5. MANUSCRIPT FORMAT AND STRUCTURE

### 5.1. Page Charge

Articles exceeding 7 published pages (including figures and tables) are subject to a charge of GBP70.00 per additional page. For guidance purposes, one published page amounts approximately to 5,500 characters; text should be reduced if figures/tables are included within the 7 pages. If authors are unable to pay additional page fees they will need to reduce the length of their articles.

### 5.2. Format

**Language:** The language of publication is English. Authors for whom English is a second language must have their manuscript professionally edited by an English speaking person before submission to make sure the English is of high quality. It is preferred that manuscript is professionally edited. A list of independent suppliers of editing services can be found at [http://authorservices.wiley.com/bauthor/english\\_language.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp). All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication

**Abbreviations and symbols:** Abbreviations should be in accordance with Guidelines laid down by the American Society of Microbiology. Unless they are in common usage (e.g. DNA), all terms must be displayed in full in the key words, and the first time that they appear in the abstract, the main text, tables and figures, followed by the abbreviation in parentheses. If an abbreviation is used in the body of figure or table only it must be defined in the figure legend

or table footnotes. The symbol % is to be used for percent, h for hour, min for minute, and s for second. *In vitro* and *in vivo* are to be italicized. Use only standard abbreviations. All units will be metric. Use no roman numerals in the text. In decimals, a decimal point, and not a comma, will be used. In cases of doubt, the spelling orthodoxy of Webster's Third New International Dictionary will be adhered to.

**Scientific Names:** Proper names of bacteria should be binomial and should be singly underlined in the typescript. The full proper name (e. g. *Streptococcus sanguis*) must be given upon first mention. The generic name may be abbreviated thereafter with the first letter of the genus (e. g. *S. sanguis*). If abbreviation of the generic name could cause confusion, the full name should be used. If the vernacular form of a genus name (e. g. streptococci) is used, the first letter of the vernacular name is not capitalized and the name is not underlined. Use of two letters of the genus (e. g. *Ps.* for *Peptostreptococcus*) is incorrect, even though it might avoid ambiguity. With regard to drugs, generic names should be used instead of proprietary names.

It is strongly recommended that all abbreviations be introduced in the first paragraph in Materials and Methods. Alternatively, define each abbreviation and introduce it in parentheses the first time it is used; e.g., "Cultures were grown in Eagle minimal essential medium (MEM)." Generally, eliminate abbreviations that are not used at least three times in the text (including tables and figure legends).

### 5.3. Structure

All manuscripts submitted to the Journal of Periodontal Research should include: Title page, abstract, main text, references and tables, figures and figure legends were appropriate.

**Title Page:** should contain the title of the article, name(s) of the author(s), initials, and institutional affiliation(s), and the name and complete mailing address, including email address, of the author responsible for correspondence. We accept only one corresponding author per manuscript and in case of co-correspondence a foot note will be added indicating 'Both the authors have contributed equally to the work'. The author must list 4 keywords for indexing purposes.

**Abstract:** The abstract should consist of 1) the objective 2) the background data discussing the present status of the field 3) methods 4) results 5) conclusion.

#### Main Text of Original Research Articles

**Introduction:** Summarize the rationale and purpose of the study, giving only strictly pertinent references. Do not review existing literature extensively.

**Material and methods:** Materials and methods should be presented in sufficient detail to allow confirmation of the observations. Published methods should be referenced and discussed only briefly, unless modifications have been made.

**Results:** Present your results in a logical sequence in the text, tables, and illustrations. Do not repeat in the text all of the data in the tables and illustrations. Important observations should be emphasized.

**Discussion:** Summarize the findings without repeating in detail the data given in the Results section. Relate your observations to other relevant studies and point out the implications of the findings and their limitations. Cite other relevant studies.

#### Main Text of Reviews, Short Communications and Meeting Reports

These need not follow the usual divisions.

Acknowledgements: Acknowledge only persons who have made substantive contributions to the study. Authors are responsible for obtaining written permission from everyone acknowledged by name because readers may infer their endorsement of the data and conclusions. Sources of financial support must be acknowledged.

#### 5.4. References

References should be numbered consecutively in the order in which they appear in the text, and should be kept to a pertinent minimum. References should include the beginning and ending page numbers. Identify references in the text, tables, and figure legends by arabic numerals in superscript format. References cited only in the tables or figure legends should be numbered in accordance with a sequence established by the first notation of that figure or table in the text. Use the style of the examples below, which is based on Index Medicus. Manuscripts accepted but not published may be cited in the reference list by placing "in press" after the abbreviated title of the journal. Abstracts and manuscripts not yet accepted may be cited in full in the text but not in the reference list. References must be verified by the author(s) against the original documents.

We recommend the use of a tool such as Reference Manager for reference management and formatting. Reference Manager reference styles can be searched for here: <http://refman.com/downloads/styles>

Examples:

##### (1) Standard journal article

(List all authors up to 6; for 7 or more list the first 3 and add "et al.") Dockrell H, Greenspan JS. Histochemical identification of T- cells in oral lichen planus. *Oral Surg* 1979; 48: 42-49. Thomas Y, Sosman J, Yrigoyen O, et al. Functional analysis of human T- cell subsets defined by monoclonal antibodies. I. Collaborative T-T interactions in the immunoregulation of B-cell differentiation. *J Immunol* 1980; 125: 2402-2405.

##### (2) Corporate author

The Royal Marsden Hospital Bone- Marrow Transplantation Team. Failure of syngeneic bone-marrow graft without preconditioning in post- hepatitis marrow aplasia. *Lancet* 1977; 2: 628-630.

##### (3) No author given

Anonymous. Coffee drinking and cancer of the pancreas [Editorial]. *Br Med J* 1981; 283: 628-635.

##### (4) Journal supplement

Mastri AR. Neuropathology of diabetic neurogenic bladder. *Ann Intern Med* 1980; 92 (2 pt 2): 316- 324.

Frumin AM, Nussbaum J, Esposito M. Functional asplenia: demonstration of splenic activity by bone marrow scan. *Blood* 1979; 54 (suppl 1): 26- 28.

##### (5) Journal paginated by issue

Seaman WB. The case of the pancreatic pseudocyst. *Hosp Pract* 1981; 16 (Sep): 24-29.

##### (6) Personal author(s)

Eisen HN. Immunology: an introduction to molecular and cellular principles of the immune response , 5th edn. New York: Harper Row, 1984:406-420.

(7) Editor, compiler, chairman as author

Dausset J, Colombani J, eds. Histocompatibility testing 1972. Copenhagen: Munksgaard, 1973: 12-18.

(8) Chapter in a book

Weinstein L, Swartz MN. Pathogenic properties of invading microorganisms. In: Sodeman WA Jr, Sodeman WA, eds. Pathologic physiology: mechanisms of disease . Philadelphia: WB Saunders, 1974: 457-480.

(9) Published proceedings paper

DePont B. Bone marrow transplantation in severe combined immunodeficiency with an unrelated MLC compatible donor. In: White HJ, Smith R, eds. Proceedings of 3rd Annual Meeting of the International Society for Experimental Hematology. Houston: International Society for Experimental Hematology, 1974: 44-50.

(10) Agency publication

Ranofsky AL. Surgical operations in short-stay hospitals: United States - 1975. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics, 1978; DHEW publication no. (PHS) 78-1785. (Vital and health statistics; series 13; no. 34.)

(11) Dissertation or thesis

Cairns RB. Infrared spectroscopic studies of solid oxygen. Berkeley, CA: University of California, 1965. 156pp. Dissertation.

## 5.5. Tables, Figures and Figure Legends

**Tables:** Tables should be numbered consecutively with arabic numerals. Use titles which are self explanatory. Due regard should be given to the proportions of the printed page.

**Figures:** All figures should clarify the text and their number should be kept to a minimum. Details must be large enough to retain their clarity after reduction in size. Illustrations should preferably fill a single column width (54 mm) after reduction, although in some cases 113 mm (double column) and 171 mm (full page) widths will be accepted. Micrographs should be designed to be reproduced without reduction, and they should be dressed directly on the micrograph with a linear size scale, arrows, and other designators as needed.

**Preparation of Electronic Figures for Publication:** Although low quality images are adequate for review purposes, print publication requires high quality images to prevent the final product being blurred or fuzzy. Submit EPS (lineart) or TIFF (halftone/photographs) files only. MS PowerPoint and Word Graphics are unsuitable for printed pictures. Do not use pixel-oriented programmes. Scans (TIFF only) should have a resolution of 300 dpi (halftone) or 600 to 1200 dpi (line drawings) in relation to the reproduction size (see below). EPS files should be saved with fonts embedded (and with a TIFF preview if possible).

For scanned images, the scanning resolution (at final image size) should be as follows to ensure good reproduction: lineart: >600 dpi; half-tones (including gel photographs): >300 dpi; figures containing both halftone and line images: >600 dpi.

Further information can be obtained at Wiley Blackwell's guidelines for figures: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>.

Check your electronic artwork before submitting it: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/eachecklist.asp>.

Permissions: If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the Publishers.

## 5.6. Supporting Material

Supporting Material, such as data sets or additional figures or tables, that will not be published in the print edition of the journal, but which will be viewable via the online edition, can be submitted.

It should be clearly stated at the time of submission that the Supporting Material is intended to be made available through the online edition. If the size or format of the Supporting Material is such that it cannot be accommodated on the journal's Web site, the author agrees to make the Supporting Material available free of charge on a permanent Web site, to which links will be set up from the journal's website. The author must advise Wiley Blackwell if the URL of the website where the Supporting Material is located changes. The content of the Supporting Material must not be altered after the paper has been accepted for publication.

The availability of Supporting Material should be indicated in the main manuscript by a paragraph, to appear after the References, headed 'Supporting Material' and providing titles of figures, tables, etc. In order to protect reviewer anonymity, material posted on the authors Web site cannot be reviewed. The Supporting Material is an integral part of the article and will be reviewed accordingly.

## 6. AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of a paper for publication, the manuscript will be forwarded to the Production Editor who is responsible for the production of the journal.

### 6.1 Proof Corrections

Authors will receive an e-mail notification with a link and instructions for accessing HTML page proofs online. Page proofs should be carefully proofread for any copyediting or typesetting errors. Online guidelines are provided within the system. No special software is required, most common browsers are supported. Authors should also make sure that any renumbered tables, figures, or references match text citations and that figure legends correspond with text citations and actual figures. Proofs must be returned within 48 hours of receipt of the email. Return of proofs via e-mail is possible in the event that the online system cannot be used or accessed.

### 6.2. Early Online Publication Prior to Print

The Journal of Periodontal Research is covered by Wiley Blackwell's Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Early View articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an

issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article.

### 6.3. Production Tracking

Online production tracking is available for your article through Wiley Blackwell's Author Services. Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a

### 6.4 Cover Image Submissions

This journal accepts artwork submissions for Cover Images. This is an optional service you can use to help increase article exposure and showcase your research. For more information, including artwork guidelines, pricing, and submission details, please visit the Journal Cover Image page.

## 7. Data Protection

By submitting a manuscript to or reviewing for this publication, your name, email address, and affiliation, and other contact details the publication might require, will be used for the regular operations of the publication, including, when necessary, sharing with the publisher (Wiley) and partners for production and publication. The publication and the publisher recognize the importance of protecting the personal information collected from users in the operation of these services, and have practices in place to ensure that steps are taken to maintain the security, integrity, and privacy of the personal data collected and processed. You can learn more at <https://authorservices.wiley.com/statements/data-protection-policy.html>.

## 8. Offprints

If you wish to purchase additional printed copies of your article, please click on the link and follow the instructions provided: [www.sheridan.com/wiley/eoc](http://www.sheridan.com/wiley/eoc)

## 9. Article Promotion Support

Wiley Editing Services offers professional video, design, and writing services to create shareable video abstracts, infographics, conference posters, lay summaries, and research news stories for your research – so you can help your research get the attention it deserves.

**APÊNDICE A - TERMO DE DOAÇÃO DE DENTES PARA PESQUISA**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO DE ODONTOLOGIA  
NÍVEL MESTRADO**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA DOAÇÃO DE  
DENTES HUMANOS  
Cirurgião-dentista**

Eu, \_\_\_\_\_,  
cirurgião-dentista, inscrito no CRO \_\_\_\_\_, atendendo em consultório  
situado na \_\_\_\_\_, bairro  
\_\_\_\_\_, cidade \_\_\_\_\_, UF \_\_\_\_\_ CEP  
\_\_\_\_\_, doo \_\_\_\_\_ dentes permanentes para a pesquisa intitulada por  
**"ANÁLISE DO CEMENTO DENTÁRIO POR MEIO DA TOMOGRAFIA POR  
COERÊNCIA ÓPTICA"**, a ser desenvolvida no Programa de Pós Graduação em  
Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba, Campus Campina Grande, declarando  
que estes dentes foram extraídos por indicação terapêutica, cujos históricos fazem parte  
dos prontuários dos pacientes de quem se originam, arquivados sob minha  
responsabilidade.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do cirurgião-dentista doador

Campina Grande, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_